

# Энергетическая Стратегия

№3 (81) май–июнь 2021

научно-практический журнал



## ПЕРВЫЙ ЭНЕРГОБЛОК БЕЛАЭС ВВЕДЕН В ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Читайте в номере

- ✓ Подписан акт о вводе в промышленную эксплуатацию первого энергоблока БелАЭС *стр. 6*
- ✓ Энергетическая интеграция на евразийском пространстве *стр. 13*  
К 90-летию Белорусской энергосистемы
- ✓ Белорусская энергосистема на пути к цифровизации. Цифровые подстанции *вкладка*

ISSN 2310 - 6735



XV МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА

**27-28-29  
ОКТАБРЯ**

УЗБЕКИСТАН, УЗЭКСПОЦЕНТР



15  
YEAR  
ANNIVERSARY

# UzEnergyExpo

27–29 октября 2021 г. в НБК «Узэкспоцентр» состоится  
15-я международная выставка «UzEnergyExpo-2021»

**РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ «UzEnergyExpo-2021»**

**ЭНЕРГЕТИКА / ВИЭ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ / ОСВЕЩЕНИЕ /  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА / АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

По вопросам участия в выставке,  
пожалуйста, обращайтесь:  
**Нуралиева Сарвиноз**  
Руководитель проекта



Тел.: + 998 71 238 59 87  
Моб.: + 998 93 381 07 81  
Факс: + 998 71 238 57 82  
E-mail: [info@globalexpo.uz](mailto:info@globalexpo.uz)  
[sarvinoz@ieguzexpo.com](mailto:sarvinoz@ieguzexpo.com)



научно-практический журнал

## Энергетическая Стратегия

**2-е полугодие**

# ПОДПИСКА' 2021

Оформить подписку можно:



**в любом почтовом  
отделении**

подписной индекс  
**009382**



**в редакции**

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



**на сайте**

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

# MOXA®

## Улучшайте управляемость вашей сети с помощью **Moха MXview**



МОХА – ведущий производитель сетевого оборудования промышленного назначения – представляет MXView. Решение, предоставляющее инженерам АСУТП возможность эффективного мониторинга сетевой инфраструктуры и управления сетевыми подключениями МОХА до уровня полевых устройств.

Компания «Микроинформ» является официальным дистрибьютором МОХА в Республике Беларусь

ООО «Микроинформ»

220029, г. Минск  
пр-т Матвеева, 11,  
литер Г 2/кл. пом. № 2

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

+375 17 366 56 94  
+375 17 368 56 90  
+375 17 354 56 96  
+375 17 353 57 11  
+375 29 192 47 00

© 2014 MOXA

**Учредитель**  
**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ**  
**РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Редакционная коллегия:**

<b>Мороз Д.Р.</b>	к.т.н., доцент, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
<b>Реентович С.В.</b>	заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)
<b>Бондарь А.М.</b>	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
<b>Дрозд П.В.</b>	генеральный директор ГПО «Белэнерго»
<b>Забелло Е.П.</b>	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
<b>Закревский В.А.</b>	к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии
<b>Карницкий Н.Б.</b>	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
<b>Кушнарченко А.И.</b>	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
<b>Лиштван И.И.</b>	д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
<b>Майоров В.В.</b>	генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
<b>Малашенко М.П.</b>	заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности
<b>Русан В.И.</b>	д.т.н., профессор, председатель правления Ассоциации «Возобновляемая энергетика»
<b>Рыков А.Н.</b>	к.т.н., директор РУП «Белнипиэнергопром»
<b>Седнин В.А.</b>	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ
<b>Фурсанов М.И.</b>	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ
<b>Якубович П.В.</b>	директор РУП «БЕЛТЭИ»

## СОДЕРЖАНИЕ

### НОВОСТИ

Вопросы развития энергетического комплекса страны обсуждены на высшем уровне.....	4
Первый энергоблок БелАЭС введен в промышленную эксплуатацию.....	6
ТЭК Беларуси .....	7
Мировая энергетика.....	10

### ПРИОРИТЕТЫ

<i>Закревский В.А.</i> Энергетическая интеграция на евразийском пространстве: предпосылки, составляющие и перспективы.....	13
---	----

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

<i>Целиков В.В.</i> Комплексная диагностика состояния фарфоровых изоляционных элементов высоковольтного оборудования в условиях эксплуатации.....	18
<i>Зуев С.М.</i> Модернизация и автоматизация учета электроэнергии как фактор совершенствования сбытовой деятельности .....	22
<i>Крук В.Н.</i> Опыт внедрения информационной системы «Метролог» в Гомельской энергосистеме .....	25
<i>Кудряшов В.Ф.</i> Современные подходы к повышению грозоупорности ВЛП и опытно-промышленных ВЛЗ.....	27

### ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

<i>Сошко Д.В.</i> Изолирующее соединение – элемент безопасности системы газоснабжения .....	31
--	----

### МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

<i>Забелло Е.П.</i> Обеспечение адресной надежности потребителей электроэнергии .....	33
--	----

### ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

<i>Савченкова О.Н., Кузнецов В.А.</i> О некоторых аспектах проведения проверок дымовых и вентиляционных каналов в жилищном фонде.....	37
<i>Годяцкий А.М.</i> Газовый надзор. Первые итоги работы Кричевского МРО .....	41

### ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Энергия позитива: молодежь выбирает атомную энергетику .....	43
--	----

*В Минске состоялся первый Молодежный атомный форум ProAtom*

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Пилипчик Е.И.

Практика формирования культуры безопасности персонала в Гродненской энергосистеме.....45

## НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Анищенко В.А., Микелевич О.А.

Контроль достоверности и статистическое оценивание измеряемых переменных в системах энергоснабжения .....48

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ОПЫТ

Прудникович Ю.А.

Атомная энергетика Венгрии .....52

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Громова Г.В.

Введены новые руководящие указания в области предварительной очистки воды методами коагуляции и известкования .....55

Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.37.502-20 и СТП 33240.37.518-20

Шевалдин М.А.

Определены технические требования и типовые технические решения для систем оперативного постоянного тока ПС 35 кВ и выше .....58

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.133-21

Королев С.А., Синицына А.Л.

Введены нормы отвода земель для объектов электросетевого строительства .....60

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.38.100-21

## ПРАВО

Новости законодательства (май–июнь) .....62

## К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

### Белорусская энергосистема на пути к цифровизации

#### Цифровые подстанции

Беларусь является одним из лидеров в СНГ по уровню развития цифровых технологий в энергетике, обогнав по применению микропроцессорных РЗА Россию и другие страны Содружества. В материале представлена информация о ходе внедрения в Белорусской энергосистеме цифровых подстанций. Эта технология является основой цифровизации электроэнергетики и важнейшим элементом умных сетей (Smart Grid).

Читайте во вкладке

## Энергетическая безопасность

### Традиционная и ядерная энергетика

### Газоснабжение и торфяная промышленность

### Возобновляемая и малая энергетика

### Энергоэффективность и экология

### Энергетический и газовый надзор

#### Редакция:

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редактор	Лемехова Д.Д.
Компьютерный 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 24.06.2021 г., формат 60x90%, тираж 1460 экз., заказ 2305.

© Информационно-издательский центр  
ОАО «Экономэнерго», 2021

## ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ ОБСУЖДЕНЫ НА ВЫСШЕМ УРОВНЕ

3 июня Глава государства принял с докладом заместителя Премьер-министра Ю.В. Назарова, помощника Президента А.Н. Косинца и Министра энергетики В.М. Каранкевича. В ходе доклада состоялось обсуждение вопросов развития энергетического комплекса страны, в том числе реализации проекта по сооружению Белорусской атомной станции.



Глава государства отметил, что мощность Белорусской энергосистемы превысила 10 тыс. МВт. В ее состав входит более 280 тыс. км электрических и 7,5 тыс. км тепловых сетей. Энергосистема генерирует около 4 % валового внутреннего продукта страны. «Хозяйство огромное, особенно с вводом нового источника энергии – Белорусской атомной станции», – подчеркнул А.Г. Лукашенко. В связи с завершением этапа опытно-промышленной эксплуатации первого энергоблока БелАЭС Президента интересовали вопросы функционирования энергоблока, а также перспективы использования атомной энергии в стране.

Министр энергетики В.М. Каранкевич доложил Главе государства об основных направлениях развития энергетической сферы.

## Объем электрогенерации превысил плановый уровень

В.М. Каранкевич отметил, что энергосистемой обеспечено в целом устойчивое и надежное снабжение потребителей электрической и тепловой энергией. На системном уровне идет модернизация основных производственных фондов, реализуются мероприятия по интеграции БелАЭС в энергосистему страны и увеличению электропотребления. В полном объеме завершено строительство электрокотлов на объектах ГПО «Белэнерго», продолжают работы по строительству пиково-резервных энергоисточников на четырех крупных электростанциях страны. Объем производства электрической энергии в январе – апреле текущего года достиг 14,4 млрд кВт·ч, что составляет 109,4 % к уровню аналогичного периода 2020 года.

## Потребление электроэнергии населением выросло в четыре раза

В Беларуси значительно выросло потребление электроэнергии населением для отопления и горячего водоснабжения, сообщил Министр энергетики. В стране приняты соответствующие стимулирующие меры – действуют льготные тарифы, возмещается часть расходов граждан, которые приобретают электрооборудование и реконструируют электросетевую проводку дома. Это дало мощный стимул к увеличению использования электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения в жилищном фонде, подчеркнул В.М. Каранкевич и уточнил, что электропотребление на эти цели за четыре месяца 2021 года составило 122 млн кВт·ч. Это не только рост в четыре раза по сравнению с уровнем 2020-го, но и превышение объема потребления за весь прошлый год.

## Выдана лицензия на эксплуатацию первого энергоблока БелАЭС

Министр энергетики проинформировал, что на первом энергоблоке Белорусской АЭС завершена опытно-промышленная эксплуатация, проведено комплексное опробование оборудования на номинальной мощности реакторной установки. С момента включения энергоблока в сеть выработано более 2,6 млрд кВт·ч электроэнергии. Это позволило расчетно заместить около 670 млн м<sup>3</sup> природного газа. Лицензия на эксплуатацию энергоблока выдана 2 июня.

## Близится к завершению строительство второго энергоблока

Что касается энергоблока № 2, то его строительная готовность составляет 85 %. В апреле этого года на площадку БелАЭС поставлено свежее ядерное топливо для второго энергоблока. Оно прошло входной контроль и находится в хранилище. Загрузка топлива в реактор планируется осенью. Это положит начало этапу физического пуска второго энергоблока. Предполагается, что его включение в сеть состоится в конце 2021 – начале 2022 года.



Фото Егора Павлющика, БЕЛТА



Фото Егора Павлющика, БЕЛТА



ОРУ-110 ПС «Озериче»



Гомельская ТЭЦ-1

Глава государства положительно оценил работу отрасли. Он подчеркнул, что энергетики никогда не подводили, в том числе при возникновении нештатных ситуаций.

*По материалам БЕЛТА и сайта Президента Республики Беларусь*

# ПЕРВЫЙ ЭНЕРГОБЛОК БЕЛАЭС ВВЕДЕН В ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ



10 июня 2021 года приемочная комиссия под председательством заместителя Премьер-министра Ю.В. Назарова подписала акт приемки в эксплуатацию пускового комплекса первого энергоблока Белорусской АЭС. Решение комиссии принято на основании лицензии на промышленную эксплуатацию первого энергоблока, выданной Министерством по чрезвычайным ситуациям, и базируется на положительных заключениях надзорных органов и рабочей комиссии БелАЭС.

К работе приемочной комиссии, в состав которой вошли представители Минэнерго, МЧС, Минстройархитектуры, Минприроды, Минздрава, МВД, Госстандарта, Гродненского облисполкома, ГПО «Белэнерго», а также российских компаний ИК «АСЭ», «Атомстройэкспорт», «Атомтехэнерго», широко привлекались профильные специалисты и ученые.

Этапу промышленной эксплуатации первого энергоблока предшествовал большой объем работ по проверке готовности технологических систем и оборудования к освоению тепловой и электрической мощности, проведению необходимых испытаний, подготовке персонала. В настоящее время блок работает на номинальном уровне мощности реакторной установки. С момента его включения в объединенную энергосистему выработано почти 3 млрд кВт·ч электроэнергии.

Российский проект «АЭС-2006» нового поколения «три плюс», выбранный для строительства Белорусской АЭС, отличается повышенными характеристиками безопасности и соответствует самым высоким международным требованиям и рекомендациям МАГАТЭ. В возведении БелАЭС приняли участие 36 строительных организаций. Число строителей на пике возведения АЭС достигало 8,5 тыс. человек.

Вручая генеральному директору РУП «Белорусская атомная электростанция» М.В. Филимонову символический ключ от энергоблока, первый заместитель генерального директора по атомной энергетике Госкорпорации «Росатом», президент АО ИК «АСЭ» А.М. Локшин назвал ввод первого в стране энергоблока АЭС историческим событием и подчеркнул, что Беларусь стала обладателем самого современного и безопасного объекта.

*По материалам сайта Минэнерго и Управления коммуникаций Инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом»*

*Фото Егора Павлющика, БЕЛТА*



# ТЭК БЕЛАРУСИ

## БелАЭС получила свежее ядерное топливо для первой перегрузки

На Белорусской АЭС успешно завершился входной контроль свежего ядерного топлива, поставленного из России для первой плановой перегрузки топлива на энергоблоке № 1. До начала загрузки все ТВС будут находиться в хранилище свежего ядерного топлива.

Проектная стратегия использования топлива в реакторах ВВЭР-1200 БелАЭС предусматривает четырехгодичный топливный цикл с одной перегрузкой раз в 12 месяцев во время планово-предупредительного ремонта. Стартовая загрузка и первая перегрузка топлива на каждом энергоблоке входят в генеральный контракт на строительство электростанции. Поставки свежего топлива по прямому контракту между АО «ТВЭЛ» и Белорусской АЭС начнутся с 2022 года.

Весной этого года на Белорусской АЭС успешно завершился входной контроль стартовой загрузки топлива для энергоблока № 2.

## Потребление торфа в цементной промышленности и ЖКХ растет

16 июня в ходе встречи с трудовым коллективом ОАО «Торфопредприятие Днепровское» Министр энергетики В.М. Каранкевич отметил, что в период с 2008 по 2020 год на модернизацию организаций торфяной отрасли направлено более 320 млн руб., что позволило значительно обновить производственные фонды торфяных заводов и сделать более комфортными условия труда.



Ежегодно в стране добывается около 2 млн т торфа, производится 1,2 млн т торфяной продукции, порядка 80 % которой реализуется внутри страны. Помимо традиционных направлений использования торфа осуществляются проекты по переводу котельных ЖКХ на фрезерный торф. За последние пять лет завершено пять таких проектов, планируется осуществить еще 12. Растут также объемы потребления торфяного топлива в цементной отрасли.

Министр подчеркнул, что в новой Программе комплексной модернизации торфобрикетных производств на 2021–2025 годы основной акцент сделан на развитие сырьевых баз. Для каждой организации отрасли определены производственные и экономические показатели, особое внимание будет уделяться расширению ассортимента выпускаемой продукции, поиску новых рынков сбыта.

## Беларусь и Смоленская область выработали алгоритм взаимовыгодного сотрудничества

30 апреля в рамках реализации Соглашения между Правительством Республики Беларусь и Администрацией Смоленской области о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической и социально-культурной областях в режиме видеоконференции состоялось очередное заседание Рабочей группы по сотрудничеству Республики Беларусь со Смоленской областью Российской Федерации.

Белорусскую делегацию возглавил заместитель Министра энергетики Д.Р. Мороз, делегацию Смоленской области – заместитель губернатора Смоленской области А.В. Стрельцов. В ходе мероприятия стороны обменялись мнениями по широкому кругу вопросов двусторонней повестки дня, обсудили текущее состояние и перспективы сотрудничества в области промышленности, сельского хозяйства, жилищного и дорожного строительства, нефтехимии, энергетики и др.

По результатам заседания была выработана согласованная позиция по алгоритму дальнейших совместных действий и намечены конкретные решения, реализация которых позволит придать дополнительный импульс развитию взаимовыгодного сотрудничества.

Достигнутые по итогам заседания договоренности нашли отражение в итоговом протоколе, подписанном сопредседателями Рабочей группы Д.Р. Морозом и А.В. Стрельцовым.

## Подведены итоги работы организаций ГПО «Белэнерго» в первом квартале

14 мая в Минске состоялось заседание Президиума Совета ГПО «Белэнерго» с участием Министра энергетики В.М. Каранкевича. Основным вопросом повестки дня стали итоги работы организаций объединения в первом квартале.

Так, выработка электроэнергии источниками ГПО «Белэнерго» составила 10,03 млрд кВт·ч, потребление электроэнергии – 10,64 млрд кВт·ч, освоение инвестиций в основной капитал – 360,7 млн руб. В соответствии с графиками выполнены ремонты энергооборудования, заменено и построено 26,4 км тепловых сетей в однопроводном исчислении, введено в эксплуатацию 246,58 км линий электропередачи 0,4–10 кВ.

Среди основных задач организаций генеральный директор ГПО «Белэнерго» П.В. Дрозд назвал повышение эффектив-

## Кадровые назначения

### Александр Станиславович Торч назначен на должность заместителя генерального директора ГПО «Белэнерго»



Александр Станиславович Торч родился 29 сентября 1976 года в г. Волковыске. В 2006 году окончил Белорусский государственный экономический университет по специальности «Финансы и кредит», в 2019-м – магистратуру Гродненского государственного университета имени Янки Купалы по специальности «Правовое обеспечение альтернативных способов

урегулирования конфликтов и споров».

Трудовую деятельность Александр Станиславович начал в 1995 году в распределительных сетях Волковысских электросетей – работал электрослесарем в службе распределительных сетей и службе подстанций 35 кВ и выше.

С 2003 по 2015 год работал бухгалтером отдела сбыта электроэнергии Волковысских электросетей, экономистом по финансовой работе финансового отдела РУП «Гродноэнерго», заместителем начальника и начальником контрольно-ревизионного отдела, начальником службы внутреннего контроля предприятия. С 2015 по 2021 год занимал должность заместителя генерального директора по общим вопросам РУП «Гродноэнерго».

С 1 июня работает заместителем генерального директора ГПО «Белэнерго».

### Руслан Михайлович Волков назначен генеральным директором РУП «Могилевоблгаз»



Руслан Михайлович Волков родился 22 декабря 1973 года в г. Бобруйске. В 1996 году окончил Могилевский машиностроительный институт, в 2012 году прошел переподготовку в Академии управления при Президенте Республики Беларусь.

В РУП «Могилевоблгаз» работает с 2005 года. Начинал монтажником наружных трубопроводов 3-го разряда Бобруйского

РПУ газового хозяйства. В 2006 году переведен на должность инженера по технадзору ПТО. В 2007-м назначен начальником службы эксплуатации и ремонта внутридомового газового оборудования, затем – главным инженером Бобруйского РПУ. С 2015 года занимал должность директора филиала «Бобруйское производственное управление».

Генеральным директором РУП «Могилевоблгаз» работает с 3 мая.

ности работы энергоснабжающих организаций и обеспечение надежного и бесперебойного снабжения потребителей электрической и тепловой энергией, исключение смертельных случаев на производстве, противодействие коррупции, укрепление производственной дисциплины. Он также подчеркнул необходимость принятия мер по улучшению надежности оборудования всех видов.

В свою очередь Министр энергетики, подводя итоги заседания, отметил положительную динамику в деятельности всех организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

### В УП «МИНГАЗ» внедрена инновационная технология замены запорной арматуры

25 мая службой эксплуатации объектов газораспределительных систем УП «МИНГАЗ» проведены работы по замене запорной арматуры № 450 диаметром 426 мм в г. Минске с применением инновационной стоп-системы. В рамках работы технического совета ГПО «Белтопгаз» объект посетил первый заместитель генерального директора объединения Д.В. Шавловский вместе с главными инженерами и представителями областных газоснабжающих организаций.

Благодаря использованию стоп-системы было сэкономлено более 2900 м<sup>3</sup> газа. Работы выполнялись без перерыва газоснабжения многоквартирных жилых домов, а также девяти коммунально-бытовых потребителей и ряда ведомственных котельных.



Впервые этот инновационный метод на трубопроводах такого диаметра был применен в столице 21 мая и позволил сэкономить более 5000 м<sup>3</sup> природного газа. До конца года планируется задействовать стоп-систему порядка десяти раз в ходе работ на газопроводах не только в Минске, но и в других регионах страны.

### В Минске впервые внедряются распределительные сети номинальным напряжением 20 кВ

В столице впервые планируется построить распределительные сети номинальным напряжением 20 кВ,

включая ПС 110 кВ с питающими кабельными линиями 110 кВ. Сооружение питающих и распределительных сетей среднего и высокого класса напряжения на территории застройки района «Северный берег» будут осуществлять Минские кабельные сети.

В рамках проекта предполагается реализовать современные схемные решения, внедрить передовые системы автоматизации распределительных сетей, а также инновационные системы связи, контроля, учета электроэнергии и др. Это позволит снизить потери электроэнергии и увеличить пропускную способность сетей, обеспечив таким образом возможность использования электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения.

Ввод первых объектов напряжением 20 кВ запланирован на четвертый квартал 2022 года.

### Сезон добычи торфа 2021 года продолжается

В апреле стартовал сезон добычи торфа на торфоперерабатывающих предприятиях ГПО «Белтопгаз». Первыми в этом

году к работам приступили 4 из 16 организаций: ОАО «Торфобрикетный завод «Гатча-Осовский», ОАО «ТБЗ Усяж», ОАО «Туршовка», ПУ «Витебскторф». К середине июня объем добычи торфа всеми предприятиями объединения составил 402,3 тыс. т.

В преддверии открытия сезона была подготовлена торфодобывающая техника, созданы запасы топлива, в полном объеме выполнены болотно-подготовительные работы на действующих площадях добычи. Степень готовности каждого предприятия отрасли к прохождению сезона добычи торфа 2021 года рассмотрена на заседании Президиума Совета ГПО «Белтопгаз».

В текущем сезоне организациям торфяной промышленности объединения предстоит добыть не менее 1505,6 тыс. т торфа, произвести 884,9 тыс. т топливных брикетов и сушенки торфяной, 88,0 тыс. т торфа верхового кипованного и 51,1 тыс. т питательных грунтов.

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

### Сайт Министерства энергетики стал лауреатом интернет-премии «ТИБО-2021»

Интернет-ресурс Министерства энергетики Республики Беларусь стал лауреатом ежегодного конкурса «Интернет-премия», проводимого в рамках международной специализированной выставки «ТИБО», в номинации «Органы государственного управления». Всего в номинации в этот раз было рассмотрено 68 заявок.

Профессиональная премия присуждается сетевым работам, созданным в национальном сегменте глобальной сети Интернет, за весомые социокультурные, технологические и художественные достижения в области информации, культуры, искусства и образования.



### Коллектив УП «Витебскоблгаз» – победитель производственного соревнования коллективов газоснабжающих организаций

По результатам работы за 2020 год решением постоянно действующей комиссии победителем соревнования и обладателем главного приза – переходящего наградного кубка – признан коллектив УП «Витебскоблгаз».

22 апреля генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко торжественно вручил кубок победителя генеральному директору УП «Витебскоблгаз» П.П. Шершеню, поздравил руководство и коллектив предприятия с заслуженной победой и пожелал дальнейших производственных достижений.

### Команда Минэнерго одержала победу в соревнованиях по плаванию

Команда Минэнерго заняла первое общекомандное место в соревнованиях по плаванию XXII спартакиады работников центральных аппаратов республиканских органов государственного управления.

В личном зачете среди женщин 2-е место завоевала заместитель Министра энергетики О.Ф. Прудникова, среди мужчин 3-е место занял заместитель Министра энергетики С.В. Реентович.



**Поздравляем и желаем дальнейших успехов!**

# МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

## В Европе ощущается нехватка газа

Цены на газ в Европе остаются на рекордно высоком за последние годы уровне, хотя обычно летом они падают. Поводом стала нехватка топлива и невозможность конкуренции со стороны угля. Спотовые цены на крупнейшем хабе TTF весь май стабильно превышали \$ 300 за 1000 м<sup>3</sup> и пока не отступают от максимумов.



Подобная ситуация на европейском газовом рынке наблюдалась только в 2011–2014 годах. Тогда она была связана с высокими ценами на нефть. В настоящее время проблемы возникли из-за ограничения предложения со стороны Норвегии и России – основных поставщиков газа. В Норвегии начались профилактические работы на объектах инфраструктуры добычи, а «Газпром» отказывается увеличивать поставки, поскольку объем транзита через Украину зафиксирован контрактом, а выкупать дополнительные мощности компания не хочет.

Импорт сжиженного природного газа (СПГ), который выручал Западную Европу в прошлые годы, на этот раз вынужденно сокращен. В мае поставки снизились на 29 % (7 млн т), поскольку газозвезы из-за более высокой премии направляются на азиатские рынки. По оценке Vygon Consulting, в период с января по май Европа купила 37 млн т СПГ – 23 % мирового производства. Аналитики ожидают, что до конца года картина не изменится.

Между тем поставки угля, который обычно заменяет газ в энергетике, не увеличиваются. Во-первых, этот энергоресурс за год подорожал (более чем в 1,6 раза), а во-вторых, в Европе резко увеличили сборы за его использование.

## США могут уступить свою долю на рынке нефти России и Саудовской Аравии

По прогнозу компании Rystad Energy, в ближайшие годы США не смогут увеличивать добычу сланцевой нефти такими же высокими темпами, как до пандемии. С января 2020 года по март 2021-го в стране обанкротились 54 энергетические компании. Хотя сейчас нефтяные цены уже вернулись к докризисным значениям, комфортным для сланцевиков, число банкротств в отрасли продолжает расти. Более того, количество нефтяных буровых установок в США по-прежнему в два раза ниже, чем в конце 2019 года.

Большинство сланцевых месторождений осваивалось под новые технологии гидроразрыва изначально в долг и с рисками. Однако расчет на быструю отдачу не оправдался. Кроме того, малые и средние операторы отрасли все больше опасаются ужесточения регулирования со стороны новой администрации США. Отмена льгот для нефтяников и введение высоких налогов на выбросы углекислого газа может привести к тому, что сланцевая добыча так и не восстановится до уровней начала 2020 года.

Эксперты считают, что на фоне оживления глобальной экономики, пострадавшей от последствий COVID-19, потребление топлива в мире в ближайшие годы будет уверенно расти. Поскольку темпы добычи сырья в Штатах снизятся, покрыть растущий объем мирового спроса на нефть смогут страны – участницы сделки ОПЕК+.

С начала пандемии доля США в мировой добыче нефти уже сократилась с 15 % до 14 %. К середине 2022-го, когда ожидается восстановление производства странами ОПЕК+, доля Штатов может временно снизиться до 13,3–13,5 %.

## В Северном море появится первый в мире искусственный энергоостров

Датская энергокомпания и крупнейший пенсионный фонд Дании ATP подали совместную заявку на участие в тендере на строительство в Северном море первого в мире искусственного энергетического острова, который объединит ветроэлектростанции суммарной мощностью до 10 ГВт. Определить победителя власти рассчитывают в начале 2023 года.

Строительство энергоострова должно стать вкладом Дании в европейский переход к экологически чистым технологиям, включающий строительство крупномасштабных морских ветропарков и создание инфраструктуры, связывающей различные ВИЭ.

Еще в феврале датский парламент одобрил реализацию крупнейшего в истории королевства строительного проекта, оцениваемого в 34 млрд долларов. Его основным акционером будет государство.

Энергетический остров расположится почти в 80 км от Ютландского полуострова. На площади 120 тыс. м<sup>2</sup> планируется разместить 200 ветрогенераторов. Искусственный остров будет иметь решающее значение для дальнейшего развития ветроэнергетики в Северном море. Предполагается, что в будущем его размер может вырасти втрое.

## Завершено строительство первой нитки «Северного потока – 2»

Строительство первой нитки газопровода «Северный поток – 2» технически завершено. 11 июня начались пусконаладочные работы по заполнению его газом.

Трубоукладка была закончена 4 июня, а 10 июня осуществлен захлест – морские секции газопровода, уложенные со

стороны России и Германии, соединены между собой. Работы по укладке труб подводной части второй нитки газопровода продолжаются.

К настоящему моменту «Северный поток – 2» готов на 95 %. Строительство газовой магистрали через Балтийское море предполагается завершить до конца года. Изначально запуск был запланирован на конец 2019 года, однако из-за американских санкций его пришлось откладывать несколько раз.

### Южная Корея построит крупнейший в мире плавучий ветропарк

Власти Южной Кореи объявили о планах строительства крупнейшей в мире плавучей морской ветроэлектростанции. Стоимость проекта достигнет \$ 32 млрд, генерирующая мощность – 6 ГВт. Это примерно в три раза превышает мощности самых крупных ТЭС такой страны, как Австралия.

Проект планируют реализовать у побережья промышленного города Ульсан на юго-востоке страны. Ожидается, что эксплуатация ветропарка позволит обеспечивать электроэнергией 5,7 млн домов, при этом ежегодные выбросы парниковых газов снизятся на 9 млн т.

Плавучие морские ВЭС на сегодняшний день являются наиболее редким и дорогостоящим способом производства электроэнергии. Вместе с тем уже есть примеры успешного осуществления подобных проектов – Nuwind у берегов Шотландии и Windfloat у побережья Португалии. Эксперты научного издания Nature Energy считают, что к 2035 году плавучие ВЭС составят до четверти всех морских энергопроектов.

Несмотря на свою приверженность «зеленой» повестке, Южная Корея до сих пор сильно зависит от углеводородов. Два года назад на долю ВИЭ приходилось только 5 % всей выработки электроэнергии, из них 3 % составила доля ветро- и гелиогенерации. Выбросы углекислого газа при этом продолжили расти и в настоящее время превысили уровень 1990 года более чем в 2,5 раза.

К 2034 году в Южной Корее планируется остановить использование угля на 30 электростанциях с переводом 24 из них на природный газ. Установленная мощность возобновляемой генерации в стране к этому сроку должна достичь 42 % от общей выработки.

### В Китае приступили к сооружению новых атомных энергоблоков

19 мая в Китае прошла торжественная церемония, посвященная началу работ по сооружению энергоблоков № 7 и № 8 АЭС «Тяньвань», а также энергоблоков № 3 и № 4 АЭС «Сюйдапу». Участие в мероприятии в формате телемоста приняли президент России В.В. Путин и председатель КНР Си Цзиньпин.

Совместный российского-китайский проект в области атомной энергетики реализуется в рамках подписанного три года назад стратегического пакета соглашений. Новые энергоблоки станут значимым дополнением уже существующих атомных мощностей КНР, обеспечив бесперебойное поступление электроэнергии в сети страны.

Энергоблоки Тяньваньской АЭС вносят весомый вклад в обеспечение энергетической безопасности Китая. На данный момент они выработали уже более 268 млрд кВт·ч.

### Литва зарезервировала наибольшее количество мощностей СПГ-терминала за всю его историю

Литовская компания Klaipėdos Nafta (KN) завершила ежегодную процедуру распределения мощностей на клайпедском терминале сжиженного природного газа (СПГ). В будущем газовом году, который начнется 1 октября, зарезервировано самое большое количество мощностей СПГ-терминала за всю его историю. Его будут использовать три компании, включая норвежский энергетический концерн Equinor ASA.

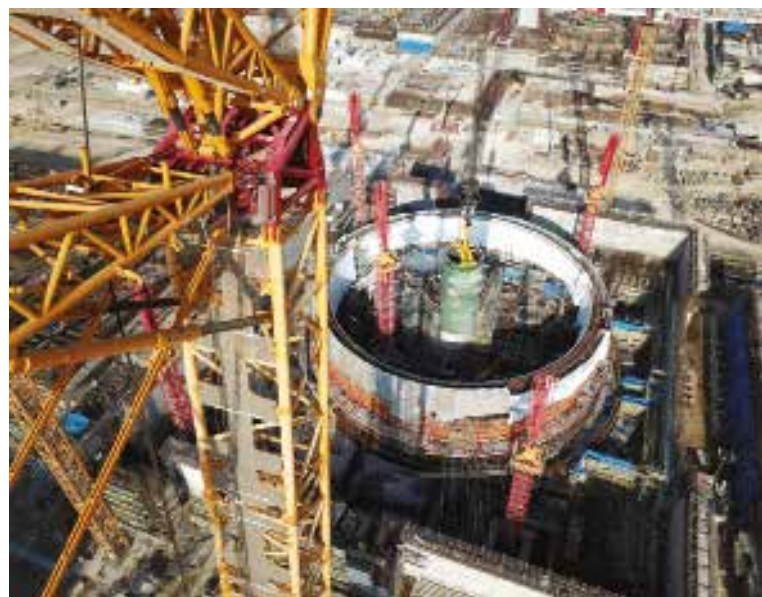
В текущем газовом году СПГ-терминал в Клайпедде принял 49 танкеров-газовозов, до 30 сентября ожидается прибытие еще 11 танкеров. Основной поставщик газа – США.

### В Турции установлен первый корпус реактора АЭС «Аккую»

На площадке строительства турецкой АЭС «Аккую» завершена установка корпуса реактора энергоблока № 1. Это один из ключевых этапов сборки основного оборудования.

До этого на первом энергоблоке была смонтирована ловушка расплава, проведено бетонирование опорной и упорной ферм, а также установлена сухая защита и тепловая изоляция цилиндрической части корпуса реактора. Непосредственно перед установкой корпуса смонтировано опорное кольцо, на которое приходится основная весовая нагрузка.

Монтаж корпуса реактора выполнен по технологии Open Top – через открытый верх цилиндрической части здания реактора. Этот способ позволяет оптимально совмещать строительные и монтажные операции, начинать монтировать оборудование и трубопроводы до завершения бетонирования перекрытий. Технология успешно зарекомен-



довала себя на стройплощадках многих атомных станций в Китае, Японии, Болгарии и России, в том числе использовалась при сооружении энергоблоков Ленинградской АЭС-2 с реакторами ВВЭР-1200. Методом Open Top на блоках АЭС «Аккую» планируется выполнить монтаж парогенераторов, компенсаторов давления, главных циркуляционных насосов и другого основного технологического оборудования реакторных зданий.

### В России началось строительство энергоблока с реактором на быстрых нейтронах

8 июня на площадке Сибирского химического комбината (г. Северск, Томская область) началось строительство атомного энергоблока с инновационным реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300.

Новый реактор со свинцовым теплоносителем и новым смешанным нитридным уран-плутониевым топливом, оптимальным для реакторов на быстрых нейтронах, будет иметь установленную мощность 300 МВт. Он станет частью опыт-



ного демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК), который является важнейшим объектом для мировой ядерной отрасли. Этот кластер ядерных технологий будущего включает три взаимосвязанных объекта, не имеющие аналогов: модуль по производству (фабрикации/рефабрикации) уран-плутониевого ядерного топлива, энергоблок БРЕСТ-ОД-300, а также модуль по переработке облученного топлива. Таким образом, впервые в мировой практике на одной площадке будут объединены АЭС с «быстрым» реактором и станционный замкнутый ядерный топливный цикл. Облученное топливо после переработки будет направляться на рефабрикацию (повторное изготовление свежего топлива). Таким образом, АЭС будет независимой от внешних поставок энергоресурсов. Благодаря переработке ядерного топлива бесконечное количество раз ресурсная база атомной энергетики станет практически неисчерпаемой.

### Утвержден план реализации Энергетической стратегии России до 2035 года

Развитие рынка малотоннажного сжиженного природного газа, открытие полигонов низкоуглеродного производства водорода, расширение зарядной инфраструктуры для электромобилей – эти и многие другие инициативы включены в план реализации Энергетической стратегии до 2035 года.

В стратегии, принятой летом прошлого года, в качестве основных целей развития ТЭК страны обозначены такие направления, как содействие социально-экономическому развитию, а также укрепление и сохранение позиций в мировой энергетике. Способствовать их достижению будет принятый правительством план.

В документ вошло более 130 мероприятий, затрагивающих все отрасли ТЭК – от нефтегазодобычи до электроэнергетики и теплоснабжения. Под каждую отраслевую задачу предложен свой комплекс инициатив. При этом большая их часть будет реализована уже в 2021–2022 годах.

Основной ориентир при развитии электроэнергетики – рост надежности электроснабжения. С этой целью запланированы мероприятия по внедрению интеллектуальных систем управления, а также технологий удаленного мониторинга и диагностики состояния сетей. Параллельно будут совершенствоваться процедуры техприсоединения, приниматься меры для снижения потерь при передаче электроэнергии.

Документ также предусматривает отдельные мероприятия по повышению энергоэффективности отраслей ТЭК, стимулированию использования возобновляемых источников энергии, разработке отечественных технологий низкоуглеродного производства водорода. Отдельный трек – формирование общего энергетического рынка на пространстве ЕАЭС.

### Протестирована технология преобразования энергии космического излучения

Одно из наиболее значимых открытий XXI века в сфере электрогенерации – технология Neutrinovoltaic, обещающая решить глобальные экономические и экологические проблемы на пути энергетического перехода от традиционной энергетики к экологичной.

Эксперты считают, что открытие профессора Хольгера Шубарта, позволяющее преобразовывать энергию космического излучения в электрическую, является выдающимся достижением, а сама технология – весьма жизнеспособной и перспективной. Возможность использования бросовой космической энергии может стать решением проблемы исчерпания ископаемых энергоресурсов.

В основе технологии лежит создание многослойного наноматериала из чередующихся слоев графена и легированного кремния, наносимых односторонне на металлическую фольгу. При воздействии различных энергетических полей природного и искусственного происхождения, включая поток космических нейтрино, графен усиливает колебания своих атомов. В результате возникают резонансы атомных вибраций, которые снимаются с фольги в виде постоянного тока.

*Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов*



В.А. ЗАКРЕВСКИЙ,  
к.т.н., директор Департамента энергетики  
Евразийской экономической комиссии

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ НА ЕВРАЗИЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: ПРЕДПОСЫЛКИ, СОСТАВЛЯЮЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Глобальные процессы современного экономического и социального развития прямо или косвенно связаны с энергоресурсами, надежный доступ к которым входит в число основных приоритетов каждого государства. Уровень обеспеченности энергетическими ресурсами, масштабы их добычи и экспорта стали одними из основных факторов мировой геополитики. Во всем мире нарастает конкурентная борьба за освоение энергоресурсов, их экспорт и возможность транспортировки по новым маршрутам.



## Производство электроэнергии в ЕАЭС

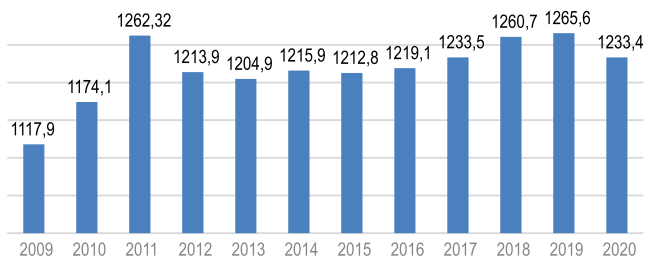
Электроэнергетика ЕАЭС имеет хороший запас устойчивости. Основы отрасли были заложены во времена Советского Союза. С его распадом электроэнергетический сектор каждого из вновь образованных независимых государств, изначально сформированный как часть единой энергетической системы, оказался в непростой ситуации. С одной стороны, национальные энергосистемы имели единую технологическую основу и их связывали высоковольтные линии электропередачи, с другой – возникла необходимость в выстраивании новых взаимоотношений между государствами при управлении этими энергосистемами и осуществлении взаимных поставок электроэнергии.

В настоящее время в ЕАЭС существует профицит важнейшего для экономики ресурса – электроэнергии, несмотря на то что в 2020 году объем генерации уменьшился до уровня 2017 года. Так, по итогам прошлого года совокупное произ-

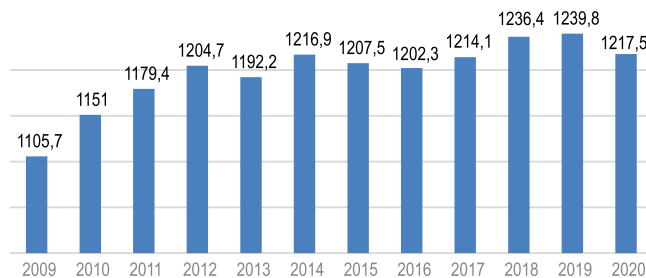
Энергоресурсы стран ЕАЭС

Евразийский экономический союз располагает масштабными запасами первичных энергоресурсов и занимает одно из первых мест в мире по объемам добычи и экспорта углеводородного сырья. Исторически государ-

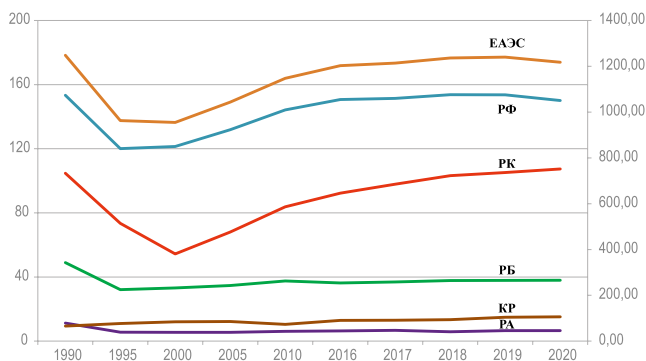
ства – члены Союза активно взаимодействуют в сферах добычи, транспортировки и переработки топливно-энергетических полезных ископаемых, а их энергосистемы функционируют в тесной взаимосвязи друг с другом.



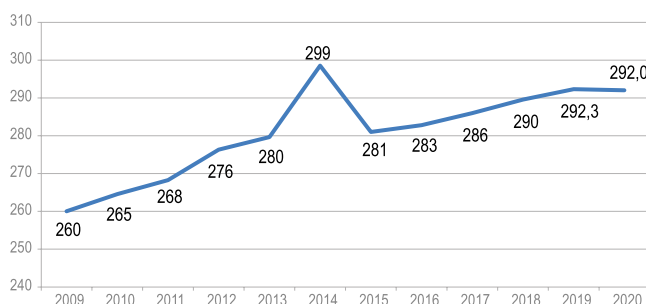
Выработка электроэнергии государствами – членами ЕАЭС с 2009 по 2020 год, млрд кВт·ч



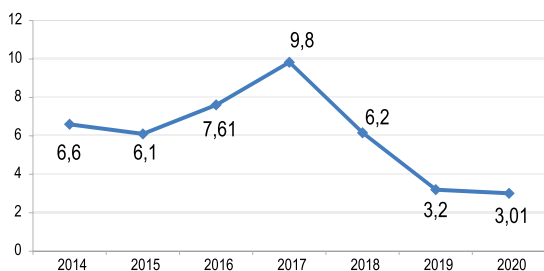
Потребление электроэнергии государствами – членами ЕАЭС с 2009 по 2020 год, млрд кВт·ч



Динамика изменения потребления электроэнергии государствами – членами ЕАЭС с 1990 по 2020 год, млрд кВт·ч



Суммарная установленная мощность энергосистем государств – членов ЕАЭС с 2009 по 2020 год, ГВт



Динамика объемов взаимной торговли электроэнергией в рамках ЕАЭС с 2014 по 2020 год, млрд кВт·ч

водство электрической энергии странами евразийской «пятерки» составило порядка 1233 млрд кВт·ч при суммарном потреблении 1217 млрд кВт·ч.

Очевидно, что пандемия оказала влияние на все отрасли мировой экономики, в том числе на энергетику. В условиях карантина и самоизоляции побывало примерно две трети населения планеты, в связи с этим была приостановлена или полностью прекращена деятельность многих крупных предприятий, а также субъектов малого и среднего бизнеса. Это привело к изменениям в потреблении энергоресурсов во всем мире и, в частности, в ЕАЭС, где по сравнению с 2018–2019 годами электропотребление значительно снизилось. Помимо карантинных мер этому способствовали и климатические явления в ряде стран Союза: теплая зима в России, маловодье в Кыргызстане и др. Снижение спроса на электроэнергию привело к падению доходов генерирующих, сетевых и сбытовых организаций. Компании отрасли были вынуждены приостановить часть плановых работ и скорректировать инвестиционные программы.

Наиболее показательным стало изменение структуры потребления электроэнергии в государствах – членах ЕАЭС. К примеру, в России и Казахстане наибольшее его снижение пришлось на промышленность, в то время как население и отрасли телекоммуникации использовали больше электроэнергии, чем обычно. В Беларуси, где производственные и электроэнергетические предприятия функционировали в обычном режиме, изменение динамики и структуры потребления электроэнергии оказалось менее ощутимым.

Сегодня установленная генерирующая мощность энергосистем государств – членов ЕАЭС достигает 292 ГВт и имеет потенциал для увеличения объемов выработки электроэнергии. При этом процент износа основных производственных фондов в энергетике достаточно высок.

Так, в Российской Федерации почти 60 % оборудования ТЭС и подстанций, 80 % – ГЭС, 35 % – АЭС проработало свыше 30 лет. В распределительном электросетевом комплексе нормативный срок выработало 70 % оборудования, а износ испытательных и стендовых устройств зачастую превышает 90 %. В других государствах ЕАЭС ситуация схожая. Изношенные установки не только неэффективны, но и создают трудности в обеспечении надежности и безопасности эксплуатации энергетических объектов. В связи с этим в странах Союза идет постоянный процесс вывода старых генерирующих мощностей и замены их более современными. Вводятся новые энергообъекты, в том числе атомные. В частности, в 2020 году в Беларуси запущен первый блок Белорусской АЭС, ввод в эксплуатацию второго запланирован на 2022 год. Общая проектная мощность станции составит около 2400 МВт.

Необходимым условием обеспечения в странах надлежущего уровня энергобезопасности, энергосбережения и энергоэффективности является нормальное и экономичное функционирование сетей.

Страны евразийской «пятерки» связаны магистральными линиями электропередачи, по которым в советское время осуществлялись значительные перетоки электроэнергии. Это говорит о том, что в условиях функционирования общего электроэнергетического рынка Союза существуют технические возможности увеличения объемов взаимных поставок электрической энергии. Однако в последние несколько лет наблюдается сокращение таких поставок. Эта тенденция об-

условлена как протекционистскими, так и техническими факторами: недостаточной разветвленностью линий электропередачи, неоптимальной загрузкой генерирующих мощностей, потерями в электрических сетях и др.

В целом приведенные данные позволяют утверждать, что электроэнергетическая отрасль ЕАЭС имеет хороший запас устойчивости и готова обеспечить возрастающие потребности государств-членов в электроэнергии, а избыток генерации создает условия для развития конкуренции среди генерирующих компаний.

### Формирование общего энергетического пространства

Энергетика играет одну из ключевых ролей в системе национальной безопасности каждой страны и влияет на политические, геополитические и геоэкономические процессы. Ее успешное функционирование является залогом надежного и эффективного энергоснабжения экономики и населения. В связи с этим все большую актуальность приобретает совместная деятельность стран Союза по формированию общего энергетического пространства, основанная на развитии транзитного потенциала и создании условий для увеличения трансграничных поставок энергоресурсов.

Сегодня государства евразийской «пятерки» прилагают усилия по проведению скоординированной энергетической политики, формированию балансов энергоресурсов и общих рынков энергоресурсов ЕАЭС. Результатом этой работы должно стать создание в пределах евразийского пространства недискриминационных, равных условий хозяйствования для субъектов общих рынков. Планируется, что это произойдет в течение ближайших пяти лет, а именно – до 1 января 2025 года, когда должны будут заработать общие рынки энергоресурсов.

В соответствии с Союзным договором главами государств ЕАЭС были утверждены концепции, а затем и программы формирования общих рынков электроэнергии, газа, нефти и нефтепродуктов.

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Установленная мощность электростанций энергосистем достаточна для обеспечения внутренних потребностей государств – членов ЕАЭС	В структуре топлива, используемого для производства электро- и теплоэнергии, преобладает один вид (для РБ – газ, для РК – уголь, для КР – гидроресурсы)
Все страны активно модернизируют ТЭК	Необходимость содержания избыточных мощностей
Развитые электрические связи ЛЭП (в том числе межгосударственных)	Высокий уровень затрат условного топлива на производство 1 кВт·ч (кроме РБ)
Наличие рыночных отношений в электроэнергетике во всех государствах – членах ЕАЭС, кроме РБ (наиболее полноценные рынки сформированы в РК и РФ, в РА действует модель «единого» покупателя, в КР – модель доминирующего производителя)	Не во всех государствах – членах ЕАЭС существуют рыночные механизмы ценообразования на оптовых и розничных рынках электроэнергии (присутствует государственное регулирование тарифов на электроэнергию)
Работа в параллельном режиме с другими энергосистемами государств – членов ЕАЭС (кроме РА)	Высокий уровень морального и физического износа генерирующего и электросетевого оборудования (особенно для КР)
Работа энергосистем государств – членов ЕАЭС (кроме РА) в межгосударственных объединениях (энергосистемы РБ и РФ входят в БРЭЛЛ, Южная энергосистема РК и энергосистема КР входят в ОЭС ЦА)	Высокая энергоемкость экономик государств – членов ЕАЭС
	Наличие различных видов перекрестного субсидирования
	Политическая нестабильность (начало распада БРЭЛЛ, сокращение энергообмена с сопредельными странами)

*Преимущества и недостатки общего энергетического пространства государств – членов ЕАЭС*

**Общий электроэнергетический рынок.** В сфере электроэнергетики подписаны три международных договора. Два из них связаны с присоединением Республики Армения и Кыргызской Республики к Договору о ЕАЭС. Эти документы, с одной стороны, делают возможной межгосударственную передачу электроэнергии по территориям Армении и Кыргызстана на взаимосогласованных условиях, с другой – позволяют осуществлять транзит электроэнергии из этих стран через территории государств-членов по внутренним тарифам.

Третий международный договор установил основы функционирования общего электроэнергетического рынка (ОЭР) ЕАЭС, определив его участников и инфраструктурные организации, полномочия по регулированию и управлению рынком, принципы трансграничной торговли электроэнергией.

Однако для запуска ОЭР требуется выполнить еще ряд мероприятий. Должны быть подготовлены правила функционирования рынка, которые будут регламентировать торговлю электроэнергией, доступ

к услугам по ее передаче через территории государств-членов, определение и распределение пропускной способности межгосударственных ВЛ, а также информационный обмен. Кроме того, должны быть приняты регламенты рынка. Вступление в силу названных документов положит начало работе общего рынка электроэнергии.

Создание ОЭР откроет возможность его участникам осуществлять трансграничную торговлю на евразийском пространстве. При этом стоимость электрической энергии будет формироваться с использованием биржевых механизмов, что обеспечит ее прозрачность. Все это создаст условия для повышения технической и экономической эффективности использования существующих генерирующих мощностей, надежности электроснабжения, а также будет способствовать оптимизации инвестиций в электроэнергетическую отрасль и формированию коллективной энергетической безопасности.

**Общие рынки газа, нефти и нефтепродуктов.** В соответствии с программами формирования общих рынков газа, нефти и нефте-

Общий электроэнергетический рынок ЕАЭС	Общие рынки газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС
Повышение энергетической безопасности и национальных экономик государств – членов ЕАЭС	Переход к рыночному ценообразованию, включая создание биржевой торговли газом, нефтью и нефтепродуктами на общих рынках
Увеличение объемов взаимной торговли электроэнергией	Обеспечение недискриминационного доступа к системам транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов, расположенным на территориях государств – членов ЕАЭС
Приоритетное предоставление доступа к межгосударственным сетям для участников из государств – членов ЕАЭС	Доступность энергоресурсов для хозяйствующих субъектов государств – членов ЕАЭС и населения
Сглаживание величин пиковых нагрузок в энергосистемах государств – членов ЕАЭС	Расширение рынков сбыта для независимых производителей газа, нефти и нефтепродуктов
Снижение затрат на содержание генерирующих источников	
Переход к рыночным механизмам ценообразования на электроэнергию	
Снижение доли затрат на электроэнергию в себестоимости конечной продукции	
<b>Основная задача:</b>	
<b>создание недискриминационных условий для участников общих рынков</b>	

*Преимущества формирования общих рынков энергоресурсов ЕАЭС*

продуктов Союза начата подготовка проектов правил их функционирования. Акты должны вступить в силу не позднее 1 января 2025 года. Таким образом, предполагается синхронизировать запуск общего рынка электроэнергии с запуском общесоюзных рынков нефти и газа, что позволит обеспечить равные конкурентные условия для производителей электроэнергии.

Принципиальные вопросы функционирования общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов будут регламентированы в международных договорах, работа над которыми ведется в настоящее время. Программами предусмотрено, что международный договор о формировании общего рынка газа будет заключен до 2023 года, а договор по нефтяному рынку – в 2024 году.

В настоящее время интенсивно реализуются мероприятия, направленные на формирование общих рынков углеводородов. Утверждены Порядки представления уполномоченными органами государств – членов ЕАЭС информации в электронной форме в рамках формирования общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, принято

Распоряжение Высшего Евразийского экономического совета о гармонизации законодательства государств – членов Союза в сфере транспортировки и поставки газа между государствами-членами, в целях гармонизации нефтяного законодательства главами государств утвержден соответствующий план мероприятий (дорожная карта).

Крайне важно выстроить недискриминационные механизмы работы рынков, поэтому особое внимание в ходе формирования общего рынка газа будет уделено ценообразованию, развитию биржевой торговли и обеспечению равного доступа к газотранспортным системам.

Учитывая, что многие электростанции работают на газе и стоимость первичных энергоресурсов сильно влияет на конкурентоспособность электроэнергии, общий рынок будет способствовать не только формированию рыночных цен на газ для потребителей, но и созданию равных условий для производителей в сфере газовой генерации во всех государствах.

В международном договоре о формировании общего рынка газа должны быть реализованы

принципы ценообразования и формирования тарифной политики на общем рынке, основанные на недискриминационной, добросовестной конкуренции. В рамках общего рынка газа будет обеспечена возможность покупать этот энергоресурс на бирже. Для этого будет принят порядок биржевых торгов газом, который разрабатывается уже сегодня совместно с правительствами стран-участниц и национальными биржами.

Создание правовой основы функционирования общего рынка газа, развитие конкуренции, обеспечение прозрачного рыночного ценообразования и формирование биржевых индикаторов, недискриминационный доступ к газотранспортным системам будут способствовать увеличению потребления газа как населением, так и промышленными предприятиями, расширению возможностей его использования, в том числе в рамках создания новых производств

и газификации новых регионов на территориях государств – членов Союза. Это, в свою очередь, открывает хорошие перспективы для развития малого и среднего бизнеса, создания новых рабочих мест, увеличения числа участников рынка и повышения доходов государственных бюджетов.

Что касается формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов Союза, то в качестве основной задачи предусматривается отмена государственного регулирования цен на нефтепродукты. Сейчас это сделано не во всех государствах ЕАЭС. В качестве механизма формирования рыночных цен будут использоваться ценовые индикаторы, определяемые на основе биржевых торгов.

Помимо этого, будет обеспечен недискриминационный доступ к инфраструктуре транспорта нефти. Организация биржевой торговли, переход к рыночному ценообразованию на нефтепродукты позволит повысить доступность энергоресурсов для хозяйствующих субъектов стран Союза и населения, а также расширить рынки сбыта для независимых производителей нефти и нефтепродуктов.

Все эти важные вопросы найдут отражение в разрабатываемом в настоящее время международном договоре и других документах (единые правила доступа, правила торговли нефтью и нефтепродуктами и правила проведения биржевых торгов).

Кроме этого, в ЕАЭС ежегодно разрабатываются индикативные (прогнозные) балансы газа, нефти и нефтепродуктов на пятилетний период. В частности, такие балансы на 2019–2023 годы уже разработаны и согласованы. Этими документами определены объемы нефтегазовых ресурсов, необходимые для полного удовлетворения внутренних потребностей стран Союза.

### Стратегия развития экономической интеграции

В целях реализации Декларации о дальнейшем развитии интеграционных процессов в рамках ЕАЭС Евразийской экономической комиссией совместно с государствами – членами Союза разработаны Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции до 2025 года, утвержденные главами государств в декабре 2020 года.

Среди интеграционных приоритетов принятой стратегии – повышение энергосбережения и энергоэффективности, разрешение существующих экологических проблем и обеспечение устойчивого развития. Перечнем мер и механизмов реализации стратегии предусмотрено взаимодействие государств – членов ЕАЭС в области энергосбережения, энергоэффективности, использования возобновляемых источников энергии и охраны окружающей среды. Этим вопросам государства евразийской «пятерки» уделяют большое внимание, намечая для себя амбициозные цели в этих областях. В рамках ЕАЭС предполагается также объединить усилия стран-участниц по созданию и использованию новых технологий и инноваций, в том числе в секторе возобновляемой энергетики.

### Заключение

Интеграция в сфере энергетики является важнейшим направлением деятельности Евразийского экономического союза. Доступность энергоресурсов и прозрачное ценообразование будут стимулировать рост внутреннего спроса и могут

стать значимым фактором развития других взаимосвязанных отраслей экономик государств-членов. Это, в свою очередь, будет способствовать увеличению добавленной стоимости продукции, производимой в Союзе, позволит достичь ощутимого мультипликативного эффекта и определить новые точки роста национальных экономик. Такими точками роста могут стать инновационные направления в нефтегазохимии, транспорте, металлургии, машиностроении и многих других отраслях.

Формирование общих рынков энергоресурсов в первую очередь нацелено на создание равных недискриминационных условий для их субъектов в целях обеспечения устойчивого развития экономик стран Союза, повышения благосостояния их населения, укрепления энергетической безопасности и роста конкурентоспособности товаров, произведенных в государствах – членах ЕАЭС, на мировом рынке. Достижение поставленных целей внесет весомый вклад в упрочение интеграционного фундамента Союза и станет мощным фактором развития Евразийского экономического союза в целом.

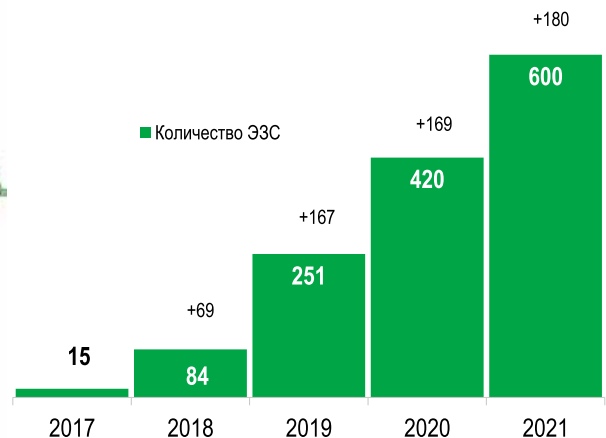
## К СВЕДЕНИЮ

### Развитие зарядной инфраструктуры



**20** Быстрые зарядные станции – **469**  
 Медленные зарядные станции – **131**

**21** К концу 2021 года сеть позволит обслуживать порядка **25 тыс. электромобилей**





В.В. ЦЕЛИКОВ,  
инженер по наладке и испытаниям участка испытаний  
и диагностики цеха наладки электротехнического оборудования  
филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»

# КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ФАРФОРОВЫХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В январе текущего года Министерство энергетики утвердило Программу увеличения электропотребления для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления на 2021–2025 годы. Планируется, что за период ее реализации потребление электроэнергии на эти нужды возрастет до 900 млн кВт·ч. В данных условиях актуальной задачей является обеспечение надежности электросетей и, соответственно, всех элементов системы электроснабжения, в том числе высоковольтного оборудования.

**Н**адежность высоковольтного оборудования в значительной степени определяется состоянием фарфоровых элементов изоляторов и покрышек. Большое число этих изоляционных конструкций выполнено из электротехнического фарфора, и проблема оценки их состояния требует пристального внимания. Особенно остро эта проблема стоит сегодня, когда в эксплуатации находятся изоляторы различных типов, разных предприятий-изготовителей и периодов выпуска. Причем заметная доля опорных стержневых изоляторов, покрышек масляных и воздушных выключателей, опорных изоляторов шинопроводов отработала заводской ресурс, а поступающие в эксплуатацию новые изоляторы в ряде случаев имеют грубые производственные дефекты. Несмотря на то что стоимость изоляторов и покрышек составляет относительно небольшую долю от общей стоимости электроустановки, выход

из строя хотя бы одного из них приводит к отключению всей ВЛ или энергоблока. Своевременное выявление и замена дефектных элементов позволит повысить надежность (бесперебойность) работы всех составляющих системы электроснабжения.

## Основные методы эксплуатационного контроля изоляционных конструкций

Анализ технических решений, предназначенных для оценки состояния фарфоровых изоляционных конструкций, выявляет обширное разнообразие методических подходов. В настоящее время, не считая традиционных механических, гидравлических и электрических испытаний, предлагается около полутора десятков методов эксплуатационного контроля состояния:

- опорно-стержневых изоляторов (ОСИ);

- покрышек воздушных и масляных выключателей (ПВВ и ПВМ);
- опорных изоляторов шинопроводов (ОИШ).

Методы различаются по заложенным в их основу физическим принципам с точки зрения как воздействия на испытуемый изолятор в процессе испытаний, так и возможности проведения испытаний изоляторов без отключения напряжения. Весьма неодинакова и эффективность методов. Проведем их краткий сравнительный анализ.

В настоящее время в комплекс методов, используемых в практике выявления основных дефектов фарфоровых изоляторов при монтаже и в процессе эксплуатации, входят:

- визуальный контроль;
- ультразвуковой неразрушающий контроль (УЗНК) в двух основных вариантах: ультразвуковая импульсная дефектометрия (УЗД) и ультразвуковая импульсная структурометрия (УЗС);

- метод фуксиновой пробы под давлением (ФППД) на образцах, отобранных из разрушенных изоляторов (используется в дополнение к УЗС);

- метод регистрации сигналов акустической эмиссии (АЭ) при силовом нагружении изоляторов.

Как показывает опыт, **визуальный контроль** состояния изоляционных конструкций (в том числе находящихся под напряжением) позволяет бесконтактно, при осмотре с земли, выявить около половины наружных трещин ОСИ, смонтированных в аппаратах напряжением до 330 кВ. Эффективность такого контроля можно повысить, сосредоточив внимание на изоляторах группы риска, выделяемых по результатам обследования другими методами, а также с учетом статистики отказов. Для выявления малозаметных трещин в фарфоре необходимо при любой возможности и с особой тщательностью производить контактный осмотр таких изоляторов.

В целях повышения информативности визуального осмотра разрушившихся изоляторов их необходимо оценивать и регистрировать с учетом данных о наиболее распространенных производственных и эксплуатационных дефектах ОСИ, ПВВ, ПВМ и ОИШ.

**Ультразвуковой неразрушающий контроль** (УЗНК) проводится в ходе монтажа и эксплуатации изоляционных конструкций ультразвуковым импульсным методом на частотах 2,5 МГц и 5,0 МГц и позволяет выявлять наиболее распространенные дефекты производственного и эксплуатационного происхождения в фарфоровых ОСИ, ПВВ и ПВМ, как смонтированных (при отключенном напряжении), так и лежащих россыпью.

Метод можно использовать для контроля состояния изоляторов, установленных в аппаратах любого класса напряжения. В частности, имеется опыт проведения

- УЗНК ОСИ – в аппаратах 35, 110, 330 кВ;
- УЗНК ПВВ – в аппаратах 330 кВ;
- УЗНК ПВМ – в аппаратах 110 и 220 кВ.

Ультразвуковые методы позволяют также определять состояние ОСИ, смонтированных в разъеди-

телях, «треногах» выключателей, шинных мостах, стойках, а также осуществлять контроль состояния ОИШ перед их монтажом.

С помощью **УЗ-структурометрии** (УЗС) выявляется открытая микроскопическая пористость (ОМИП) фарфорового тела изолятора – один из наиболее серьезных дефектов, в настоящее время ответственный за основную часть разрушений изоляторов по вине изготовителя. ОМИП имеет чисто производственное происхождение, ввиду чего УЗС должна проводиться один раз за время жизни изолятора. Действующие стандарты на высоковольтный электротехнический фарфор требуют полного отсутствия ОМИП по всему объему изделия, однако в силу ряда причин в эксплуатации находится достаточно большое количество изоляторов с этим дефектом. Так, в аппаратах напряжением 110 кВ и выше доля ОСИ с заметной ОМИП составляет от 5 до 10 % от общего числа установленных. Методом УЗС можно также выявлять нарушения состава фарфоровой массы (НСМ), влияющие на скорость распространения ультразвуковых колебаний в контролируемом изоляторе.

**УЗ-дефектометрия** (УЗД) в эксплуатационных условиях позволяет выявлять в основном макроскопические дефекты опасных сечений и оконечностей изоляторов – как производственные, так и возникающие в ходе эксплуатации из-за впитывания влаги в зонах ОМИП. Повторное проведение УЗД целесообразно для контроля состояния следующих групп изоляционных конструкций:

- изоляторы, временно оставляемые в эксплуатации, в которых при первичном УЗНК выявлена ОМИП или иные производственные дефекты, для контроля за их ростом;
- изоляторы, эксплуатируемые после исчерпания заводского ресурса,

в которых могут возникать медленно растущие зоны растрескивания.

Браковочные критерии УЗНК (особенно по дефекту ОМИП) устанавливаются для изоляторов данного класса (здесь и далее под классом подразумевается тип, завод-изготовитель и период выпуска) с учетом особенностей технологии их изготовления и статистики отказов в эксплуатации.



Для установления и корректировки браковочных критериев по дефекту ОМИП используется метод **фуксиновой пробы под давлением** (ФППД). Проба проводится на образцах, отобранных из разрушенных изоляторов. Согласно действующим стандартам метод ФППД распространяется на высоковольтный электротехнический фарфор, а результаты проведения пробы необходимы при предъявлении рекламаций изготовителям изоляторов с ОМИП.

При проведении испытаний ОСИ методом **регистрации сигналов акустической эмиссии (АЭ) при силовом нагружении изолятора** используется разработанный компанией «ВНИИ электроэнергетики» (г. Москва) аппаратно-методический комплекс, включающий в себя прибор ПАК-ЗМ с универсальным нагружающим устройством УКИ-1.

Контроль изоляторов методом АЭ используется при монтаже и ремонтах, а также при эксплуатации на отключенных ОСИ, смонтированных в одноколунковых разъединителях 35, 110 и 220 кВ. Метод позволяет выявлять опасные (ра-

ствующие в процессе силового нагружения) дефекты ОСИ и покрышек вне зависимости от места расположения дефектов.

### Браковочные критерии УЗНК

УЗНК позволяет выявлять наиболее распространенные дефекты производственного и эксплуатационного происхождения в ОСИ и покрышках, как смонтированных (при отключенном напряжении), так и россыпью. Согласно методике, разработанной НИИ «Электрокерамика» и ООО «ЦИВОМ», все ОСИ по результатам эксплуатационного УЗНК разделяются на 5 сортов.

**Изделия 1С** считаются полностью годными и могут в дальнейшем не подвергаться УЗНК. Они эксплуатируются без ограничений в течение срока службы в качестве сколь угодно ответственных элементов изоляционных конструкций.

К изделиям 1С по результатам УЗНК относятся изоляторы, которые не имеют ОМИП, заметной открытой макроскопической пористости (ОМАП) и засорочной макроскопической пористости (ЗасП) и характеризуются благоприятной эксплуатационной статистикой: интенсивность отказов, вызванных дефектами фарфора, составляет не более  $1 \cdot 10^{-8}$  1/4 при суммарной наработке не менее 5000 «изолятора-лет» для учтенных изделий данного класса.

**Изделия 2С** эксплуатируются также без ограничений, но их состояние должно периодически контролироваться с помощью дефектометрии оконечностей. К этой группе изоляторов относятся:

- ОСИ, для которых по результатам УЗС значение скорости распространения ультразвука приближается к браковочному критерию;
- ОСИ, имеющие умеренную ОМАП или ЗасП;
- изделия, у которых интенсивность отказов связана с дефектами фарфора, превышает нормы, установленные действующей НТД для изоляторов данного класса, и (или) имеющие суммарную наработку менее 5000 «изолятора-лет». По мере улучшения эксплуатационной статистики в соответствии с вышеуказанными критериями изделия

данного класса могут быть переведены в категорию 1С.

**Изделия 3С** рекомендуется использовать лишь на менее ответственных участках (шинные мосты, стойки и т.п.) при условии периодического проведения дефектометрии оконечностей. К изделиям этого сорта относятся в основном изоляторы с умеренной ОМИП. Замена изделий 3С осуществляется по мере возможности, очередность замен устанавливается с учетом разницы между скоростями распространения ультразвука в данном изоляторе и браковочным критерием для изоляторов этого класса. В случае обнаружения при проведении очередного УЗНК оконечностей зоны растрескивания (ЗР) изолятор переводится в категорию 4С.

**Изделия 4С** имеют грубые дефекты (ОМИП, ОМАП, ЗасП, ЗР) в оконечностях и подлежат первоочередной замене и учащенному контролю до этого. Кроме изоляторов, забракованных по результатам УЗНК, к ним относятся изоляторы с выявленной водонаполненностью черепка, а также забракованные методом АЭ при силовом нагружении изолятора.

**Изделия 5С** (имеющие видимые трещины) подлежат внеочередной замене. К изделиям этого сорта также относятся полностью разрушившиеся изоляторы.

Отметим, что браковочные критерии УЗНК определяются отдельно для каждого класса изоляторов, поскольку зависят от целого ряда факторов: состава фарфоровой массы, типа изделия, а также особенностей технологии, применяемой на заводе – изготовителе фарфора в конкретный период.

### Диагностика изоляционных элементов в Белорусской энергосистеме

Анализ нарушений в работе электрооборудования Белорусской энергосистемы за период с 2015 по 2019 год показал, что число отказов на ОРУ подстанций и электростанций из-за излома ОСИ разъединителей и покрышек электроаппаратов не снижается и составляет порядка 7–10 в год. Как показывает практика, в такой ситуации эффек-

тивным способом предупреждения аварий и поломок ОСИ и покрышек является постоянный контроль их состояния в условиях эксплуатации, позволяющий выявлять внешние и внутренние дефекты ОСИ. Такой подход соответствует требованиям циркуляров ГПО «Белэнерго» Ц-01-2006 (Э) «О предупреждении поломок опорно-стержневых изоляторов разъединителей 35–220 кВ» от 22 марта 2006 года и Ц01-2015 (Э) «О дополнительных мерах по предупреждению повреждений изоляторов выключателей ВМТ» от 27 апреля 2015 года, а также рекомендациям информационного письма ГПО «Белэнерго» ИП-01-2015 «О проведении дополнительного контроля опорно-стержневой изоляции разъединителей» от 12 июня 2015 года.

В Белорусской энергосистеме работы по комплексному обследованию опорно-стержневых изоляторов и покрышек (воздушных и маломасляных выключателей, маслонаполненных трансформаторов тока и напряжения) выполняют специалисты участка испытаний и диагностики цеха наладки электротехнического оборудования (УИД ЭТЦ) филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка». При этом используются следующие методы:

- визуальный контроль (ВК);
- инфракрасный контроль с помощью тепловизора (ИФК);
- ультразвуковой неразрушающий контроль (УЗНК).

Требования к ультразвуковому неразрушающему и инфракрасному контролю высоковольтных фарфоровых изоляторов и покрышек регламентируются следующими документами:

- ГОСТ Р 52034-2003 «Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000 В»;
- ГОСТ 14782 «Контроль неразрушающий. Методы ультразвуковые»;
- Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю опорно-стержневых изоляторов и покрышек воздушных и маломасляных выключателей при помощи ультразвукового дефектоскопа и комплекта специализированных пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП);
- Методические указания по контролю механического состояния фарфоровых опорно-стержневых

изоляторов разъединителей 110 кВ и выше и фарфоровых покрышек высоковольтных воздушных и масляных выключателей в условиях эксплуатации;

- Методика проведения контроля «Ультразвуковой неразрушающий контроль высоковольтных изоляторов на монтаже, в эксплуатации и у изготовителя», ООО «ЦИВОМ»;

- стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33243.20.366-16 «Нормы и объем испытаний электрооборудования Белорусской энергосистемы»;

- стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.45.514-06 «Методика инфракрасного контроля электрических машин, силовых трансформаторов, реакторов».

С 1995 года в Белорусской энергосистеме было обследовано более 70 % покрышек, воздушных выключателей 110, 220 и 330 кВ на подстанциях и более 9000 опорно-стержневых изоляторов. Как показали результаты комплексного обследования изоляционных элементов с помощью ВК-, ИФК- и УЗНК-контроля, эти методы хорошо дополняют друг друга.

### Особенности дефектов покрышек и их ультразвуковой контроль

Как показывает опыт эксплуатации и диагностики, наиболее значимым дефектом покрышек является ОМИП. Толщина фарфорового тела покрышек и проходных изоляторов намного меньше, чем у ОСИ. Однако ОМИП достаточно часто встречается не только в крупногабаритных покрышках, но и в мелких изделиях.

В процессе производства ПВВ и ПВМ, как и ОСИ, после обжига подвергаются механической обработке. На изделиях с металлическим фланцем с торцевых поверхностей срезают или сошлифовывают технологические припуски, на изделиях без фланцев – их убирают не только с торцов, но и с оголовков. Концевые части покрышек утолщены по сравнению с межреберными промежутками, а в ПВВ, выпускаемых без металлических фланцев, имеются еще и оголовки. Условия обжига концевых частей крупногабаритных покрышек бывают менее благоприятными ввиду

влияния подставок, пода и свода обжигового агрегата.

После удаления технологических припусков весьма вероятно распространение зоны глубинной ОМИП на торцевые и боковые поверхности концевых частей покрышек. У изделий с металлическим фланцем иногда наблюдается выход глубинной ОМИП на боковую поверхность концевой части, не подвергавшейся механической обработке. Наконец, возможна околоповерхностная ОМИП, вследствие которой, как правило, глазурь утрачивает свои гидроизоляционные свойства, сохраняющиеся даже при сильнейшей глубинной ОМИП.

Торцевые поверхности и оголовки покрышек, находящихся в эксплуатации, защищены от атмосферной влаги значительно хуже, чем торцевые поверхности ОСИ. Небольшая толщина стенок покрышек при наличии в них ОМИП приводит к более быстрой относительно ОСИ утрате механической прочности.

В ходе эксплуатации покрышки могут длительное время находиться под избыточным внутренним давлением. В маломасляных выключателях это давление, даже незначительно превышающее номинальное для данного изделия данного типа, способно вызвать подрастание небольших трещин, появившихся в зимний сезон из-за замерзания влаги, впитанной зоной ОМИП.

Выход зоны ОМИП на торцевые поверхности покрышек маломасляного выключателя может привести к вытеканию масла даже без образования макроскопических трещин – через микропористый слой фарфора под резиновым уплотнением.

Воздушные выключатели, находящиеся под продувкой, защищены от попадания влаги как через микропористый торец под уплотнением, так и через боковую поверхность оголовка. Об этом косвенно свидетельствует факт относительно редкого разрушения фарфора выключателей ВВ-330Б, несмотря на то что доля покрышек с грубой ОМИП у этих устройств весьма велика.

Производственный УЗНК ОМИП покрышек при прозвучивании с торцов похож на УЗНК ОСИ, но в то же время имеет две специфические особенности. Во-первых, для покрышек (особенно крупногабаритных) без металлического фланца, то есть с утолщенным оголовком, крайне желательно проводить измерение скорости распространения ультразвука на оголовках в радиальном направлении. Во-вторых, целесообразно производить кон-



троль покрышек на выявление поверхностной ОМИП в опасных сечениях, а также выходов глубинной ОМИП на торцевые поверхности после шлифовки, определяемых по скорости распространения поверхностных ультразвуковых волн.

### Заключение

В Белорусской энергосистеме для комплексного обследования опорно-стержневых изоляторов и покрышек (воздушных и маломасляных выключателей, маслонеполненных трансформаторов тока и напряжения) чаще всего применяются методы ИФК и УЗНК. Они отработаны на практике и подтвердили свою эффективность. Результаты обследований ОСИ и покрышек постоянно систематизируются и анализируются, что позволяет корректировать существующие и определять новые браковочные критерии для современных типов ОСИ и покрышек, внедряемых в электроустановках энергосистемы.



С.М. ЗУЕВ,  
заместитель начальника управления  
сбыта энергии ГПО «Белэнерго»

# МОДЕРНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ФАКТОР СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В сентябре 2015 года ГПО «Белэнерго» утвердило Программу модернизации средств учета электрической энергии до 2023 года. Мероприятия Программы направлены на совершенствование сбытовой деятельности энергоснабжающих организаций ГПО «Белэнерго», снижение величины недоучета электроэнергии, обусловленного несовершенством систем учета у бытовых потребителей, а также предотвращение хищений электрической энергии. В статье рассматриваются промежуточные результаты работы, проводимой в рамках реализации Программы.

## Обновление средств учета электрической энергии

Многие жилые помещения в республике до сих пор оборудованы старыми индукционными электросчетчиками. По состоянию на 1 января 2015 года в эксплуатации у потребителей находилось 3 598 680 индукционных приборов учета. Срок службы подавляющего большинства этих приборов превышал на тот момент 32 года, а класс точности составлял 2,5. Кроме того, индукционные счетчики имеют множество недостатков, в том числе:

- невысокий класс точности: от 2,5 для старых моделей до 2,0 для современных;
- снижение точности учета при малом потреблении;
- рост погрешности счетчика в сторону завышения показаний при превышении номинального тока;
- высокая погрешность при несинусоидальном токе;
- возможность кражи электроэнергии с использованием простых приспособлений;

- потери энергии в самом счетчике, которые оплачивает потребитель, и др.

Таким образом, старые модели индукционных электросчетчиков не всегда в состоянии обеспечить точный и достоверный учет электроэнергии. Несмотря на то что предприятия-изготовители постоянно работают над повышением класса точности, увеличением межповоротного интервала и срока службы приборов учета, полностью усовершенствовать индукционный прибор не позволяет его конструкция. Поэтому важной задачей для энергетиков является замена индукционных электросчетчиков граждан классов точности 2,5 и 2,0, находящихся на обезличенном обслуживании у энергоснабжающей организации, на электронные (статические) счетчики класса точности 1,0 и выше.

Программа модернизации средств учета электрической энергии до 2023 года предусматривает поэтапный вывод из обращения индукционных приборов учета электрической энергии у бытовых абонентов и уста-

новку современных электронных приборов учета с дальнейшим развитием АСКУЭ (таблица 1).

Электронные счетчики имеют серьезные преимущества перед индукционными:

- высокий класс точности, не зависящий от потребляемой мощности;
- низкая чувствительность к изменению температуры окружающей среды (счетчики способны работать при температурах от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ );
- возможность многотарифного учета;
- учет активной и реактивной мощности одним электроприбором;
- высокая защита от хищения электроэнергии, фиксация попыток ее кражи;
- длительное хранение показаний в памяти устройства;
- возможность вывода необходимой информации на жидкокристаллический дисплей;
- наличие моделей с дистанционным съемом показаний;
- возможность передачи информации по цифровым и импульсным каналам.

Таблица 1. План замены однофазных приборов учета электрической энергии, установленных у бытовых абонентов, до 2023 года, шт.

РУП-облэнерго	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
Брестэнерго	41 659	55 543	64 568	64 568	64 568
Витебскэнерго	42 427	56 569	65 765	65 765	65 765
Гомельэнерго	45 257	60 345	70 148	70 148	70 148
Гродноэнерго	32 828	43 772	50 885	50 885	50 885
Минскэнерго	102 000	136 000	158 100	158 100	158 100
Могилевэнерго	35 829	47 771	55 534	55 534	55 534
<b>ИТОГО:</b>	<b>300 000</b>	<b>400 000</b>	<b>465 000</b>	<b>465 000</b>	<b>465 000</b>

РУП-облэнерго	2021 год	2022 год	2023 год	2016–2023 годы
Брестэнерго	65 263	65 263	64 568	486 000
Витебскэнерго	66 472	66 472	65 765	495 000
Гомельэнерго	70 903	70 903	70 148	528 000
Гродноэнерго	51 431	51 431	50 885	383 000
Минскэнерго	159 800	159 800	158 100	1 190 000
Могилевэнерго	56 131	56 131	55 534	418 000
<b>ИТОГО:</b>	<b>470 000</b>	<b>470 000</b>	<b>465 000</b>	<b>3 500 000</b>

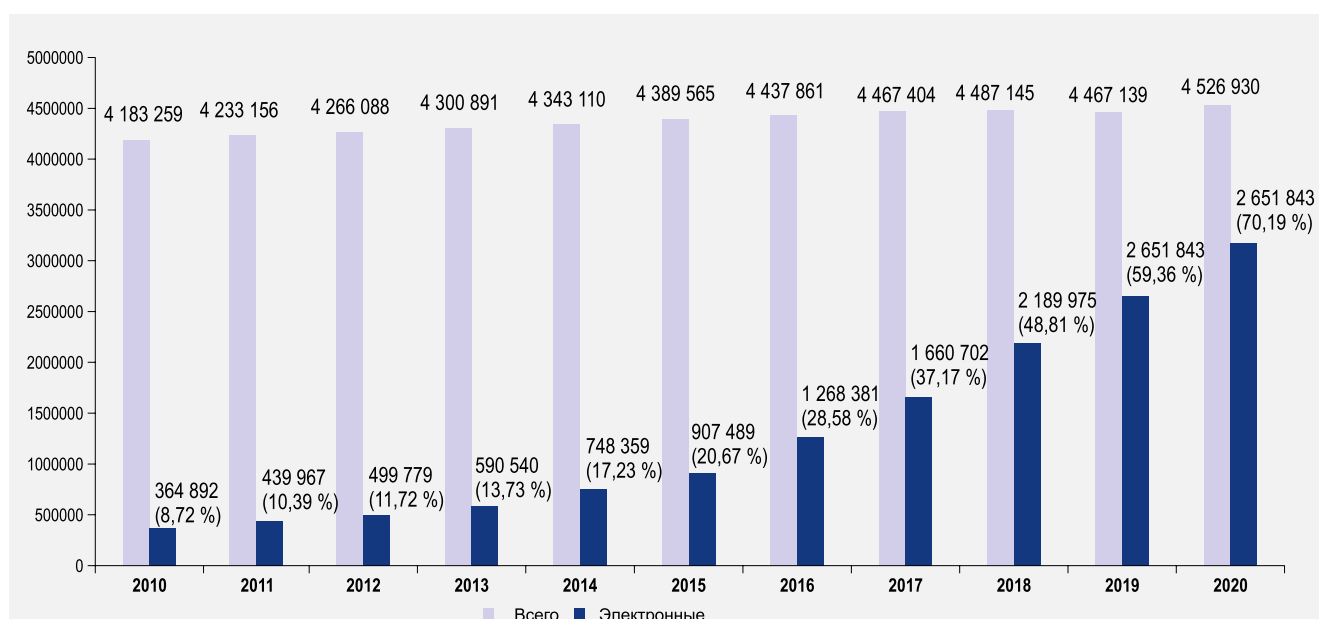


Рис. 1. Рост доли однофазных электронных счетчиков в общем количестве приборов учета электроэнергии за период с 2010 по 2020 год

Таблица 2. Результаты реализации Программы модернизации средств учета электрической энергии до 2023 года по состоянию на 1 апреля 2021 года

РУП-облэнерго	Количество закупленных (изготовленных) приборов учета электрической энергии	Количество установленных у бытовых абонентов приборов учета электрической энергии	Выполнение Программы, %	Процент электронных счетчиков к общему количеству по состоянию на 01.04.2021
Брестэнерго	0	16 807	25,75	74,07
Витебскэнерго	29 128	12 134	18,25	70,31
Гомельэнерго	17 196	19 112	28,75	74,86
Гродноэнерго	11 580	11 580	22,52	75,02
Минскэнерго	105 373	45 148	28,25	72,54
Могилевэнерго	11 062	11 062	19,71	69,06
<b>ИТОГО:</b>	<b>174 339</b>	<b>115 843</b>	<b>24,65</b>	<b>72,69</b>

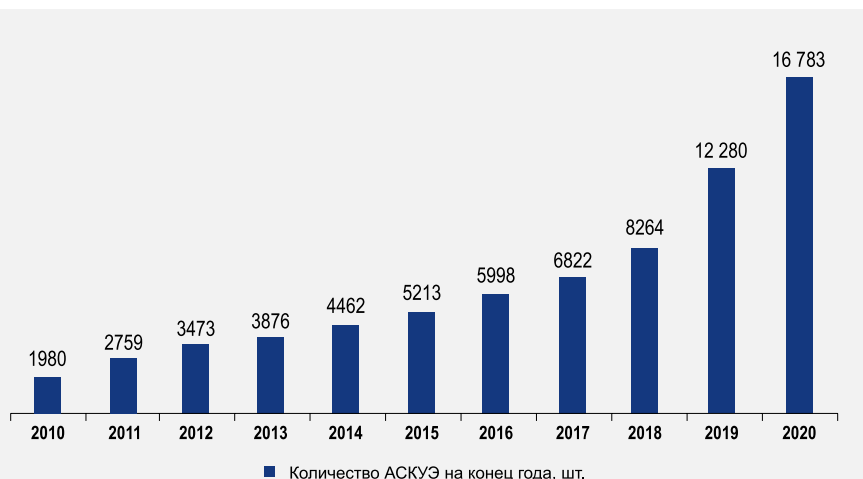


Рис. 2. Динамика внедрения АСКУЭ-быт в многоквартирных жилых домах

Таблица 3. Количество АСКУЭ-быт, созданных в областных энергосистемах по состоянию на 1 апреля 2021 года

РУП-облэнерго	Количество АСКУЭ-быт
Брестэнерго	1345
Витебскэнерго	2010
Гомельэнерго	2750
Гродноэнерго	1644
Минскэнерго	6682
Могилевэнерго	3134
<b>ГПО «Белэнерго»</b>	<b>17 565</b>

Кроме того, использование электронных счетчиков позволяет организовывать автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).

За время реализации Программы достигнут значительный рост доли однофазных электронных счетчиков электрической энергии (рис. 1). Несмотря на сложное финансовое положение энергоснабжающих организаций, замена устаревших приборов на современные осуществляется за счет собственных средств РУП-облэнерго. Только в I квартале текущего года были заменены 115 843 счетчика у бытовых абонентов, что составляет 9,35 % от количества однофазных индукционных счетчиков, находившихся в эксплуатации на 1 апреля 2021 года (таблица 2). Планируется, что вывод таких приборов из обращения завершится в 2023 году. Всего на модернизацию и автоматизацию средств учета электроэнергии в рамках Программы предполагается затратить \$ 175 млн.

### Создание АСКУЭ-быт

Совершенствование приборного учета электрической энергии предполагает не только замену индукционных приборов учета энергии на электронные, но и создание автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии в бытовом секторе (АСКУЭ-быт).

АСКУЭ – система технических и программных средств для автоматизированного сбора, передачи, обработки, отображения и документирования процесса выработки, передачи и (или) потребления электрической энергии (мощности) по заданному множеству пространственно распределенных точек измерения, принадлежащих объектам энергоснабжающей организации или абоненту.

В функции АСКУЭ-быт входят:

- автоматический сбор данных коммерческого учета потребления (отпуска) электроэнергии по каждой точке (группе) учета на заданных коммерческих интервалах;

- хранение параметров учета в базе данных;
- обеспечение многотарифного учета потребления (отпуска) электроэнергии;
- обеспечение контроля за соблюдением режимов энергопотребления;
- вывод расчетных параметров на терминал и/или на устройство печати по требованию оператора;
- ведение единого системного времени с возможностью его корректировки.

Количество АСКУЭ-быт в многоквартирных домах за период с 2010 по 2020 годы увеличилось в 8,5 раза (рис. 2). В первом квартале текущего года в республике создано 17 565 таких систем с объединенными в них приборами учета 1 526 973 бытовых абонентов (таблица 3).

### Заключение

Вопросы модернизации и автоматизации учета электрической энергии находятся на личном контроле Министра энергетики В.М. Каранкевича, ежеквартально рассматриваются на заседаниях Совета ГПО «Белэнерго», ежемесячно – на совещаниях по расчетам за отпущенную потребителям энергию, а также учитываются при подведении итогов отраслевого производственного соревнования организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго». Во многом благодаря такому комплексному подходу уже сегодня удалось достигнуть существенных результатов в этой области, что является гарантией успешного завершения реализации Программы модернизации средств учета электрической энергии до 2023 года. В перспективе перед энергетиками стоит задача осуществления Программы создания в жилищном фонде автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии (мощности) (АСКУЭ-быт) на 2021–2025 годы, утвержденной приказом ГПО «Белэнерго» от 7 апреля 2021 года № 72. Документом предусматривается к 2025 году объединить в составе 7107 АСКУЭ-быт 644 163 прибора учета граждан.



В.Н. КРУК,  
заместитель начальника службы АСУ филиала  
«Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго»

## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «МЕТРОЛОГ» В ГОМЕЛЬСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

В сентябре 2020 года в РУП «Гомельэнерго» введена в промышленную эксплуатацию информационная система «Метролог», созданная силами специалистов предприятия. Целью ее разработки являлась стандартизация, унификация и централизация учета средств измерений Гомельской энергосистемы путем создания программного продукта, не требующего капиталовложений на его проектирование и разработку, укомплектование рабочих мест метрологов и дальнейшее техническое сопровождение сторонней организацией.

Прототипом информационной системы (ИС) «Метролог», используемой сегодня в РУП «Гомельэнерго», стала одноименная программа, внедренная в филиалах предприятия 17 лет назад. Прежняя программа не предусматривала создания единой базы данных, информация концентрировалась отдельно в каждом филиале и отличалась как объемом, так и качеством. Сведение данных в единый источник для формирования сводного графика проверок по предприятию осуществлялось посредством неавтоматизированного импорта в таблицы MS Excel и дальнейшего экспорта в базу данных метролога предприятия. Такая организация информации, а также невозможность централизованно вести и актуализировать справочники, в том числе номенклатурный справочник средств измерений (СИ), привели к постепенной деградации программы и снижению эффективности метрологического обеспечения предприятия.

При разработке новой ИС «Метролог» было принято решение ориентироваться на прежний функционал и систему отчетов, так

как в целом они удовлетворяли требованиям метрологического учета, а базу данных спроектировать таким образом, чтобы учесть и исключить все недочеты исходной программы.

Над техническим заданием трудились руководители и специалисты нескольких филиалов РУП «Гомельэнерго», а его реализацией занималась служба АСУ филиала «Гомельские тепловые сети», у которой уже был опыт доработки программы под нужды своего филиала.

Разработчиками технического задания была выбрана клиент-серверная архитектура данных. При этом общее распределение вычислительной нагрузки таково: сервер занимается ответственными вычислительными задачами (быстрые транзакции, генерация данных для отчетов, поддержка логической целостности, реализация алгоритмов обработки данных), а программа-клиент нацелена на создание максимально дружелюбного интерфейса.

Использование данного решения позволило эксплуатировать ИС «Метролог» в корпоративном сегменте передачи данных филиалов РУП «Гомельэнерго», расположенных

в разных районах Гомельской области, в том числе при минимальной пропускной способности сети.

Было также учтено наличие в РУП «Гомельэнерго» информационной системы «Управление персоналом» (ИС УП) на базе ERP SAP. Интеграция с ИС УП позволила избавить филиалы от необходимости вести и поддерживать в актуальном состоянии собственные справочники с данными работников и организационных единиц предприятия.

Кроме этого, перед разработчиками стояла важная задача по выстраиванию логики доступа пользователей к данным. Необходимо было предусмотреть, чтобы метролог каждого подразделения мог иметь доступ только к своим СИ, соответственно, главный метролог филиала – к СИ своего филиала, а главный метролог РУП «Гомельэнерго» – к СИ всех филиалов. Решая эту задачу, разработчики создали три уровня видимости данных для каждого объекта информационной системы с возможностью доступа в режиме «чтение/запись».

Защита от несанкционированного доступа к данным обеспечена путем разграничения прав доступа в зави-

симости от полномочий. Кроме того, в системе ведется протокол основных событий и действий пользователей.

Функционал с настраиваемой системой фильтров позволяет как метрологам подразделений, так и главному метрологу филиала/предприятия с целью аудита контролировать качество учета СИ.

Для упрощения технического обслуживания ИС «Метролог» разработана система автоматического обновления клиентской программы на рабочих местах пользователей. Данное решение свело к минимуму

участие персонала АСУ филиалов в обслуживании информационной системы.

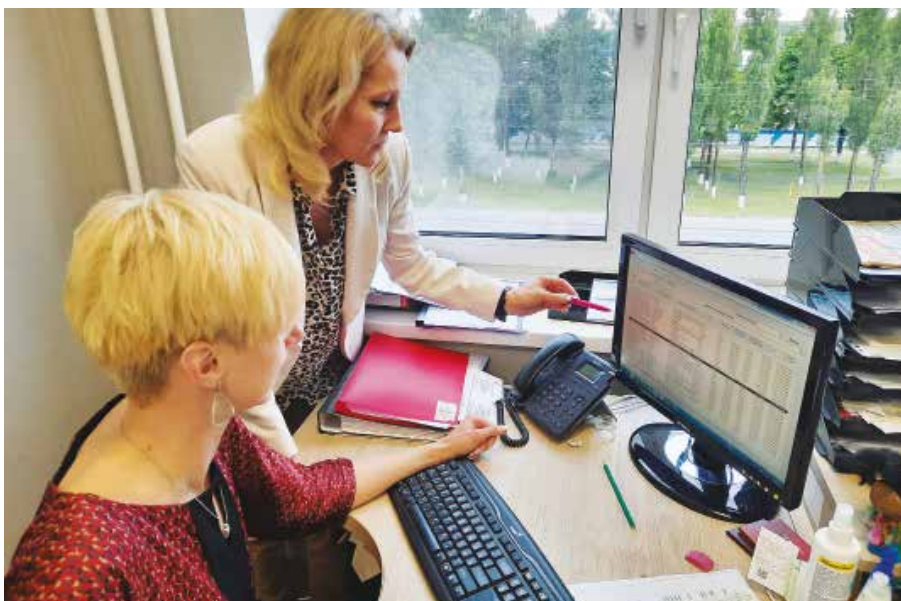
Особое внимание было уделено среде эксплуатации ИС «Метролог». Поскольку ИС не должна была содержать платных решений, в качестве системы управления базой данных используется бесплатная версия Microsoft SQL Server Express, а в качестве среды формирования отчетов – свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice.

Приказом РУП «Гомельэнерго» с 1 октября 2020 года начата про-

мышленная эксплуатация ИС «Метролог». Методологическое и техническое сопровождение возложено на службу метрологического обслуживания и электрофизических измерений филиала «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго».

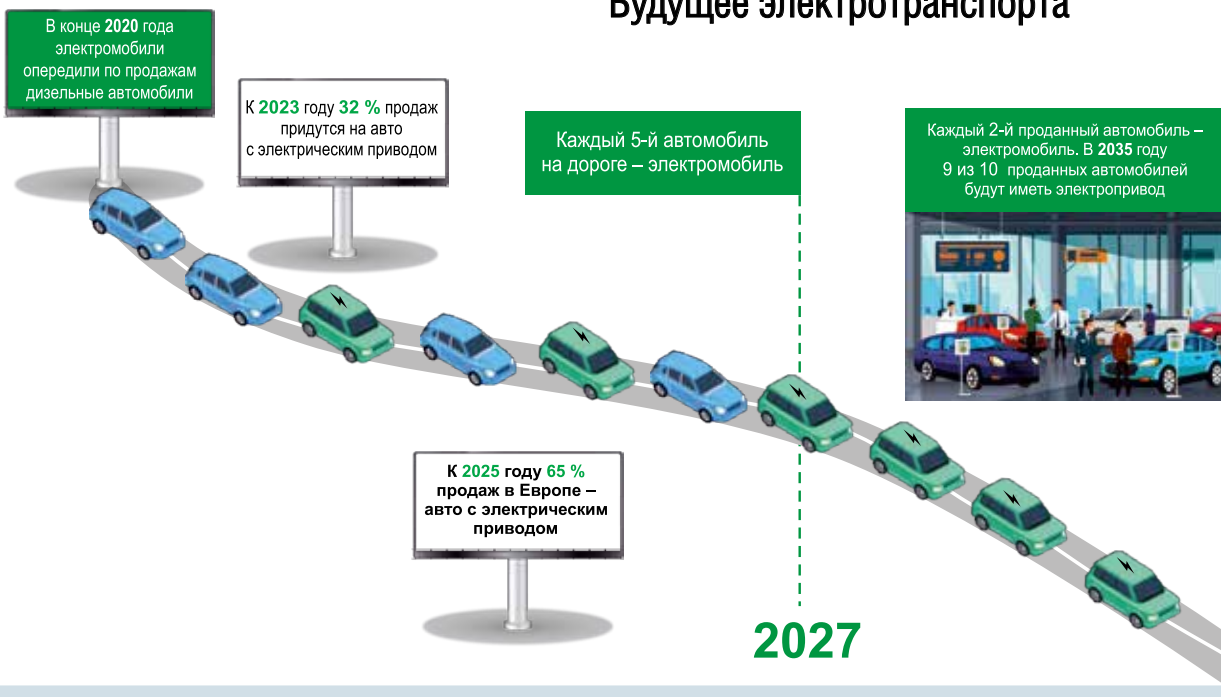
На данный момент ИС «Метролог» установлена более чем на 150 рабочих местах в 12 филиалах РУП «Гомельэнерго». Системой уже учтено более 45 тыс. СИ, и база данных продолжает наполняться. При этом номенклатурный справочник СИ включает всего 3,5 тыс. записей, а значит поставленная в самом начале цель стандартизации, унификации и централизации учета средств измерений достигнута. Таким образом, внедрение информационной системы на предприятии можно считать успешным.

**Справочно:** *Существование компьютерной программы ИС «Метролог», принадлежность авторских прав и другие фактические обстоятельства в объеме сведений, описанных в заявке на регистрацию, подтверждены Свидетельством о регистрации компьютерной программы № 1386 от 11 февраля 2021 года, выданным Национальным центром интеллектуальной собственности Республики Беларусь.*



К СВЕДЕНИЮ

Будущее электротранспорта





В.Ф. КУДРЯШОВ,  
главный специалист технического  
отдела РУП «Белэнергосетьпроект»

# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ГРОЗОУПОРНОСТИ ВЛП И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЛЗ

Воздушные линии с покрытыми проводами напряжением 10 кВ (ВЛП) нашли широкое применение в Беларуси. Они проектируются и строятся в соответствии с действующими ТНПА [1, 2]. Вопросы проектирования и строительства вновь сооружаемых опытно-промышленных ВЛ с защищенными проводами напряжением 35 кВ и выше (ВЛЗ) регламентируются отраслевым стандартом [3], введенным в действие с 4 января 2021 года. ВЛП и ВЛЗ имеют ряд несомненных преимуществ. Однако массовое внедрение таких линий требует решения ряда проблем в области их надежности. В первую очередь это касается обеспечения надежной защиты ВЛП и ВЛЗ от грозовых перенапряжений.

Воздушные линии, покрытые защитной изолирующей оболочкой (ВЛП), стали активно внедряться в Беларуси с начала 2000-х годов в распределительных сетях напряжением 10 кВ главным образом при прохождении лесных массивов. Основными ТНПА по проектированию и строительству ВЛП являются [1] и [2], а также ряд отраслевых стандартов, утвержденных ГПО «Белэнерго», в том числе [6].

Опыт эксплуатации ВЛП показал их несомненные преимущества перед воздушными линиями с неизолированными проводами (ВЛН). Применение ВЛП позволяет уменьшить расстояния между проводами на опоре и в пролете, повысить безопасность в местах пересечения с другими ВЛ, исключить схлестывание проводов и короткие замыкания (КЗ) при падении веток и деревьев на провода, снизить вероятность замыканий на землю, уменьшить ширину просеки в лесных массивах и насаждениях, сократить площадь охранной зоны, предотвратить возможные несчастные

случаи при поражении электрическим током и т.д.

Однако ВЛП в значительно большей степени, чем ВЛН, подвержены негативным воздействиям грозовых перенапряжений, в том числе индуктированных перенапряжений и прямых ударов молнии (ПУМ). Так, грозовое перекрытие на ВЛП приводит к повреждению изоляционной оболочки и жил проводов, возникновению электрической дуги тока промышленной частоты и, как следствие, к пережиганию провода. Грозовые перенапряжения являются одной из основных причин повреждений в распределительных сетях среднего напряжения, имеющих низкую импульсную прочность линейной изоляции и большую протяженность. Эти повреждения приводят к краткосрочным и длительным перебоям в электроснабжении потребителей.

Таким образом, ВЛП нуждаются в защите от воздействий грозовых перенапряжений, причем установка аппаратов, защищающих провода от пережогов, является обязательным

условием надежной и бесперебойной работы энергетических объектов.

## Основные типы защитных аппаратов, применяемых в распределительных сетях 10 кВ

В настоящее время в Белорусской энергосистеме для повышения грозоупорности ВЛП наиболее часто применяются следующие типы защитных устройств:

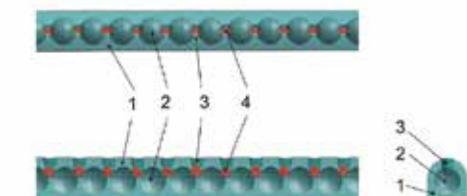
- ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) без искрового промежутка (обычные ОПН);
- устройства защиты от перенапряжений (УЗПН) типа УЗПН-10 (ОПН с искровым промежутком);
- разрядники длинно-искровые (РДИ) типов РДИП, РДИМ, РДИШ (наибольшее распространение на ВЛП получили длинно-искровые разрядники петлевого типа РДИП);
- разрядники мультикамерные (РМК), в том числе экранного типа (РМКЭ), предназначенные для защиты ВЛ 10 кВ от индуктированных



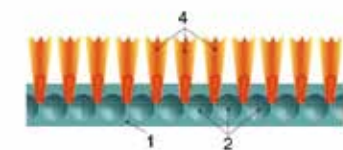
Разрядник мультикамерный экранного типа РМКЭ-35 в процессе гашения



Разрядник РМК-20-IV-УХЛ1



а) схема, поясняющая начальный момент развития разрядов



б) схема, поясняющая завершающий момент развития разрядов

Рис 1. Мультикамерная система:

1 – профиль из силиконовой резины; 2 – промежуточные электроды; 3 – дугогасящая камера; 4 – канал разряда

перенапряжений (РМК-20) и последствий ПУМ (РМКЭ-10).

**Обычные ОПН** устанавливаются, как правило, в распределительных сетях для защиты изоляции оборудования и изоляционной оболочки ВЛП. Работа таких устройств основана на принципе ограничения перенапряжений за счет перевода их энергии в тепловую в самом устройстве. На опоре ВЛП их рекомендуется размещать параллельно линейным изоляторам. Верхняя часть ОПН должна быть присоединена к проводу, нижняя – заземлена. Следует отметить, что обычные ОПН подвержены воздействию не только импульсных перенапряжений, но и напряжений промышленной частоты, которые, как правило, негативно сказываются на устройстве и приводят к авариям на ВЛ.

**Устройства защиты от перенапряжений (УЗПН)** предназначены для снижения числа грозовых отключений и предотвращения пережогов покрытых (защищенных) проводов дугой, вызванной грозовым импульсом тока промышленной частоты. УЗПН включают ОПН специальной конструкции и искровой промежуток (ИП) между фазным проводом и самим устройством [7]. ОПН специальной конструкции состоит из одной колонки последова-

тельно соединенных варисторов, заключенной в герметичный полимерный корпус.

При воздействии на покрытые (защищенные) провода индуктированных перенапряжений искровой промежуток (ИП) пробивается и к проводу подсоединяется ОПН, который осуществляет сброс перенапряжения на заземленные части опор через электроды, минуя изоляторы. После снятия перенапряжения ток через ОПН ограничивается до величины, при которой существование дуги в ИП невозможно, и дуга гаснет. Это позволяет предохранить линейные изоляторы от перекрытия и повреждения, а провод – от пережога.

**Длинно-искровые разрядники (РДИ)** – принципиально иной вид устройств. Он относится к разрядникам первого поколения и предназначен для защиты ВЛ от индуктированных перенапряжений. В основу конструкции РДИ положено явление скользящего разряда [8]. При возникновении индуктированного перенапряжения на проводе ВЛ, искровой промежуток между зажимом на проводе и разрядником РДИ пробивается и напряжение прикладывается к изоляции между центральной трубкой петли и арматурой изоляции, имеющей потенциал опоры. В ре-

зультате вдоль поверхности одного плеча с электродами развивается скользящий разряд, который гаснет после прохождения импульсного тока, не переходя в силовую дугу. Это предотвращает возникновение КЗ и отключение ВЛ.

В Белорусской энергосистеме УЗПН и РДИП массово применяются с 2007 года (как правило, для защиты от индуктированных перенапряжений) после технического освидетельствования и включения их технических характеристик и указаний по применению в первый отраслевой стандарт в области проектирования и строительства ВЛП [6]. В последующем, в целях увеличения грозоупорности ВЛП, ГПО «Белэнерго» своим Указанием от 1 октября 2008 года № 47 рекомендовало применять на ВЛП устройства грозозащиты типа УЗПН или разрядники типов РДИП, РДИМ и РДИШ.

**Разрядники мультикамерные (РМК)** – это устройства второго поколения на классы напряжения 6–35 кВ и выше, которые применяются для защиты ВЛП 10 кВ от последствий ПУМ.

Мультикамерная система (МКС) разрядника состоит из большого числа электродов, которые находятся в профиле из силиконовой резины (см. рисунок). Между электродами выполнены отверстия, выходящие наружу. Эти отверстия образуют миниатюрные газоразрядные камеры. При воздействии импульса грозового перенапряжения промежутки между электродами пробиваются. Благодаря конструкции МКС разряды между промежуточными электродами происходят внутри камер. Поскольку объем этих камер мал, внутри них создается высокое давление, под действием которого каналы искровых разрядов между электродами перемещаются к поверхности изоляционного тела и выбрасываются наружу. Данный процесс сопровождается охлаждением каналов разряда, что приводит к увеличению суммарного сопротивления всех каналов и, как следствие, общего сопротивления разрядника. При переходе сопровождающего тока через ноль происходит гашение дуги.

Основными преимуществами разрядников второго поколения являются:

Таблица. Сравнение технических характеристик разрядников первого и второго поколения (РДИП-10 и РМК-20)

Наименование параметра	Ед. изм.	РДИП-10-IV-УХЛ1 (первое поколение)	РМК-20-IV-УХЛ1 (второе поколение)	Преимущества разрядников второго поколения
Класс напряжения	кВ	6, 10	6, 10, 15, 20	Без дополнительных модификаций могут применяться на ВЛ 15, 20 кВ
Назначение		Защита от индуцированных грозовых перенапряжений		
Тип		Длинно-искровой	Мультикамерный	
Внешний искровой промежуток	мм	20–40	40–60 – для устройств 6, 10 кВ; 60–80 – для устройств 15, 20 кВ	Увеличен
Импульсное разрядное напряжение, не более	кВ	120	100	Улучшена координация с изоляцией ВЛ
Гашение дуги тока двухфазного замыкания на землю	кА	0,6	1,2	Увеличена способность гашения
Форма испытательного грозового импульса, фронт/полуспад	мкс	8/20	8/50	
Способ установки		По одному на опору ВЛ с чередованием фаз		
Требование к сопротивлению заземления опор		Нет		
Габаритные размеры (Д×Ш×В)	мм	664×303×525	300×255×67	Значительно уменьшены
Масса устройства	кг	2,4	1,0	Значительно уменьшена
Срок службы	лет	40		
Гарантийный срок	лет	5		
Необходимость проведения дополнительных испытаний перед установкой и в процессе эксплуатации		Нет		
Периодичность подтяжки болтовых соединений крепления		Производится при капитальном ремонте ВЛ		
Периодичность проверки искровых промежутков		Производится визуально с земли один раз в год перед началом грозового сезона и при верховом осмотре в момент капитального ремонта ВЛ		Могут быть дополнительно оснащены индикаторами срабатывания разрядника

- способность гасить большие токи КЗ: 1,2 кА – при защите от индуцированных перенапряжений; 3,5 кА – при защите от последствий ПУМ;
- значительно меньшие габариты и масса;
- меньшая подверженность изменению воздушного промежутка в процессе эксплуатации;
- антивандальное исполнение.

Сравнение технических характеристик разрядников первого и второго поколения приведено в таблице.

Как видно из таблицы, технические показатели разрядников второго поколения (РМК-20) значительно превосходят показатели устройств первого поколения (РДИ-10). Несмотря на это, проектные организации Бе-

ларуси на объектах с ВЛП для защиты от грозовых перенапряжений в большинстве случаев применяют устройства молниезащиты первого поколения РДИП-10.

Для того чтобы обеспечить переход к массовому использованию в Белорусской энергосистеме разрядников второго поколения типа РМК-20 необходимо внести в Указание ГПО «Белэнерго» от 1 октября 2008 года № 47 дополнение (изменение), содержащее информацию об эксплуатационных преимуществах молниезащитных устройств данного типа и применении их при новом строительстве объектов с ВЛП (на примере опыта России). Кроме того, конструкции опор ВЛП 10 кВ с при-

менением РМК-20 должны быть внесены в действующие отраслевые ТНПА (типовые альбомы).

### Основные типы защитных аппаратов для опытно-промышленных ВЛЗ напряжением 35–110 кВ

В последние годы в ряде стран (Финляндия, Россия и др.) начали применяться ВЛ с защищенными проводами среднего (35 кВ) и высокого (110 кВ) напряжения. Это стало возможным после разработки конструкции и освоения производства проводов, имеющих изолирующую оболочку из сшитого полиэтилена (защищенных проводов), а также арматуры для их подвески. ВЛЗ-35 и ВЛЗ-110 имеют практически те же преимущества перед ВЛН соответствующего напряжения (см. выше), что и ВЛЗ-10.

Однако следует отметить, что внедрение ВЛЗ этих классов напряжения проходит крайне медленно, так как практически отсутствует необходимая нормативно-техническая база. На данный момент единственным в республике нормативным документом, устанавливающим технические требования к проектированию, сооружению и эксплуатации опытно-промышленных ВЛЗ-35 и ВЛЗ-110, является стандарт [3], разработанный РУП «Белэнергосетьпроект». Естественно, что требования этого стандарта по мере накопления опыта эксплуатации ВЛЗ будут уточняться и дополняться.

Основная проблема опытно-промышленных ВЛЗ среднего напряжения – обеспечение надежной защиты от грозовых перенапряжений. В [3] для защиты ВЛЗ-35 предусматривается применение:

- разрядников мультикамерных экранного типа РМКЭ-35;
- гирлянд изоляторов-разрядников мультикамерных ГИРМК-35;
- устройств защиты от грозовых перенапряжений типа УЗПН-35;
- ОПН на основе оксидно-цинковых варисторов.

Еще одним из способов защиты, регламентируемым стандартом, является снижение сопротивления заземления опор.



РМКЭ-10 на опоре с натяжной изоляцией



Разрядник длинно-искровой шлейфовый (РДИШ) в процессе гашения



Разрядник ГИРМК-110

Основным средством защиты от грозовых перенапряжений опытно-промышленных ВЛЗ-110 с металлическими и железобетонными опорами является грозозащитный трос. В качестве дополнительной защиты (на случай прорыва молнии либо низкой эффективности тросовой защиты из-за высокого сопротивления грунта) рекомендуется применение гирлянд изоляторов-разрядников – ГИРМК-110.

Несомненно, при проектировании опытно-промышленных ВЛЗ будут возникать вопросы о надежности защиты, обеспечиваемой устройствами РМКЭ-35, ГИРМК-35, и возможности отказа от грозозащитного троса на ВЛЗ-110.

Рассмотрим более подробно устройства молниезащиты для ВЛ 35–110 кВ. Как уже было упомянуто, мультикамерные разрядники 6–20 кВ защищают ВЛП 10 кВ от индуктированных перенапряжений, тогда как ВЛ напряжением 35 кВ и выше должны быть защищены также от последствий ПУМ и обратных перекрытий.

Основными устройствами молниезащиты для ВЛ высокого класса напряжения являются разрядник мультикамерный экранного типа РМКЭ-35 и ГИРМК-110 – гирлянда из ИРМК-10.

При защите ВЛ 35 кВ следует обратить внимание на такой фактор, как относительно низкая электрическая прочность линейной изоляции,

которая влияет на высокую вероятность перекрытия более одной фазы на опоре при прямом попадании в нее удара молнии. Учитывая это, рекомендуется устанавливать разрядники типа РМКЭ-35 на каждую фазу ВЛ.

При защите ВЛ 110 кВ и выше необходимо принимать во внимание такие важные факторы, как наличие или отсутствие грозозащитного троса, величина сопротивления заземления опор, конфигурация опоры и т.д. Универсальным средством молниезащиты в этом случае является грозозащитный трос. Однако он малоэффективен, если заземление опор имеет высокое сопротивление. Попадание молнии в ВЛ, находящиеся в неблагоприятных условиях, будет неизбежно приводить к обратным перекрытиям и отключениям. Для усиления молниезащиты ВЛ 110 кВ и выше рекомендуется установка ГИРМК-110. Отметим, что одним из важнейших достоинств этого устройства является его способность выполнять функции грозозащитного троса. Во всех случаях применения ГИРМК-110, особенно взамен троса, необходимо тщательно подходить к выбору схем расстановки разрядников.

### Заключение

Повышение грозоупорности ВЛП и опытно-промышленных ВЛЗ является актуальной задачей. При проектировании вновь строящихся ВЛП

10 кВ в качестве защитных аппаратов вместо РДИП-10 следует применять более современные и технологичные мультикамерные разрядники типа РМК-20, для защиты от индуктированных перенапряжений и последствий ПУМ – мультикамерные разрядники экранного типа РМКЭ-10.

Для защиты ВЛЗ напряжением 35–110 кВ от индуктированных перенапряжений, последствий ПУМ и обратных перекрытий целесообразно использовать также РМКЭ для класса напряжения 35 кВ и гирлянды изоляторов-разрядников мультикамерных (ГИРМК) для классов напряжения 35–110 кВ.

### Список литературы

1. *Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения: ТКП 385-2012 (02230). – Введ. 04.01.2021. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2020.*
2. *Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Нормы приемосдаточных испытаний: ТКП 339-2011 (02230). – Введ. 01.12.2011. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2011.*
3. *Линии электропередачи воздушные напряжением 35 кВ и выше с покрытыми проводами. Технические требования: СТП 33240.04.110-20. – Введ. 04.01.2021. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2020.*
4. *Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением 6–20 кВ с проводами SАХ. – М., 1996.*
5. *Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6–20 кВ с защищенными проводами (ПУ ВЛЗ 6–20 кВ). – Срок действия с 01.01.1999 по 01.01.2004. – М.: Минтопэнерго РФ, 1998.*
6. *Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 10 кВ с покрытыми проводами (ВЛП-10 кВ). Технические требования: СТП 09110.21.182-07. – Введ. 19.05.2008. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2008.*
7. *Изоляторы, линейная арматура и монтажный инструмент для современных ВЛ: отраслевой каталог серийно выпускаемых изделий. – ЗАО ПО «Форэнерго».*
8. *Подпоркин, Г.В. Молниезащита воздушных линий электропередачи / Г.В. Подпоркин. – Санкт-Петербург: Родная Ладога, 2018. – 176 с.*



Д.В. СОШКО,  
заместитель начальника энергогазинспекции филиала  
Госэнергонадзора по Гродненской области

# ИЗОЛИРУЮЩЕЕ СОЕДИНЕНИЕ – ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Действующей в настоящее время редакцией Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь не регулируются вопросы обслуживания изолирующих фланцевых соединений. Между тем эти устройства являются важнейшими компонентами газопроводов, позволяющими предотвратить их гальваническую коррозию и обеспечить электрическую изоляцию катодных систем защиты. Нарушения в установке и эксплуатации изолирующих соединений, а также отсутствие их технического обслуживания могут стать причиной пожара или электрического пробоя.

## Методы защиты подземных газопроводов от электрохимической коррозии

Одной из острых проблем эксплуатации газопроводов, проложенных в земле, является электрохимическая коррозия. Блуждающие токи, проникая в трубы, не имеющие надежной изоляции, создают анодную зону, в которой металл постепенно разрушается под воздействием электрического тока. Впоследствии в системе газопровода могут появиться

трещины, что, в свою очередь, ведет к утечкам газа и авариям.

Основной вид защиты подземных трубопроводов и их металлических элементов – катодная защита. Ее принцип заключается в катодной поляризации защищаемой металлической поверхности и придании ей отрицательного потенциала относительно окружающей среды при помощи источника постоянного тока: отрицательный полюс присоединяется к газопроводу (катод), положительный – к заземлению (анод). При этом анодное заземление по-

степенно разрушается, предохраняя газопровод.

Немаловажным элементом системы газоснабжения являются изолирующие соединения (ИС), используемые совместно с устройствами электрохимической защиты. Сами по себе ИС не препятствуют коррозии, но их применение позволяет защитить надземные участки газопроводов от токов станций катодной защиты, а подземные участки – от токов различного происхождения, проникающих с надземной части сооружения.

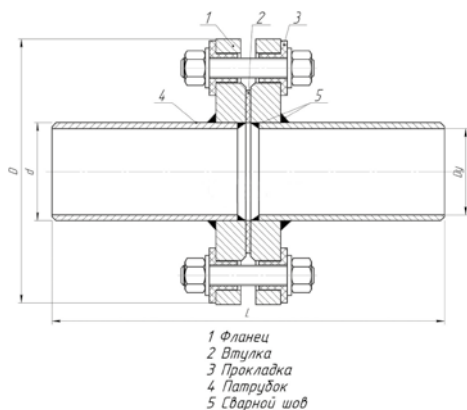


Рис. 1. Конструкция изолирующего фланцевого соединения



## Изолирующее фланцевое соединение

Наиболее распространенная конструкция ИС – изолирующее фланцевое соединение (ИФС), представляющее собой прочноплотное соединение двух участков трубопровода, которое за счет электроизолирующей прокладки и пластиковых втулок препятствует прохождению электрического тока между соединяемыми газопроводами.

ИФС состоит из двух фланцев, изготовленных в соответствии



Рис. 2. Место возгорания ИФС



Рис. 3. Место пробоя ИФС



Рис. 4. Изолирующие вставки (муфты) для установки перед газоиспользующим оборудованием

с ГОСТ 12820-80 или ГОСТ 12821-80 (рис. 1). Для обеспечения неразборного монтажа соединений к фланцам привариваются стальные патрубки, что позволяет проводить сварку соединений, не опасаясь их перегрева, потери герметичности и электроизолирующих свойств.

ИФС устанавливаются:

- на входе в землю и выходе из земли стального газопровода;
- на вводе газопровода в здание;
- на вводе газопровода на объект, являющийся источником блуждающих токов;
- для секционирования газопровода.

Остановимся подробнее на случае установки ИФС на надземных наружных газопроводах, в частности расположенных на газифицированных зданиях и в жилых домах. Такой вариант установки встречается повсеместно и наглядно демонстрирует конструкцию соединения.

Как правило, ИФС устанавливаются на вертикальных участках газопровода на высоте не более 2,2 м

от земли. Расстояние от дверных и оконных проемов (по горизонтали) должно быть не менее 0,5 м для газопроводов низкого давления, не менее 3,0 м – для газопроводов среднего давления и не менее 5,0 м – для газопроводов высокого давления.

ИФС обеспечивает защиту подземного газопровода от напряжения, возникающего в связи с неисправностью электротехнической части газоиспользующего оборудования, установленного в зданиях и жилых домах (вынос потенциала на сторонние проводящие части). В результате такой неисправности возможен пробой изолирующего соединения с последующим выходом газа и возгоранием соединения (рис. 2, 3).

Использование прокладок из фторопласта и других видов полимеров значительно повышает надежность и долговечность ИФС. Применение в качестве прокладочного материала резины запрещено, так как при атмосферном старении этого материала и потере им эластичности возрастает вероятность пробоя и возгорания ИФС.

### Муфты и электроизолирующие вставки

Чтобы свести к минимуму вероятность появления напряжения на вводных и внутренних газопроводах, необходимо использовать изолирующие вставки (муфты). Они позволяют исключить возможность протекания через газопровод токов утечки при возникновении электрического потенциала на корпусе за-

нуленного электрифицированного газового прибора (рис. 4).

Альтернативой ИФС в случае, если отсутствует необходимость разборки изолирующего соединения, служат электроизолирующие вставки.

Электроизолирующая вставка – это неразъемное изделие, изготовленное и испытанное в заводских условиях. Вставка представляет собой два металлических патрубка, соединенных между собой силовой оболочкой (рис. 5). Их присоединительные размеры должны соответствовать диаметру трубопровода. Надежная электрическая изоляция обеспечивается кольцом из диэлектрического материала, а герметичность соединения – специально подобранным уплотнителем.



Рис. 5. Электроизолирующие вставки

### Заключение

Любой из видов изолирующих соединений имеет свои преимущества и недостатки. Преимущество электроизолирующей вставки перед ИФС состоит в том, что она не требует обслуживания в течение всего срока эксплуатации (как минимум равен сроку службы газопровода), а ее недостаток – в невозможности установки межфланцевой заглушки с рукояткой (хвостовиком).

Выбор вида соединения определяется условиями эксплуатации газопровода. В любом случае изолирующее соединение является важным элементом газопровода, влияющим на безопасность как потребителей газа, так и всей системы газоснабжения.



Е.П. ЗАБЕЛЛО,  
д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование  
сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДРЕСНОЙ НАДЕЖНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Постоянный рост числа потребителей первой категории по надежности электропитания во всех отраслях экономики требует постоянного совершенствования схем электропитания таких потребителей или их групп. Варианты подобных схем принципиально рассмотрены в [1], где показано, что в настоящее время существуют широкие возможности использования распределенной генерации в дополнение к централизованной. Наиболее распространенными источниками такой генерации являются солнечные, ветровые и биогазовые установки, а также накопители энергии.

## Влияние распределенной генерации на устойчивость работы энергосистемы

Энергоисточники распределенной генерации, использующие ВИЭ, уже вполне конкурентоспособны на рынке электроэнергии, и по этой причине их доля в суммарном объеме выработки во многих странах постоянно растет.

В настоящее время любая энергосистема может располагать разными энергетическими объектами, в том числе источниками распределенной генерации (ИРГ). С точки зрения обеспечения адресной надежности энергоснабжения потребителю не важно, какие из генерирующих источников входят в состав основного поставщика энергии – энергосистемы. Энергосистема поставляет потребителям электроэнергию по питающим сетям и распределительным устройствам высокого и среднего напряжения, при этом показатели надежности электроснабжения существенно не зависят от набора видов ИРГ и соотношения их мощностей. В то же время ряд показателей энергосис-

темы напрямую зависит от работы ИРГ. Такие энергоисточники, как ФЭС и ВЭС, генерируют электроэнергию неравномерно, ухудшая тем самым форму графика нагрузки. Однако этот недостаток в значительной мере компенсируется продолжающимся снижением стоимости оборудования для ветровых и солнечных электростанций, а следовательно, снижением себестоимости генерируемой ими энергии.

В условиях неравномерной генерации наиболее рациональным решением для сохранения устойчивости работы энергосистемы может стать использование накопителей энергии (НЭ), позволяющих регулировать некоторую часть нагрузок за счет зарядки НЭ в ночные часы и включения их в режим генерации в часы утренних и вечерних пиков [2]. Выравниваемый таким образом суточный график нагрузок позволяет улучшить технико-экономические показатели базовых энергоисточников и энергосистемы в целом.

Так как основные по мощности и количеству потребители получают энергию с шин подстанций

напряжением 10 кВ и распределительных щитов напряжением 0,4 кВ, то в договорах на электроснабжение именно здесь проходит линия разграничения балансовой принадлежности сетей и оборудования, принадлежащих поставщику, с одной стороны, и потребителю – с другой. К этим шинам подключаются потребители всех категорий, в том числе первой, для которой перерыв в электропитании недопустим. Между тем поставщик, не имея возможности обеспечить бесперебойную поставку энергии на напряжении 10 (0,4) кВ, в договоре на электроснабжение указывает, что все потребители первой категории должны иметь источники бесперебойного питания. Подобное условие действует давно и обычно обеспечивается за счет установки аккумуляторных батарей или дизельных генераторов, находящихся в горячем резерве. Могут использоваться и другие варианты резервного питания, если имеется гарантия, что при пропадании напряжения на шинах основного источника на шинах резервного (например, трансформатора) оно сохранится.

**Таблица. Показатели, характеризующие величину потребляемой мощности электрических нагрузок и степень их неравномерности в ряде стран ЕС в 2018 году**

Страна	$P_{\min}$ , млн кВт	$P_{\max}$ , млн кВт	$\alpha_n$	Номер месяца	
				при $P_{\min}$	при $P_{\max}$
Италия	19,50	57,57	0,340	12	8
Франция	35,70	96,40	0,370	8	2
Греция	3,44	9,10	0,380	4	7
Австрия	4,84	12,07	0,400	7	12
Венгрия	2,90	6,57	0,440	5	3
Германия	35,70	79,10	0,450	5	2
Бельгия	13,40	6,07	0,452	11	5
ЕС в целом	264,20	589,70	0,448	6	2

Практика показывает, что при аварийных ситуациях может временно исчезать напряжение на шинах ВЛ и подстанций любого класса напряжения. В таких случаях потребитель первой категории оказывается перед выбором: заключить дополнительный договор с энергосистемой на обеспечение адресной надежности электроснабжения определенной части электрических нагрузок или установить собственный энергоисточник в виде комплекта аккумуляторных батарей современного качества. В энергосистеме России принят первый вариант: конечный потребитель энергии излагает дополнительные требования к надежности электроснабжения, отличные от изложенных в основном договоре, и оплачивает их выполнение по дополнительному договору. Целесообразность такого подхода, его основные положительные и отрицательные стороны рассмотрены в [3]. Для того чтобы более объективно оценить сложившуюся ситуацию с выбором источников резервного электроснабжения и мест их установки, обратимся к некоторым обзорным материалам.

### Накопители энергии и их применение

В обстоятельном аналитическом обзоре [4], касающемся перспектив применения НЭ в России, отмечается, что «накопители – это уходящий поезд, который российская промышленность еще может догнать». Тем самым авторы подтверждают факт

значительного отставания российских энергетиков от мировой практики использования НЭ. Эксперты прогнозируют, что до 2030 года основным драйвером мирового рынка литий-ионных аккумуляторов останется электротранспорт, уже сегодня формирующий 65 % спроса, в то время как в энергетике будет востребовано не более 5 % таких НЭ несмотря на то что согласно прогнозам уже к 2025 году цены на литий-ионные батареи снизятся с текущих 180–200 до 100 долларов за киловатт-час [4].

Основным фактором, стимулирующим внедрение НЭ в электроэнергетике, является рост погодо-зависимой ветровой и солнечной выработки. В таких условиях НЭ выступают уже не как портативные источники энергии, а как стационарные энергетические установки. Например, еще в 2017 году в энергосистеме Австралии был введен в эксплуатацию блок литий-ионных батарей мощностью 100 МВт. Работа этого НЭ в качестве резервного источника получила высокую оценку, и было принято решение нарастить его мощность до 300 МВт.

В [4] отмечено, что при уменьшении цены готового решения по применению НЭ до 15 тыс. российских рублей на киловатт-час и снижении пиковой нагрузки на 10 % срок окупаемости накопителя, используемого для оптимизации почасового потребления, составит 4–5 лет. При этом экономический эффект для потребителя в виде сокращения затрат на электроэнергию достигнет 5–7 % без учета оплаты услуг сетевой организации.

По данным, приведенным в [5], потребность Европейского союза в электрооборудовании для покрытия неравномерности производства электроэнергии на ВИЭ к 2030 году достигнет 456 ГВт, из которых 73,6 % придется на газовые ТЭС и 14,7 % – на накопительные батареи. Предполагается, что к 2050 году этот показатель вырастет до 786–812 ГВт. При этом доля газовых ТЭС снизится до 24,4–24,6 %, накопительных батарей – до 0,1–0,8 %, а основной вклад (68,3 %) в обеспечение гибкости энергосистемы будут вносить технологии получения водорода в процессе электролиза. Однако подобный подход оценивается специалистами неоднозначно. С точки зрения снижения выбросов парниковых газов целесообразность использования электролиза в качестве основного решения не подтверждена и требует дополнительных исследований. Техническая проблема хранения крупных объемов водорода также пока не решена, а значит, он не может использоваться как накопитель энергии.

Следует отметить, что при любом варианте централизованной генерации имеет место неуклонный рост цен на электроэнергию. Это делает экономически привлекательным для потребителей переход на использование автономных (собственных) энергоисточников. Таким образом, возникает необходимость одновременного решения двух взаимосвязанных задач:

- обеспечение сбалансированности, надежности и эффективности работы энергосистемы с большой долей энергообъектов, работающих на ВИЭ;
- удержание промышленных потребителей в системе централизованного электроснабжения.

### Покрытие спроса на электроэнергию в условиях неравномерной генерации

Рассмотрим некоторые характеристики энергосистем ряда стран Европейского союза, чтобы оценить сложность проблемы покрытия спроса на электроэнергию в условиях резкопеременных величин генерации, обусловленных наличием

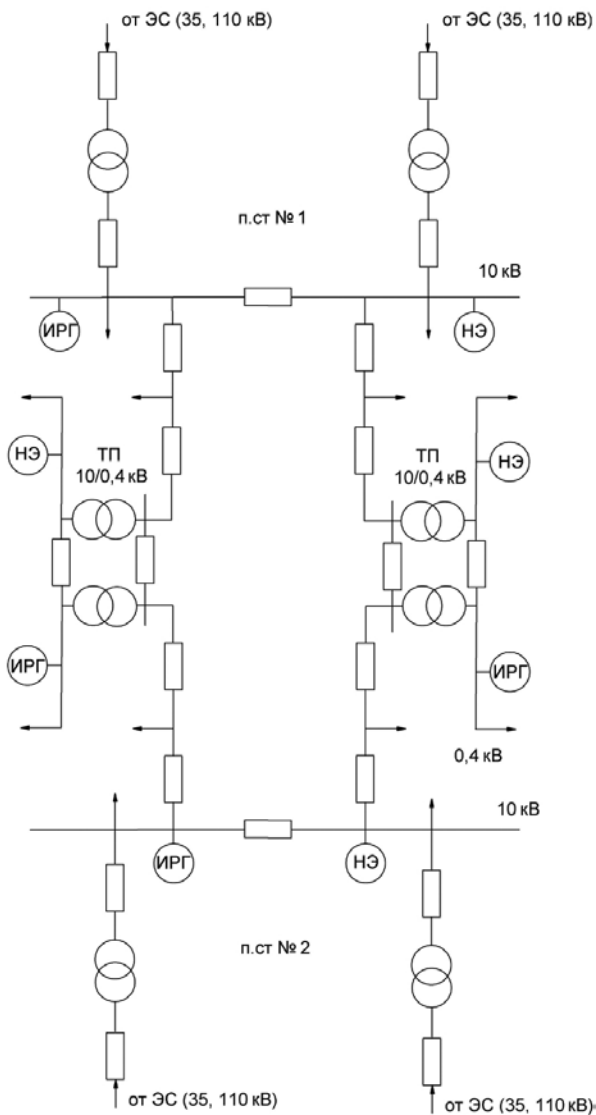


Схема соединений распределительных электросетей, коммутационной аппаратуры и средств генерации для обеспечения адресной надежности электроснабжения потребителей

генерирующих источников различных типов и характеристик [6].

В таблице приведены показатели, характеризующие величину потребляемой мощности электрических нагрузок, а также степень неравномерности нагрузок  $\alpha_n$ , которая определяется отношением минимума нагрузок к их максимуму, то есть

$$\alpha_n = P_{\min} / P_{\max}, \quad (1)$$

где  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$  – соответственно минимальная и максимальная нагрузка, млн кВт, имевшая место в 2018 году (с указанием месяца).

Как видно из таблицы, величина  $\alpha_n$ , рассчитанная по данным, приведенным в [6], находится в пределах от 0,340 до 0,452. Из этого можно заключить, что как в отдельных странах, так и в целом по ЕС неравномерность электрических нагрузок является стабильным показателем, далеким от максимального значения, равного единице.

Учитывая, что мощность суммарных нагрузок в разных странах достигала минимальных и максимальных значений в разные месяцы года, величина  $\alpha_n$  в целом в ЕС оказалась несколько выше, чем в большинстве отдельно взятых государств. При этом максимум нагрузок в ЕС имел место в том же месяце (февраль), что и в Германии и Франции, для которых характерны развитая базовая генерация и наибольшая доля электропотребления. Минимум нагрузок в этих странах и в целом в ЕС пришелся на летние месяцы.

Таким образом, проблема покрытия спроса на электроэнергию разделяется на две части: сезонное и суточное регулирование нагрузок.

Рассмотрим схему соединений распределительных электросетей, коммутационной аппаратуры и средств генерации. На схеме представлены две питающие подстанции высокого напряжения (35 или 110 кВ) с комплектными распределительными устройствами 10 кВ и выходами ВЛ напряжением 10 кВ. К выходам (на каждом фидере) подключен ряд двухтрансформаторных подстанций 10/0,4 кВ. Линии 10 кВ каждого фидера подстанций закольцованы, что обеспечивает резервирование питания потребителей при пропадании напряжения на любом из фидеров при условии сохранения в допустимых пределах напряжения в наиболее удаленных точках электропитания.

Заметим, что при пропадании напряжения на питающих шинах (35 или 110 кВ) обеих подстанций кольцевание фидеров ожидаемого эффекта не приносит. Такой вариант потери внешнего питания исключает стопроцентное резервирование всех потребителей зоны. В связи с этим на схеме показаны источники резервирования электропитания отдельных потребителей, подключенные к шинам 0,4 кВ или их секциям, по которым электроэнергия подается потребителям первой категории. На случай отключения внешнего питания устанавливается необходимое число модулей распределенной генерации (накопителей) для резервирования электроснабжения. При его наличии модули находятся в режиме зарядки. ИРГ другого типа (например, солнечные установки) также используются для обеспечения постоянного питания, его резервирования и зарядки НЭ.

В схеме, приведенной на рисунке, показаны НЭ и ИРГ, подключенные к шинам напряжением 10 кВ. В этом случае их единичная мощность больше, чем при подключении к шинам 0,4 кВ. Подобный вариант позволяет обеспечить не только параллельную работу источников энергосистемы и потребителя, но и уровень надежности электроснабжения, соответствующий требованиям ТКП 609-2017 «Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ» [7].

Одним из показателей, приведенных в ТКП 609, является индекс средней доступности электроснабжения (ASAI). Он определяется отношением времени, в течение которого электроснабжение было доступно потребителям, ко времени, в течение которого существовал спрос на электроэнергию:

$$ASAI = \frac{N_T \cdot 8760 - \sum_{i=1}^n N_i t_i}{N_T \cdot 8760}, \quad (2)$$

где  $N_T$  – количество потребителей, подключенных к рассматриваемому участку сети;  $N_i$  – количество потребителей при  $i$ -том нарушении электроснабжения длительностью  $t_i$ .

Как следует из (2), при отсутствии нарушений электроснабжения рассматриваемой группы потребителей (то есть при  $N_i$  и  $t_i$ , равных нулю) значение  $ASAI$  равно единице. Именно такое требование предъявляется к электроснабжению со стороны потребителей первой категории. Можно заключить, что в данном случае это требование удовлетворяется по отношению ко всей группе ( $N_T$ ). Если же в составе  $N_T$  к первой категории относится только часть потребителей, при расчете  $ASAI$  рационально выделить их в самостоятельную группу, а схему электроснабжения выполнить с переводом данных потребителей на отдельную секцию шин.

Так как обеспечение адресной надежности электроснабжения характеризуется разными показателями, в том числе индексом  $ASAI$  для отдельных групп потребителей, то решить эту задачу можно путем адресной установки НЭ необходимой мощности с подключением к шинам 0,4 кВ. При этом возможны два варианта работы накопителей:

1) НЭ находится в дежурном режиме и включается в работу в случае системной аварии или отключения питания на шинах 10 (или 0,4) кВ;

2) НЭ работает постоянно как генерирующий источник параллельно с основной питающей сетью и отключается от нее, когда необходимо обеспечить изолированное энергоснабжение потребителя первой категории.

Согласно ТКП 609 при работе НЭ параллельно с энергосистемой должны быть исключены:

- вероятность несинхронных включений при работе устройств автоматики (АПВ, АВР, ЧАПВ) со стороны внешней сети;
- подпитка точки короткого замыкания от ИРГ, отключенного средствами РЗА только со стороны внешней сети;
- возникновение асинхронного режима между ИРГ и внешней сетью (может привести к нарушению устойчивости работы генераторов и двигателей в смежных узлах, неправильной работе средств РЗА).

В случае снижения качества питающего напряжения со стороны внешней сети ИРГ должен переключаться в автономный режим работы (при технологической и технической возможности).

Не подвергая сомнению приведенные требования ТКП 609, заметим, что при организации параллельной работы РГ и энергосистемы необходимо учитывать также следующее:

- принадлежность ИРГ и его технико-экономические показатели;
- тип схемы основного электропитания потребителя;
- наличие (отсутствие) рынка электроэнергии;
- уровень автоматизации энергооборудования, средств защиты, энергоконтроля и управления;
- степень универсальности тарифной системы;
- нормативную и законодательную поддержку применения ИРГ в энергосистеме.

Учет этих факторов при создании рабочих проектов ИРГ, предназначенных к включению на параллельную работу с энергосистемой, позволит соблюсти не только технические, но и юридические и экономические условия, гарантирующие надежное электроснабжение всех групп потребителей, в том числе тех, для которых требуется обеспечение адресной надежности.

## Заключение

1. Возможность и экономическая целесообразность использования ИРГ, принадлежащих как энергосистеме, так и отдельным потребителям, требует совершенствования нормативной и законодательной базы в части организации режимного взаимодействия производителей электроэнергии различной ведомственной подчиненности с потребителями и между собой. Это является важнейшим условием соблюдения интересов потребителей и поставщиков энергии, включая государственных.

2. Наиболее приемлемым вариантом обеспечения адресной надежности электроснабжения конкретного потребителя (или их группы) является установка накопителей

энергии на шинах низкого напряжения с возможностью локализации участка шин, к которым подключены эти потребители.

3. Так как в процессе энергоснабжения потребителей участвуют источники различной ведомственной принадлежности, а в схемах электроснабжения могут иметь место перетоки энергии разного качества, в том числе не соответствующего нормам, обязательным условием является наличие многофункциональной АСКУЭ, позволяющей анализировать не только количественные, но и качественные характеристики генерации различных источников (несинусоидальность, несимметрия нагрузок, отклонения частоты и т.д.).

4. Для того чтобы наличие ИРГ в схемах электроснабжения способствовало выравниванию графиков электрических нагрузок, тариф на электроэнергию должен быть сложным, учитывающим как величину совмещенной мощности на пиковых интервалах, так и объемы электропотребления на интервалах суток.

## Список литературы

1. Забелло, Е.П. Риск-ориентированное мышление в энергетике / Е.П. Забелло, Е.Е. Забелло // Энергетика и ТЭК. – 2017. – № 7/8. – С. 56–60.
2. Забелло, Е.П. К вопросу об интеграции объектов распределенной генерации в энергосистему / Е.П. Забелло // Энергетическая стратегия. – 2019. – № 3. – С. 24–28.
3. Забелло, Е.П. Адресная надежность электроснабжения / Е.П. Забелло, М.Р. Кирплюк // Энергетическая стратегия. – 2017. – № 4. – С. 18–22.
4. Посыпанко, Н. Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития / Н. Посыпанко, М. Баранов, Р. Костюк // VYGON Consulting. – 2020. – Июнь. – 47 с.
5. Белобородов, С.С. Влияние развития ВИЭ на конкурентоспособность централизованной системы электроснабжения промышленных потребителей в энергосистеме Германии и на режимы работы газовой сети / С.С. Белобородов // Электрические станции. – 2020. – № 9. – С. 2–11.
6. Саламов, А.А. Перспективы развития электроэнергетики Европы / А.А. Саламов // Энергетика за рубежом. – 2020. – № 3. – С. 2–4.
7. Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ: ТКП 609-2017. – Введ. 01.09.2017. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2017.

О.Н. САВЧЕНКОВА,  
инспектор энергогазинспекции Минского  
МРО по газовому надзору филиала  
Госэнергогазнадзора по г. Минску  
и Минской области



В.А. КУЗНЕЦОВ,  
заместитель начальника областной  
энергогазинспекции филиала  
Госэнергогазнадзора по г. Минску  
и Минской области



## О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОВЕРОК ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ В ЖИЛИЩНОМ ФОНДЕ

Согласно Положению о государственном энергетическом и газовом надзоре, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 марта 2019 года № 213, одной из основных задач Госэнергогазнадзора является контроль за техническим состоянием и эксплуатацией вводных и внутренних газопроводов в жилищном фонде, газового оборудования, инженерных систем, обеспечивающих безопасность при его эксплуатации в жилищном фонде, а также за принятием мер по обеспечению безопасности при пользовании газом.

Важными составляющими инженерных систем зданий и сооружений являются дымовые и вентиляционные каналы. Правильная их эксплуатация в жилых домах обеспечивает безопасную работу отопительных, водогрейных приборов и воздухообмен в помещениях, в которых установлено данное оборудование. За счет этого поддерживается нормальный микроклимат в доме, уменьшается концентрация пыли и болезнетворных микробов.

Нарушения в работе дымовых и вентканалов приводят к повышению влажности в помещении и, как следствие, к порче предметов интерьера, а неисправность каналов может стать причиной гибели людей от отравления угарным газом или в результате пожара. Об особенностях устройства, проверки и обслуживания дымовых и вентиляционных каналов необходимо знать не только специалистам, обслуживающим эти конструкции, но и гражданам.

### Устройство дымовых и вентиляционных каналов

Дымовые и вентиляционные каналы, несмотря на схожесть, а иногда и идентичность устройства, различаются назначением и предъявляемыми к ним требованиями. Дымовой канал – это инженерная система для отвода продуктов горения от отопительных и водогрейных приборов. Вентиляционный канал предназначен исключительно для обеспечения воздухообмена между помещением и внешней средой. Поэтому в отличие от дымохода к вентканалу не предъявляются жесткие требования пожарной безопасности, важно лишь, чтобы он работал стабильно и имел необходимую пропускную способность. Использовать каналы не по назначению и менять их места категорически запрещено.

Ранее почти все дымовые и вентиляционные каналы изготавливались из кирпича. Сейчас ассортимент материалов существенно расширился. Для строительства каналов используются:



Кирпичные дымовой и вентиляционный каналы на крыше



Приставные вентиляционный и дымовой каналы из нержавеющей стали



Засоренный канал



Очищенный канал

- асбестоцементные и стеклопластиковые трубы (непопулярные из-за низкой экологичности);
- бетон (такие каналы закладываются при отливке монолитных домов);
- нержавеющая сталь (применяется чаще для газовых приборов, выделяющих при работе большое количество пара и агрессивных кислот);
- керамические трубы.

Согласно требованиям ТКП 629-2018 «Техническая эксплуатация дымовых и вентиляционных каналов жилых домов. Организация и порядок проведения», утвержденного постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 7 декабря 2018 года № 8, для препятствия загрязнению, попаданию внутрь птиц и атмосферных осадков вентиляционные каналы оборудуются зонтиками, козырьками, колпаками, защитными решетками. Часто используются дефлекторы, усиливающие тягу. Вместе с тем на оголовках дымовых каналов установка такого защитного оборудования запрещена.

### Порядок проведения проверок

В соответствии с Жилищным кодексом Республики Беларусь и Правилами пользования газом в быту, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 ноября 2007 года № 1539 (далее – Правила), проверять дымовые и вентиляционные каналы в жилом доме, следить за их исправностью, организовывать ремонт и прочистку обязана организация, осуществляющая эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющая жилищно-коммунальные услуги либо уполномоченные лица

с привлечением специализированных организаций.

Согласно Правилам периодической проверки состояния и прочистке подлежат дымовые и вентиляционные каналы, предназначенные для отвода продуктов сгорания:

- от отопительного газового оборудования – перед отопительным сезоном, независимо от материала, из которого они изготовлены;
- от проточных газовых водонагревателей в зависимости от материала, из которого они изготовлены:
- кирпичные – не реже одного раза в квартал;
- асбестоцементные, гончарные, стальные, а также выполненные из специальных блоков жаростойкого бетона – не реже одного раза в год.

После каждого ремонта каналы необходимо проверять и прочищать независимо от срока, прошедшего с момента предыдущей проверки.

Первичная проверка состояния дымовых и вентиляционных каналов в жилых и (или) нежилых помещениях осуществляется до пуска газа. Проводить ее имеют право только специализированные организации. При этом обязательно присутствие заявителя:

- представителей организации, осуществляющей эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющей жилищно-коммунальные услуги, уполномоченных лиц – для многоквартирных жилых домов;
- собственников, потребителей газа и (или) их представителей – для одноквартирных, блокированных жилых домов.

Результаты проверки отражаются в акте, оформляемом специализированной организацией, один экземпляр которого выдается заявителю.

Повторные (периодические) проверки и прочистки дымовых и венти-

ляционных каналов в жилых и (или) нежилых помещениях проводятся специализированными организациями также с оформлением акта.

В одноквартирных, блокированных жилых домах, принадлежащих гражданам на праве собственности, допускается выполнение данных работ собственниками этих домов и (или) потребителями газа, прошедшими специальное обучение и допущенными по его результатам к выполнению указанных работ. При этом проверка должна регистрироваться в журнале учета результатов повторной проверки и прочистки дымовых и вентиляционных каналов по форме, предусмотренной Правилами.

Согласно постановлению Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 20 мая 2013 года № 12 «Об установлении перечня работ по техническому обслуживанию и периодичности их выполнения» проверка системы вентиляции в жилых домах с естественным побуждением на работоспособность проводится не менее одного раза в год.

В соответствии с Правилами газоснабжающая организация вправе прекратить снабжение газом потребителей, если выявлены следующие нарушения:

- отсутствие актов проверки технического состояния дымовых и вентиляционных каналов;
- неисправность дымовых и вентиляционных каналов;
- разрушение оголовков дымовых труб;
- отсутствие тяги.

При этом важно помнить, что в соответствии со статьей 21.5 Кодекса об административных правонарушениях Республики Беларусь предусмотрена административная ответственность за несоблюдение периодичности проверки и прочистки дымовых и вентиляционных каналов, технического обслуживания газопроводов-вводов, газоиспользующего оборудования, внутренних газопроводов либо за отказ от их проведения. Штраф для граждан может составлять до десяти базовых величин, для индивидуального предпринимателя – до двадцати пяти, для юридического лица – до пятидесяти базовых величин.

## Обследование системы вентиляции

Прежде обследование дымовых и вентиляционных каналов проводилось визуально или с помощью фонаря и зеркала. Теперь для этих целей используются цифровые камеры с инфракрасной или светодиодной подсветкой, технические видеозондоскопы с трансляцией сигнала на базовое устройство, а на ответственных и сложных объектах – даже промышленные роботы. Для определения негерметичных и истончившихся участков дымоходов применяют тепловизор.

Периодичность обследования дымовых и вентиляционных каналов многоквартирного жилого фонда должна соответствовать требованиям Правил. Внеочередное обследование выполняется в тех случаях, когда поступает информация об ухудшении или полном отсутствии тяги.

Зачастую граждане самостоятельно определяют наличие тяги: в дымовом канале – по втягиванию пламени спички или свечи в дымоход через прочистной карман, в вентканале – с помощью стандартного листа А4, приложенного к вентиляционной решетке (если он не падает, то тяга есть). Однако практика показывает, что эти способы далеко не всегда позволяют судить об исправности вентиляционной системы.

Рассмотрим вентиляционную решетку кухни с четырехконфорочной газовой плитой в обычной квартире многоэтажного дома. Чаще всего площадь такой кухни составляет 6 м<sup>2</sup>, высота потолка – 2,5 м, площадь вентиляционной решетки – 140×200 мм. Когда решетка устанавливалась, вентиляционный канал был прочищен и проверен, следовательно, воздухообмен соответствовал нормативным требованиям. Согласно приложению Г СН 3.02.01-2019 «Жилые здания», утвержденных постановлением Министерства архитектуры Республики Беларусь от 16 января 2019 года № 69, кратность воздухообмена (количество воздуха, удаляемого из помещения за час) в квартирах с четырехконфорочными газовыми плитами должна составлять не менее 90 м<sup>3</sup>/ч.

Между тем в процессе эксплуатации пропускная способность вен-



Лицевая сторона вентиляционной решетки после года эксплуатации



Внутренняя сторона вентиляционной решетки после года эксплуатации



Измерение скорости воздушного потока анемометром

тиляционной решетки существенно снижается. На фотографии отчетливо видно, что москитная сетка решетки примерно на 70 % забита пылью. И это всего за один год! Обследование показало, что скорость воздушного потока в этом случае составила 0,5 м/с – недостаточно для данного помещения. При этом приложенный листок бумаги прилип к вентиляционной решетке. В соответствии с расчетом кратность

воздухообмена составила 50,4 м<sup>3</sup>/ч, что почти вдвое меньше нормативного показателя и говорит о неисправности системы вентиляции.

Таким образом, расчеты показали, что бытовые способы проверки вентиляции не позволяют достоверно выявить неисправность вентиляционного канала, так как с их помощью невозможно определить кратность воздухообмена в помещении. Кроме того, при использо-



Направление воздушного потока из вентиляционной шахты в квартиру при обратной тяге



Приточный клапан в квартире

вании спички или зажигалки скопление пыли и жировых отложений может легко воспламениться, спровоцировать возгорание и пожар.

Приведенный пример наглядно показывает необходимость периодической проверки вентиляционной системы специализированными организациями. Самим потребителям как минимум следует регулярно очищать вентиляционные решетки.

Еще одна из причин, почему не всегда можно самостоятельно проверить исправность системы вентиляции, – опрокидывание тяги в вентиляционном или дымовом канале.

Опрокидывание тяги (обратная тяга) приводит к тому, что воздушные массы или продукты сгорания, в том числе образующиеся в результате работы газоиспользующего оборудования, не удаляются через вентиляционную систему, а, наоборот, поступают в помещение.

Обратная тяга в вентиляционном или дымовом канале может появиться по многим причинам:

- расположение оголовка канала в зоне ветровой тени (ветрового подпора), образованной коньком или другими выступающими частями здания и высокими деревьями;
- недостаточное термическое сопротивление стенок дымохода, в результате чего продукты сгорания охлаждаются преждевременно;
- засорение дымоходов строительным мусором, раствором, посторонними предметами;
- неправильная конструкция каналов (наличие сужений и расширений, кренов, наклонов и их оголков;

- промерзание, обмерзание канала, закупорка оголовка снегом, наледью;

- неплотность (нарушение герметичности) стенок дымовых каналов выше чердачного перекрытия и над крышей, в результате чего происходит резкое падение естественной тяги;

- недостаточный приток воздуха из-за отсутствия или недостаточной площади сечения приточных клапанов в герметичных окнах или из-за работы вытяжных систем и вентиляторов, в первую очередь кухонных.

В любом случае для установки причин возникновения обратной тяги необходимо комплексное обследование системы вентиляции квартиры и дома.

### Особенности обслуживания

Дымовые и вентиляционные каналы многоквартирных жилых домов практически не требуют обслуживания благодаря продуманности вентиляционных систем и их резервным возможностям. В газифицированных жилых домах, возведенных в 1950–1990-х годах, действующими на момент проектирования и строительства требованиями предусматривалась естественная вентиляция помещений, в том числе кухонных. До 80 % воздухообмена в таких домах осуществлялось через оконные и дверные блоки, имевшие в основе деревянные конструкции. В настоящее время жильцы массово заменяют их на практически герметичные металлопластиковые

и стальные. В результате плохая вентиляция становится основной проблемой для высотных домов старой постройки – резко ухудшается воздухообмен, повышается влажность воздуха, появляется грибок.

Эта проблема решается либо постоянным проветриванием, либо установкой специальных приточных клапанов. Их монтируют под окнами выше отопительных устройств для подогрева поступающего с улицы воздуха. Рекомендуется также оставлять зазоры между полом и межкомнатными дверями либо оборудовать их воздухопроницаемыми решетками.

### Заключение

Исправно работающая система вентиляции значительно снижает риск отравления продуктами горения и природным газом в случае их скопления в помещении. В связи с этим дымовые и вентиляционные каналы необходимо периодически проверять и поддерживать в работоспособном состоянии. Важно также помнить, что их проверка, ремонт и очистка – дело сложное и ответственное, поэтому в многоквартирном жилом фонде указанные работы должны выполняться только работниками специализированных организаций.



А.М. ГОДЯЦКИЙ,  
старший инспектор газотехнической группы  
Кричевского МРО филиала Госэнергогазнадзора  
по Могилевской области

## ГАЗОВЫЙ НАДЗОР. ПЕРВЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ КРИЧЕВСКОГО МРО

Указом Президента Республики Беларусь от 28 февраля 2019 года № 92 в целях совершенствования системы органов государственного энергетического надзора, повышения эффективности их деятельности и формирования системы органов государственного газового надзора с 1 апреля 2019 года было создано государственное учреждение «Государственный энергетический и газовый надзор» (Госэнергогазнадзор), а в его рамках – отдел газового надзора и газотехнические инспекции областных филиалов. Одним из важных направлений надзорной деятельности учреждения и его структурных подразделений является надзор в отношении вводных и внутренних газопроводов, газового оборудования и инженерных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию газового оборудования в быту.

**Б**езопасное и безаварийное пользование газом в быту зависит от технического состояния систем газоснабжения и газового оборудования в жилых домах, дымовых и вентиляционных каналов и от строгого выполнения собственниками жилищного фонда, эксплуатирующими организациями и непосредственно потребителями газа требований безопасности, установленных нормативными правовыми актами и техническими нормативными правовыми актами (НПА и ТНПА).

В Кричевском межрайонном отделении (МРО) филиала Госэнергогазнадзора по Могилевской области для выполнения функций газового надзора создана газотехническая инспекция, в которую входят два специалиста. Всего в составе МРО 7 районных энергогазинспекций, которые осуществляют надзорную деятельность в Костюковичском, Чериковском, Славгородском, Краснопольском, Климовичском, Хотимском, Мстиславском районах Могилевской области. В данном регионе расположено 810 газифицированных многоквартирных жилых домов

(в 303 из них эксплуатируется газопользующее оборудование с организованным отводом продуктов сгорания через дымоход), а также 18 223 блокированных и многоквартирных жилых дома.

Полномочиями по осуществлению надзорной деятельности в части газового надзора были наделены специалисты теплотехнических инспекций районных энергогазинспекций. Они прошли соответствующее обучение в учреждении образования ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

За 2020 год и первый квартал 2021 года инспекторами Кричевского МРО проведено:

- 822 обследования в отношении газифицированного жилищного фонда, по результатам которых было выявлено 1338 замечаний, выдано 141 предписание и 5 предложений о приостановлении (запрете) деятельности субъекта (его цехов, производственных участков);
- 4 мониторинга и 336 адресных проверок в отношении субъектов хозяйствования и граждан.

Несмотря на эпидемиологическую ситуацию в республике,

осложнявшую работу инспекторов, в период с апреля по декабрь 2020 года были проведены проверки соблюдения порядка эксплуатации газового оборудования, сетей газоснабжения, дымовых и вентиляционных каналов в 188 домовладениях.

При обследовании газифицированного многоквартирного жилищного фонда были выявлены следующие основные нарушения:

- разрушение оголовков дымоходов (в том числе отсутствие отдельных элементов металлических дымоходов, выведенных на фасад жилого дома);
- коррозионное повреждение окраски вводных и внутренних газопроводов;
- отсутствие полностью либо частично крепежных элементов на вводных и внутренних газопроводах;
- нарушения при прокладке электрических кабелей по отношению к вводным и внутренним газопроводам (несоблюдение необходимого расстояния при параллельной прокладке и при пересечении).

Основные нарушения, которые фиксируются у потребителей газа:



- эксплуатация газоиспользующего оборудования (газовая плита, проточный газовый водонагреватель, газовый котел) с истекшим нормативным сроком службы без подтверждения возможности его дальнейшей эксплуатации (по результатам диагностики технического состояния);

- несвоевременное проведение либо отказ от проведения технического обслуживания газоиспользующего оборудования;

- отсутствие актов проверки технического состояния дымовых и вентиляционных каналов (особенно характерно для частных многоквартирных жилых домов).

Межрайонным отделением на системной основе организован обмен информацией с газоснабжающими и эксплуатирующими организациями, обслуживающими газифицированный жилищный фонд граждан. Полученные сведения тщательно анализируются инспекторским персоналом и используются как основа для осуществления надзорной деятельности в отношении газифицированных жилых домов и профилактической работы среди граждан.

Инспекторами Кричевского МРО также ведется сбор информации об авариях и несчастных случаях, произошедших при пользовании газом в быту, в том числе подлежащих специальному расследованию. Накапливаются и анализируются сведения о происшествиях как в Республике Беларусь, так и за рубежом. Данная информация в дальнейшем используется для проведения работ профилактического и предупредительного характера.

За истекший период в печатных СМИ было размещено 8 статей

по вопросам безопасного пользования газом в быту, на сайтах учреждений и исполнительных комитетов – 7 публикаций. Проведено 816 бесед в учреждениях образования и организациях. По местному телевидению периодически транслируются ролики соответствующей тематики, в том числе с участием инспекторов Кричевского МРО.



Совместно с работниками социальной защиты, МЧС, РОВД инспекторы межрайонного отделения проводят обследования газоиспользующего оборудования у одиноких и одиноко проживающих престарелых граждан и инвалидов, семей, в которых дети находятся в социально опасном положении. Только в апреле 2021 года проведено обследование 45 домовладений данных категорий граждан.

Кроме того, инспекторы выступают перед трудовыми коллективами с информацией по вопросам соблюдения Правил пользования газом в быту, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 ноября 2007 года № 1539.

При подготовке организаций к отопительному сезону газотехническая инспекция также принимает участие в согласовании мероприятий и составлении графиков регистрации паспортов готовности потребителей тепловой энергии. Особое внимание обращается на подготовку многоквартирных жилых домов без централизованной системы отопления и горячего водоснабжения, оснащенных поквартирным газовым ото-

пительным оборудованием и газовыми водонагревателями.

В ходе подготовки к отопительному сезону 2020/2021 года специалисты газотехнической инспекции приняли участие в работе 16 комиссий по проверке готовности к ОЗП систем теплоснабжения организаций – владельцев многоквартирного жилого фонда (в том числе негосударственной формы собственности), в котором используется газовое оборудование для целей отопления и горячего водоснабжения.

Не остаются без внимания и вопросы готовности к вводу в эксплуатацию систем газоснабжения жилых домов. Кричевским МРО в части газового надзора были выданы 4 заключения о соответствии принимаемых в эксплуатацию объектов проектной документации, требованиям безопасности и эксплуатационной надежности.

При получении информации о нарушениях гражданами Правил пользования газом в быту инспекторы Кричевского МРО начинают административный процесс в соответствии с КоАП и ПИКоАП. Так, к административной ответственности за неисполнение письменного требования (предписания) в соответствии с действовавшей до 1 марта 2021 года статьей 23.1 КоАП, за 2020 год было привлечено 7 должностных лиц.

На основе анализа результатов работы Кричевского межрайонного отделения в части газового надзора планируется дальнейшее совершенствование надзорной деятельности. В ближайшей перспективе основное внимание будет уделено таким направлениям, как повышение уровня профессиональной подготовки инспекторского персонала, совершенствование программного обеспечения автоматизированного рабочего места инспекторов, оснащение работников инспекции современными эффективными приборами и оборудованием.

Госэнергогазнадзор является важнейшим инструментом осуществления действенного контроля за соблюдением требований НПА и ТНПА, в том числе локальных, в части безопасной и надежной эксплуатации систем энерго- и газоснабжения потребителей в жилищном фонде Республики Беларусь.



# ЭНЕРГИЯ ПОЗИТИВА: МОЛОДЕЖЬ ВЫБИРАЕТ АТОМНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ

*В Минске состоялся первый Молодежный атомный форум ProAtom*

20 мая в Национальной библиотеке Беларуси впервые прошел молодежный форум ProAtom, посвященный современным атомным технологиям, реализации национальной ядерной энергетической программы, перспективам трудоустройства и карьерного роста в отрасли. Мероприятие было организовано Министерством энергетики совместно с ГПО «Белэнерго», Госкорпорацией «Росатом» и ГП «Белорусская атомная электростанция» при содействии Министерства образования.



В форуме приняли участие около 400 человек – студенты и преподаватели ведущих технических вузов, учащиеся Минского государственного энергетического колледжа, столичных школ, молодые ученые Национальной академии наук, специалисты-атомщики, а также представители министерств и ведомств, деятельность которых связана с ядерной энергетикой.

С приветственным словом к участникам форума обратился Министр энергетики Виктор Каранкевич. Он подчеркнул важность подготовки собственных кадров для атомной энергетики: «Интеллектуальный потенциал и целеустремленность молодых





специалистов и ученых, которые связали свою жизнь с отраслью, обеспечивают успешную реализацию перспективных проектов не только в самой атомной энергетике, но и в смежных с ней направлениях». Министр выразил уверенность в том, что форум будет способствовать продвижению перспективных идей и предложений молодежи.

Спикерами пленарного заседания выступили также первый заместитель Министра образования Ирина Старовойтова, генеральный директор Белорусской АЭС Михаил Филимонов, вице-президент АО ИК «АСЭ» Виталий Полянин и заместитель генерального директора ГПО «Белэнерго» Сергей Бобович. Они рассказали о кадровой политике в новой для страны атомной отрасли и традиционной энергетике, ответили на вопросы студентов. На форуме также прозвучали доклады специалистов в области ядерных исследований, радиационного мониторинга, электротранспорта, ядерной медицины.

Для будущих энергетиков на площадке форума была организована выставка современных достижений в атомной отрасли и связанных с ней областях с широким использованием средств мультимедиа. Свои экспозиции представили ГПО «Белэнерго», БелаЭС, «Росатом», НАН Беларуси, РУП «Белоруснефть», УП «Атомтех» и др. Посетители объединенного стенда ГПО «Белэнерго» могли ознакомиться со свежей отраслевой прессой и возможностями электронной базы ЭИС «Энергодokument». Сотрудники ОАО «Белэнергоремналадка» демонстрировали работу виртуального учебного тренажера, а представители Минского энергоколледжа рассказывали о возможностях получения среднего технического образования в сфере энергетики и дальнейшего повышения квалификации.

В рамках интерактивной образовательной площадки Rosatom Positive Energy Zone посетители могли проверить свои знания по истории атомной отрасли, совершить «экскурсию» по атомной станции с помощью технологии дополненной реальности, а также увидеть цифровую выставку лучших работ конкурса фотожурналистики ASE International Photo Awards 2020.

По словам Виктора Каранкевича, формат молодежного атомного форума благодаря широкому представительству позволил всесторонне обсудить перспективы развития отрасли с привлечением молодежи, услышать ее вопросы и предложения, наметить дальнейшие шаги по укреплению кадрового потенциала атомной энергетики и усовершенствовать подходы к подбору кадров.

*Дарья Лемехова*





Е.И. ПИЛИПЧИК,  
психолог сектора психологического  
обеспечения филиала «Учебный центр  
РУП «Гродноэнерго»

# ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА В ГРОДНЕНСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

*Культура безопасности – это то,  
как мы работаем, когда за нами не наблюдают.  
Стэнли Дитс*

Культура безопасности – квалификационная и психологическая подготовленность работников, при которой обеспечение безопасности на предприятии является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к осознанию ответственности и самоконтролю при выполнении всех работ, влияющих на безопасность. Воспитание культуры безопасности персонала является важным направлением деятельности РУП «Гродноэнерго» по обеспечению устойчивого развития энергопредприятий.

Главным критерием высокой культуры безопасности является автоматическое, привычное для исполнителя выполнение всех мер и требований безопасности в процессе профессиональной деятельности. Поскольку культура безопасности неразрывно связана с поведением людей, то основными факторами ее формирования являются внутренняя мотивация и компетентность персонала.

Согласно Методическим рекомендациям по организации психологического обеспечения и проведению психологического и психофизиологического обследования работников организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», Учебный центр РУП «Гродноэнерго» проводит различные мероприятия просветительского, профилактического, диагностического, коррекционного характера по формированию, укреплению и развитию у работников качеств, обеспечивающих их высокую психологическую устойчивость и готовность выполнять профессиональную задачу в любых условиях.

Проблемы, над которыми необходимо работать, психологи Гродненской энергосистемы выявляют с помощью психологического обследования. Как свидетельствует практика, работники, показывающие хорошие результаты в ходе такого обследования, более эффективно преодолевают высокие нагрузки и эмоциональное напряжение, лучше действуют в непредвиденных обстоятельствах, избегают экстремальных ситуаций, травматизма. Работники, которые не справляются с заданиями тестирования, испытывают сложности в работе. Они хуже

переносят напряжение, быстро утомляются, из-за чего могут допускать непреднамеренные ошибки в производственной деятельности – вплоть до создания аварийных ситуаций, влияющих на устойчивость работы всей энергосистемы. Такие работники относятся к группе риска по профессиональной надежности и требуют пристального внимания и поддержки со стороны непосредственных руководителей и психологов предприятия.

Ухудшение психологических показателей может быть связано как с индивидуальными особенностями работника, так и со стрессами, перегрузками, недостаточным отдыхом, стажево-возрастными изменениями, профессиональным выгоранием. Кроме того, такая динамика может свидетельствовать о недостатках профессионального отбора, обусловленных отсутствием конкурса на замещение той или иной должности. Таким образом, причин много, и они разные.

После обследования работников психолог проводит с каждым из них индивидуальную коррекционную работу по повышению мотивации к соблюдению правил и требований охраны труда, дает персональные рекомендации по оптимизации психологического статуса, развитию личной ответственности за сохранение жизни и здоровья. Результаты диагностики и консультаций дают возможность Учебному центру разрабатывать и реализовывать необходимые программы совершенствования подготовки персонала к профессиональной деятельности и его психологической поддержки.

В рамках формирования культуры безопасности персонала Гродненской энергосистемы специалисты сектора

психологического обеспечения уделяют особое внимание работникам, нарушившим требования законодательства в области охраны труда. Как и в предыдущем случае, причины нарушений могут быть разными: склонность к рискованному поведению, отсутствие благоприятного социально-психологического климата в коллективе, снижение мотивации к профессиональной деятельности, различные психоэмоциональные состояния человека и пр. Но в любом случае эти причины тесно связаны с квалификационной и психологической подготовленностью персонала и требуют проведения мероприятий, направленных на поддержание его психологической надежности.

В целях развития культуры безопасности Учебный центр РУП «Гродноэнерго» организует и проводит специальные обучающие курсы (коррекционные занятия):



- «Психологические аспекты надежности профессиональной деятельности» – для работников с низким уровнем выраженности психофизиологических профессионально важных качеств (ПВК);

- «Культура безопасного поведения персонала» – для работников, привлеченных к ответственности три и более раз за нарушения требований по охране труда, пожарной, промышленной и радиационной безопасности.

Тематика обучающих курсов выбирается в соответствии с существующей потребностью и психологическим запросом.

### Формирование психофизиологических профессионально важных качеств

Программа курсов для работников с низким уровнем выраженности психофизиологических ПВК направлена на формирование таких свойств личности, которые позволяют работникам эффективно выполнять должностные обязанности. Особое внимание уделяется выработке профессионального самосознания, эмоциональной устойчивости, безопасного поведения в процессе производственной деятельности, в том числе в нестандартных рабочих ситуациях, а также развитию мышления, навыков эффективного запоминания и внимания.

Необходимо отметить, что на первых этапах работы с этой категорией персонала психологи встретили со стороны слушателей сопротивление, а порой и активное противодействие, демонстративное нежелание участвовать в занятиях и выполнять задания специалиста.

На тот момент психологическая составляющая подготовки к профессиональной деятельности не считалась важным фактором ее успешного осуществления. Сегодня, когда значимость этой составляющей общепризнана, ситуация коренным образом изменилась.

В рамках психологических занятий применяются различные формы и методы работы: деловая игра, социально-психологический тренинг, ситуационный анализ, беседа за круглым столом, дискуссия. Используются также мультимедийные презентации с обязательным критическим осмыслением полученной информации (что поняли, что не поняли, как применить на практике). Такой подход формирует обратную связь и дает хорошие результаты.

Каждое занятие включает:

- упражнения на снятие напряжения;
- теоретическую подготовку по основам психологии;
- упражнения на тренировку и развитие психологических качеств;
- обсуждение темы занятия;
- домашнее задание.

Отметим, что теоретическая подготовка способствует овладению психологическими знаниями и их применению на практике. В рамках этой части занятия рассматриваются психологические аспекты безопасности и надежности профессиональной деятельности. В частности, дается общее представление о психологических показателях, характеристиках развития личности, особенностях и влиянии этих характеристик на профессиональную деятельность.

Занятия строятся с учетом образовательного уровня персонала и специфики его профессиональных возможностей. Комфортный деловой тон занятий является гарантией того, что обучающегося услышат и поймут, дадут возможность высказаться, даже если его мнение не совпадает с принятой точкой зрения.

Формы и методы работы с персоналом подбираются таким образом, чтобы создать условия для перехода личности к самопомощи. То есть в процессе психологического сопровождения психолог оказывает необходимую и достаточную (но ни в коем случае не избыточную) поддержку работнику для перехода от позиции «Я не могу» к позиции «Я могу сам справиться с трудностями». Для самостоятельного обучения персонала разработаны методические пособия, брошюры и памятки различной психологической направленности.

Благодаря такому подходу у слушателей возникает устойчивый интерес к занятиям, положительная мотивация на обучение, доброжелательность в общении, что подтверждает эффективность работы по формированию культуры безопасности.

### Развитие культуры безопасного поведения персонала

Программа обучающих курсов для работников, три и более раз привлеченных к ответственности за нарушения требований по охране труда, пожарной, промышленной и радиационной безопасности, направлена на достижение следующих результатов:

- формирование практического опыта безопасного поведения;

- формирование психофизиологических ПВК для эффективного выполнения должностных обязанностей;
- сохранение психологического и физического здоровья.

В целях улучшения профилактической работы по недопущению производственного травматизма в программе этого курса предусмотрено также изучение актуальных вопросов специфики работы в опасных условиях.

На психологических занятиях с данной группой работников порой приходится сталкиваться с негативными эмоциями слушателей – страхом, тревогой, настороженностью, стыдом, обидой, разочарованием, агрессией, раздражением, недовольством. Для того чтобы преодолеть сопротивление и заинтересовать работников в участии в обучающем процессе, применяются различные проективные формы и методы работы. Очень эффективны такие направления, как арт-терапия и использование метафорических ассоциативных карт. Элементы творчества, образы и метафоры располагают к работе даже скептически настроенных людей и всегда дают результаты.

Психологические занятия с нарушителями строятся на поддерживающей и помогающей стратегии, что дает работникам возможность осознать ошибочность своего поведения и проблемность психологического статуса, проработать их и найти ресурс для самосовершенствования.

Когда удалось сформировать обратную связь со слушателями этой группы, стали приходить положительные отзывы о результативности проводимой работы. В процессе занятий можно было видеть, как меняется психология восприятия и мышление некоторых работников, их взгляд на проблему культуры безопасности, как происходит личностное осмысление поступков и осознание ответственности за них.

### Комплексный подход к формированию культуры безопасности

Обеспечение безопасности производственной деятельности, охрана жизни и здоровья работников – одна из важнейших задач каждого руководителя. Такой политики придерживается и руководство РУП «Гродноэнерго». Благодаря его содействию в процесс обучения на курсах вовлечены не только психологи, специалисты по работе с персоналом и охране труда, но и руководители подразделений, медицинские работники. Таким образом, осуществляется комплексный подход к формированию культуры безопасности, ориентированный на повышение квалификационной и психологической подготовленности персонала.

Учебной программой предусмотрены занятия в виде лекций, практических занятий и тренинга, при этом используются индивидуальные и групповые формы работы. При подготовке к занятиям, помимо возраста, стажа, образования, профессии, занимаемой должности, учитываются психологические особенности и состояние работников, их мотивация и сформировавшиеся стереотипы.

С 2020 года на предприятии работает специалист по психофизиологическому обеспечению. Тогда же был приобретен реабилитационный психофизиологический комплекс для тренинга с биологической обратной связью (БОС) «Реакор» и программно-методическим обеспечением «Функциональное биоуправление с БОС». Данный

аппаратный комплекс предназначен для немедикаментозной коррекции функционального состояния отдельных систем организма. Проведение такой коррекции предусмотрено программой мероприятий, направленных на недопущение несчастных случаев на производстве, обусловленных состоянием здоровья работников.

Реабилитационный комплекс также может использоваться для саморегуляции внимания, памяти и эмоционального состояния в процессе специальной психофизиологической подготовки и формирования психоэмоциональной устойчивости персонала с целью снижения рисков совершения ошибочных действий на производстве.



В рамках обучающих курсов (коррекционных занятий) с работниками на тренажере проводятся реабилитационные БОС-тренинги, направленные на повышение адаптационных возможностей и оптимизацию психоэмоциональной сферы личности. Метод применяется как в отношении работников с низким уровнем выраженности психофизиологических ПВК, так и в работе с нарушителями.

### Заключение

Эффективность подходов к формированию и развитию культуры безопасности на предприятии можно будет подтвердить только после тщательного анализа этой работы. Но уже сегодня очевидно, что она является важным звеном в комплексе совместных усилий руководителей, специалистов по охране труда, психологов, врачей и методистов. Систематические и долгосрочные мероприятия, проводимые в филиалах РУП «Гродноэнерго», позволяют снизить негативные последствия трудового стресса как для каждого работника, так и на уровне всей организационной среды, повысить безопасность и качество труда на предприятии в целом.

Практика показывает, что квалифицированная психологическая (психолого-педагогическая) помощь и поддержка, вовремя оказанная электротехническому персоналу, является условием обеспечения его эффективной и безаварийной деятельности при сохранении жизни, здоровья и работоспособности как самого работающего, так и лиц, с которыми он объединен совместной деятельностью.

В.А. АНИЩЕНКО,  
д.т.н., профессор кафедры  
«Электроснабжение» БНТУ



О.А. МИКЕЛЕВИЧ,  
студент кафедры  
«Электроснабжение» БНТУ



# КОНТРОЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

## Аннотация

Анализируется программный контроль достоверности измерений взаимосвязанных переменных (электрических токов и мощностей, расходов пара, газа, воды), характеризующих состояние систем электро- и теплоснабжения. Обосновывается эффективность коррекции результатов измерений переменных методом статистического оценивания.

## Annotation

The program control of reliable measurements of interrelated variables (electric currents and powers, steam, gas, water consumption), characterizing the state of electric and heat supply systems, is analyzed. The efficiency of correcting the results of measurements of variables by the method of statistical estimation is substantiated.

Статья поступила в редакцию 12 апреля 2021 года

Надежность работы автоматизированных систем управления технологическими процессами в системах энергоснабжения существенно зависит от достоверности и точности измеренных данных. Достоверными считают значения переменных, измеренных с точностью, гарантированной паспортными характеристиками используемой измерительной аппаратуры.

Точность измерений взаимосвязанных переменных можно повысить путем оптимальной коррекции показаний приборов методом статистического оценивания. Этот метод позволяет рассчитать эффективные оценки измеренных переменных, то есть их уточненные значения, среднеквадратичные погрешности которых будут меньше погрешностей результатов измерений [1–6].

Необходимым условием контроля достоверности и статистического оценивания является информационная избыточность данных о контролируемых переменных, которая обеспечивается за счет уравнений взаимных связей между переменными.

Ниже анализируются:

- влияние недостоверного измерения, обусловленного грубой погрешностью одного из приборов, на точность рассчитываемой оценки переменной;

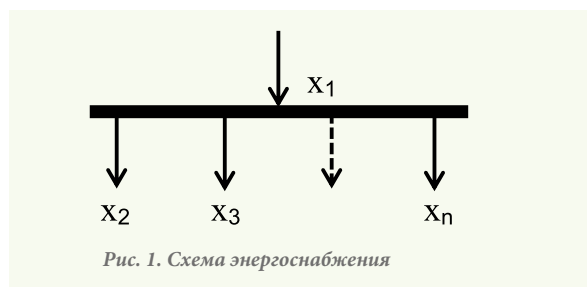


Рис. 1. Схема энергоснабжения

- основанная на этом влиянии методика определения целесообразности и эффективности статистического оценивания.

Задача решается на примере типичной схемы энергоснабжения, когда на входе имеется одна переменная, а на выходе – несколько (рис. 1).

Уравнение связи между переменными имеет вид:

$$x_1 - x_2 - x_3 - \dots - x_n = 0, \tag{1}$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – неизвестные истинные значения переменных.

Подставив в (1) результаты измерений переменных  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n$ , получаем фактическую невязку уравнений

связи, вызванную случайными погрешностями показаний приборов:

$$\delta_{\phi} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \dots - \bar{x}_n. \quad (2)$$

Условие достоверности измерений имеет вид:

$$|\delta_{\phi}| \leq \delta_{д.к}, \quad (3)$$

где  $\delta_{д.к}$  – допустимая невязка уравнения связи, определяемая следующим образом:

$$\delta_{д.к} = K_{\Sigma} \cdot \sigma_{\Sigma}, \quad (4)$$

где  $K_{\Sigma}$  – квантиль, отсекающий маловероятные «хвосты» кривой плотности распределения  $\rho$  невязки уравнения связи;  $\sigma_{\Sigma}$  – среднеквадратичное случайное отклонение невязки уравнения связи от нулевого значения.

Величина  $\sigma_{\Sigma}$  определяется как

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}, \quad (5)$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  – среднеквадратичные погрешности измерений приборов, характеризующие их точность:

$$\sigma_1 = \frac{1}{k_1} \cdot \alpha_1 \cdot D_1, \sigma_2 = \frac{1}{k_2} \cdot \alpha_2 \cdot D_2, \dots, \sigma_n = \frac{1}{k_n} \cdot \alpha_n \cdot D_n, \quad (6)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  – классы точности приборов в относительных единицах;  $D_1, D_2, \dots, D_n$  – диапазоны шкал измерений;  $k_1, k_2, \dots, k_n$  – квантили, отсекающие маловероятные погрешности приборов.

При нормальном законе распределения случайных погрешностей показаний приборов невязка уравнения связи также нормально распределена (рис. 2).

В случае равноточных приборов, когда  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = \alpha$ ,  $D_1 = D_2 = \dots = D_n = D$ ,  $k_1 = k_2 = \dots = k_n = k$ ,  $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_n = \sigma$ , допустимая невязка уравнения связи (4), используемая при контроле достоверности, принимает вид:

$$\delta_{д.к} = K_{\Sigma} \sigma \sqrt{n}. \quad (7)$$

Квантили  $k$  и  $K_{\Sigma}$  влияют на ошибки принятия решения о достоверности и недостоверности измерений соответственно. Общепринято считать ложной тревогой (ошибкой 1-го рода) необоснованное решение о недостоверности результата измерения, а пропуском (ошибкой 2-го рода) – необнаруженное фактически недостоверное измерение.

Принимаемое значение квантиля  $k = 3$  практически гарантирует (с вероятностью  $p_d = 0,9973$ ) достоверность измерения переменной при нормальном законе распределения случайных погрешностей. Тогда вероятности ошибок 1-го и 2-го рода определяются квантилем, разделяющим области достоверных ( $C_1$ ) и недостоверных ( $C_2$ ) значений невязки уравнения связи (рис. 2).

Обоснование выбора квантиля  $K_{\Sigma}$  представляет собой дихотомическую задачу допускового контроля [7]. Рассматриваются две альтернативные гипотезы –  $H_1$  и  $H_2$ . Первая из них означает попадание невязки уравнения

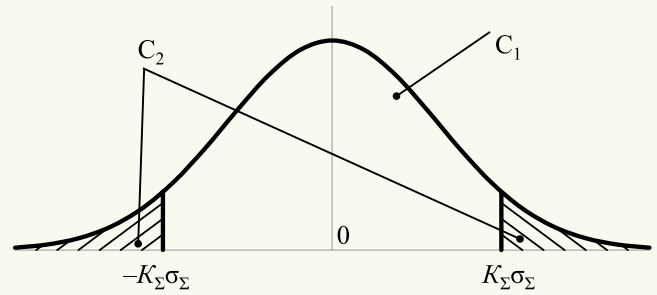


Рис. 2. Плотность распределения невязки уравнения связи:

$C_1$  – область достоверных измерений;  $C_2$  – область недостоверных измерений

в область достоверных измерений  $C_1$ , вторая – в область недостоверных измерений  $C_2$ .

Вероятность ложной тревоги равна условной вероятности  $p(H_2 | C_1)$ , то есть нахождения невязки в области  $C_2$ :

$$F_{лт} = p(H_2 | C_1) = p(|\delta_{\phi}| > K_{\Sigma} \sigma_{\Sigma}). \quad (8)$$

Вероятность пропуска невязки, содержащей недостоверное измерение, определяется аналогичным образом:

$$F_{пр} = p(H_1 | C_2) = p(|\delta_{\phi}| < K_{\Sigma} \sigma_{\Sigma}). \quad (9)$$

Уменьшение квантиля  $K_{\Sigma}$  приводит к росту  $F_{лт}$  и снижению  $F_{пр}$ , а увеличение – к обратным результатам. При  $K_{\Sigma} = 0$  получаем предельно пессимистичную оценку того, что результат измерения достоверен. Предельно оптимистичная оценка достоверности имеет место при полном отсутствии взаимной компенсации случайных погрешностей измерений разных знаков и определяется выражением

$$K_{\Sigma, \max} = k \sqrt{n}. \quad (10)$$

Значения квантиля  $K_{\Sigma, \max}$  в зависимости от  $n$  приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость квантиля  $K_{\Sigma, \max}$  от  $n$  при  $k = 3$

n	3	4	5	6	7	8	9	10
$K_{\Sigma, \max}$	5,20	6,00	6,78	7,35	7,94	8,48	9,00	9,49

Обоснование квантиля  $K_{\Sigma}$ , соответствующего реалистичной оценке достоверности измерения, следует производить исходя из анализа влияния величины  $K_{\Sigma}$  на качество и надежность конкретного технологического процесса.

Оптимальные оценки переменных  $\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n$  определяются по критерию минимума суммы наименьших взвешенных квадратов:

$$\Phi = p_1(x_1 - \bar{x}_1)^2 + p_2(x_2 - \bar{x}_2)^2 + \dots + p_n(x_n - \bar{x}_n)^2 + \lambda \phi = \min, \quad (11)$$

где  $\lambda$  – неопределенный множитель Лагранжа;  $\varphi$  – уравнение взаимной связи (1) между переменными;  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – весовые коэффициенты, обратно пропорциональные среднеквадратичным погрешностям измерительных приборов, для равноточных приборов  $p_1 = p_2 = \dots = p_n = \sigma^{-2}$ .

Экстремум функции (11) достигается решением системы  $(n + 1)$  уравнений, включающей  $n$  уравнений вида

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} = 0, \quad \dots, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial x_n} = 0 \quad (12)$$

и уравнение связи (1).

В матричной форме записи решение этой системы выглядит следующим образом:

$$\hat{X} = \bar{X} + V, \quad (13)$$

где  $\hat{X}$  – вектор оптимальных оценок переменных;  $\bar{X}$  – вектор результатов измерений переменных;  $V$  – вектор оптимальных поправок, определяемый по формуле

$$V = -P^{-1}B^T G^{-1} \Delta, \quad (14)$$

где  $P^{-1}$  – матрица, обратная диагональной матрице весовых коэффициентов  $P$ ;  $B^T$  – транспонированная матрица  $B$  коэффициентов уравнения связи (1);  $G^{-1}$  – матрица, обратная матрице

$$G = BP^{-1}B^T; \quad (15)$$

$\Delta$  – в общем случае вектор невязок системы уравнения связи, в рассматриваемом примере  $\Delta = \delta_\varphi$ .

Входящие в (11–13) векторы и матрицы раскрываются следующим образом:

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \dots \\ \bar{x}_n \end{pmatrix}, \quad \hat{X} = \begin{pmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \dots \\ \hat{x}_n \end{pmatrix}, \quad P = \begin{pmatrix} p_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}, \quad (16)$$

$$B = (1 \quad -1 \quad \dots \quad -1).$$

Недиагональные элементы матрицы весовых коэффициентов  $P$  в данном случае приняты равными нулю, что соответствует некоррелированным погрешностям измерений. Коррелированность погрешностей учитывается задаваемыми значениями соответствующих недиагональных элементов, отличных от нуля.

Дисперсии оптимальных оценок переменных  $\hat{\sigma}_1, \hat{\sigma}_2, \dots, \hat{\sigma}_n$  представляют собой диагональные элементы ковариационной матрицы

$$\hat{D} = P^{-1} - P^{-1}B^T G^{-1}BP^{-1}, \quad (17)$$

где

$$\hat{D} = \begin{pmatrix} \hat{\sigma}_1^2 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \hat{\sigma}_2^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \hat{\sigma}_n^2 \end{pmatrix}. \quad (18)$$

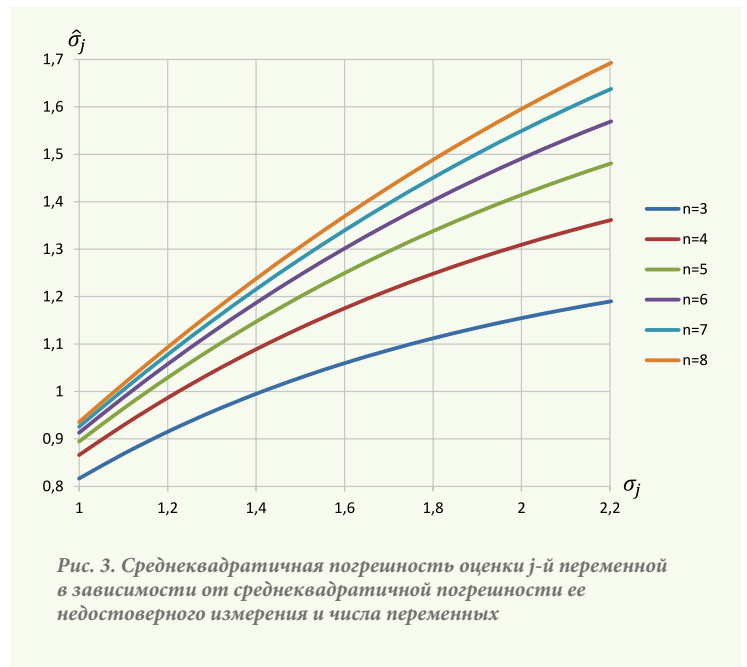


Рис. 3. Среднеквадратичная погрешность оценки  $j$ -й переменной в зависимости от среднеквадратичной погрешности ее недостоверного измерения и числа переменных

Условие эффективности статистического оценивания, когда среднеквадратичные погрешности оценок переменных  $\hat{\sigma}_1, \hat{\sigma}_2, \dots, \hat{\sigma}_n$  меньше среднеквадратичных погрешностей измерительных приборов  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  (для части переменных допускается равенство погрешностей), имеет вид:

$$|\delta_\varphi| \leq d_{до}. \quad (19)$$

где  $d_{до}$  – допустимая невязка уравнения связи, определяемая при статистическом оценивании следующим образом:

$$\delta_{до} = K_\Sigma \sqrt{\sigma_{j,о}^2 + (n-1)\sigma^2}, \quad (20)$$

где  $\sigma_{j,о}$  – предельное значение среднеквадратичной погрешности недостоверного измерения  $j$ -й переменной, соответствующее равенству среднеквадратичных по-



Рис. 4. Пороговые значения среднеквадратичной погрешности оценки недостоверного  $j$ -го измерения в зависимости от числа переменных

**Таблица 2. Допустимые невязки уравнения связи:**

$\delta_{д,к}$  – при контроле достоверных измерений;  $\delta_{д,о}$  – при статистическом оценивании

	n	3	4	5	6	7	8	9	10
$K_{\Sigma} = 3,0$ $P_{д} = 0,9973$	$\delta_{д,к}$	5,1962	6	6,7082	7,3485	7,9373	8,4853	9	9,4868
	$\delta_{д,о}$	6	6,3640	6,9282	7,5	8,0498	8,5732	9,0711	9,5459
$K_{\Sigma} = 2,5$ $P_{д} = 0,9876$	$\delta_{д,к}$	4,3301	5	5,5902	6,1237	6,6144	7,0711	7,5	7,9057
	$\delta_{д,о}$	5	5,3033	5,7735	6,25	6,7082	7,1443	7,5593	7,9550
$K_{\Sigma} = 2,0$ $P_{д} = 0,9545$	$\delta_{д,к}$	3,4641	4	4,4721	4,8990	5,2915	5,6569	6	6,3246
	$\delta_{д,о}$	4	4,2426	4,6188	5	5,3666	5,7155	6,0474	6,3640
$K_{\Sigma} = 1,5$ $P_{д} = 0,8664$	$\delta_{д,к}$	2,5981	3	3,3541	3,6742	3,9686	4,2426	4,5	4,7434
	$\delta_{д,о}$	3	3,1820	3,4641	3,75	4,0249	4,2866	4,5356	4,7730

грешностей достоверного измерения этой переменной  $\sigma_j$  и ее оценки  $\hat{\sigma}_{j,о}$ .

Рисунок 3 показывает влияние недостоверного измерения j-й переменной на среднеквадратичную погрешность ее оценки в относительных единицах.

На основе зависимости, приведенной на рисунке 3, определяем пороговые значения среднеквадратичной оценки недостоверного j-го измерения, удовлетворяющего условию (19). Результаты расчета показаны на рисунке 4.

В таблице 2 приведены результаты расчета (в относительных единицах) допустимых невязок уравнения связи (1)  $\delta_{д,к}$  и  $\delta_{д,о}$  при различных квантилях  $K_{\Sigma}$  и соответствующих коэффициентах доверия  $P_{д}$ . Квантили k, определяющие погрешности измерений переменных, во всех вариантах приняты равными 3,0.

Результаты расчетов, приведенные в таблице 2, показывают, что с увеличением числа переменных n разность между допустимыми невязками уравнения связи  $\delta_{д,к}$  и  $\delta_{д,о}$  уменьшается.

### Выводы

Разработана методика определения эффективности статистического оценивания взаимосвязанных переменных в системах энергоснабжения при наличии грубой погрешности измерения одной из них. Эффективность оценивания определяется сравнением фактической не-

вязки уравнения связи с допустимой невязкой, которая обеспечивает более высокую точность оценки по сравнению с измерительными приборами. Показано, что допустимая невязка, используемая при статистическом оценивании, превышает ее значение, используемое при контроле достоверности результатов измерений. Эта разность количественно характеризует возможность эффективного оценивания в случае грубой погрешности измерения одной из переменных.

### Список литературы

1. Линник, Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений // Ю.В. Линник. – М.: Физматгиз, 1962. – 352 с.
2. Мудров, В.И., Кушко, В.Л. Методы обработки измерений // В.И. Мудров, В.Л. Кушко. – М.: Радио и связь, 1983. – 304 с.
3. Гамм, А.З. Статистический метод оценивания состояния электроэнергетических систем // А.З. Гамм. – М.: Наука, 1976. – 220 с.
4. Гамм, А.З., Колосок, И.Н. Обнаружение грубых ошибок телеизмерений в электроэнергетических системах // А.З. Гамм, И.Н. Колосок. – Новосибирск: Наука, 2000. – 149 с.
5. Анищенко, В.А. Надежность измерительной информации в системах электроснабжения // В.А. Анищенко. – Минск: БГПА, 2000. – 160 с.
6. Анищенко, В.А. Повышение достоверности используемой в АСУ ТП информации путем коррекции измерений // В.А. Анищенко [и др.] // Теплоэнергетика. – 1982. – № 7. – 31–33 с.
7. Биргер, И.А. Техническая диагностика // И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.



# Энергетическая стратегия

Информационно-издательский центр

+375 17 293 46 82  
+375 17 286 08 28

+375 29 399 11 04  
+375 33 319 11 04

Главная

О компании

Контакты

поиск

## Доступна онлайн-форма приобретения ТНПА

Правила, ТКП, инструкции, сборники актуализированных документов в сфере энергетики, другие печатные ТНПА можно приобрести в режиме онлайн на сайте [energystrategy.by](http://energystrategy.by) в разделе «Нормативная литература».

г. Минск  
ул. Захарова, 59, офис 104  
E-mail: [2934682@mail.ru](mailto:2934682@mail.ru)

Ю.А. ПРУДНИКОВИЧ,  
консультант отдела международного сотрудничества,  
подготовки кадров и информационного обеспечения  
Департамента по ядерной энергетике Министерства энергетики  
Республики Беларусь



## АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ВЕНГРИИ

Венгрия входит в пятерку государств с наибольшей долей атомной генерации в энергобалансе. На четыре действующих блока ВВЭР-440 единственной в стране АЭС «Пакш» суммарной мощностью ~2 ГВт приходится половина выработки электроэнергии, составляющей порядка 30 млрд кВт·ч. Исторически страна долгое время самостоятельно удовлетворяла свои потребности в ТЭР, однако сегодня ситуация иная: Венгрия обеспечивает себя энергоносителями лишь на 45–50 %, импортирует до 30 % и более электроэнергии и 100 % ядерного топлива.

### Энергоресурсы и электроэнергетический рынок

По историческим объемам добычи урана Венгрия в Евросоюзе уступает только Германии и Чехии. Страна имеет заметные запасы урановой руды в трех районах, но в настоящее время ее промышленная добыча не ведется. Вместе с тем Венгрия продолжает добывать значительные объемы ископаемого топлива. Разработка угольных месторождений позволяет ей покрывать порядка 60–70 % потребности в энергоресурсах, добыча нефти и газа – около 15–20 %. Основная часть природного газа и нефти импортируется из России, уголь ввозится из других стран. В балансе первичных источников энергии Венгрии удельный вес ископаемых энергоносителей составляет около 70 %, что соответствует среднему показателю развитых стран. В то же время роль ископаемого топлива в генерации на фоне большинства развитых стран невелика – на его основе производится менее 40 % энергии.

До последнего времени Венгрия имела достаточные резервы собственной генерирующей мощности (при объеме генерации около 9 ГВт максимум нагрузки составлял около 7 ГВт), но из-за истечения эксплуатационного ресурса ТЭЦ и старения оборудования к 2030 году предполагается вывести из эксплуатации 40 % существующих мощностей. Соответ-

ственно, в перспективе перед страной встанет проблема резервирования.

Ранее полностью централизованный рынок электроэнергии Венгрии в нынешнем столетии был демополилизирован в соответствии с требованиями Евросоюза, несколько смягченными для стран с переходной экономикой. В результате в сфере производства и сбыта электроэнергии возникла конкуренция, в первую очередь в отношении продажи мелким потребителям. Ныне энергетический рынок поделен между несколькими компаниями. Крупнейшая из них – государственная MVM, на долю которой приходится около 30 % мощностей, включая действующие блоки АЭС «Пакш». На оптовом рынке преобладают долгосрочные (5–8 лет) двусторонние контракты, значительная часть которых заключается с MVM независимыми производителями электроэнергии. Менее 1/4 электроэнергии продается через краткосрочные сделки, прежде всего через Венгерскую энергетическую биржу (HUPX). Последняя включает рынок «на сутки вперед» и внутри-

дневный, а также торговлю некоторыми производными инструментами. Биржа постепенно интегрируется с рынками соседних стран – в частности, несколько лет назад она поэтапно объединилась с аналогичными биржевыми секторами Чехии, Словакии и Румынии.

В перспективе предусмотрено объединение балансирующего рынка страны и его интеграция в общий рынок Евросоюза. Этот процесс будет развиваться по мере создания необходимой для этого сетевой инфраструктуры, что приведет к постепенной оптимизации цен на электроэнергию. Если для промышленных потребителей Венгрии они превосходят цены в странах Скандинавского рынка, в том числе в Финляндии, то для населения благодаря разнице в налогах картина противоположная – электроэнергия дешевле, чем в большинстве европейских стран.

Энергетическая стратегия Венгрии до 2030 года, принятая в октябре 2011 года, предусматривает несколько основных направлений развития отрасли: наращивание доли

### Десятка стран-лидеров по доле атомной энергетики в энергобалансе, %:

Франция – 70,6	Болгария – 37,5
Украина – 53,9	Словения – 37
Словакия – 53,9	Чехия – 35,2
Венгрия – 49,2	Финляндия – 34,7
Бельгия – 47,6	Швеция – 34

Источник: Международное агентство по атомной энергии, 2020 год

возобновляемой энергии, повышение энергоэффективности, сохранение особой роли атомной энергетики, дальнейшую интеграцию с энергетической инфраструктурой соседних государств Евросоюза, а также усиление контроля государства над ТЭК. В отличие от ряда других стран Европы Венгрия намерена сохранить долю угольной генерации, учитывая высокую степень обеспеченности этим энергоресурсом.

### Приоритеты в сфере возобновляемой энергетики

Сегодня доля возобновляемой энергии в топливно-энергетическом балансе Венгрии почти вдвое ниже среднего показателя для развитых стран. Энергетической стратегией предусмотрено, что к 2030 году вклад ВИЭ возрастет до ~20 %. Прежде всего предполагается увеличить использование в энергетике биотоплива. Следует отметить, что его доля стремительно увеличивалась с начала 2000-х годов и сегодня превысила 10 % объема всех первичных источников энергии (отчасти благодаря некоторым статистическим ухищрениям).

Развитие остальных видов ВИЭ в стране все еще незначительно. Не нашла существенного применения геотермальная энергия, хотя Венгрия обладает уникальными для Европы ресурсами термальных вод, известных со времен, когда в этом регионе располагалась древнеримская провинция Паннония. В частности, на западе страны находится одно из крупнейших на Земле природных горячих озер – Хевиз. Использование термальных источников в основном ограничивается сферой рекреации.

Кроме того, в стране почти отсутствует гидрогенерация. Это неблагоприятный фактор с точки зрения стоимости пиковой и базовой энергии. По состоянию на 2019 год мощность гидроэнергетики составляла 57 МВт. В стране эксплуатируются две крупные ГЭС – дамбы Тисалёк и Кишкёре мощностью 12,5 и 28 МВт соответственно, остальные станции представляют собой преобразованные водяные мельницы. Поэтому для покрытия пиковых нагрузок приходится привлекать газотурбинные блоки, которые в остальное время недогружены и работают с низким коэффициентом использования установленной мощности.

Необычные по сравнению со многими странами Евросоюза приоритеты в сфере развития ВИЭ (прежде всего небольшое внимание, уделяемое солнечной и ветровой генерации) объясняются, в частности, тем, что среднесрочные цели по парниковым выбросам венграми давно и значительно перевыполнены. Национальная стратегия в сфере изменения климата на 2008–2025 годы предусматривала снижение эмиссии CO<sub>2</sub> на 16–25 % по сравнению с уровнем 1990 года. Однако уже к середине 2010-х годов выбросы сократились примерно на 40 %. Правительство страны признает, что это лишь отчасти заслуга государственной политики. Основная причина – структурные изменения, ставшие результатом перехода Венгрии от плановой экономики к рыночной. Они привели к существенному сокращению энергоемкого промышленного сектора, а с ним и выбросов углекислого газа (в промышленности снизились почти вдвое, в сельском хозяйстве – в полтора раза).

Поскольку в регулировании парниковых выбросов в Евросоюзе сегодня произошли изменения, и Венгрия присоединилась к Парижскому соглашению по климату, то Будапешт пересматривает свою климатическую политику. В 2017 году был представлен проект новой Национальной стратегии в сфере изменения климата, рассчитанной на период до 2030 года и намечающей цели до 2050 года. Документ предполагает сокращение эмиссии парниковых газов в Венгрии к середине столетия на 52–85 % по сравнению с 1990 годом (минимальный показатель соответствует выполнению климатических обязательств Венгрии в рамках ЕС, максимальный – существенному их перевыполнению). Как отмечается в проекте, важнейшим средством реализации этого плана станет строительство второй очереди АЭС «Пакш».

### Ключевая роль атомной энергетики

В 1956 году в стране была создана Государственная комиссия (ныне Агентство) по атомной энергии Венгрии, в 1959 году на площадке Венгерской академии наук в столичном районе Чиллеберц пущен первый в стране исследовательский реактор советской конструкции мощностью 10 МВт, а в 1966 году подписано советско-венгерское межправительственное соглашение о строительстве в стране АЭС с двумя блоками ВВЭР-440/230. Строить станцию было решено на юге Венгрии – в районе города Пакш.

Подготовка к сооружению АЭС началась в 1968 году, но вскоре была прервана и формально возобновилась лишь в 1974 году. При этом было скорректировано соглашение, изменено число реакторных установок и их тип – было решено использовать более новую версию ВВЭР-440/213. Благодаря этому 30 лет спустя, при вступлении Венгрии в Евросоюз, ее атомную станцию не постигла судьба ряда болгарских, словацких, литовских и восточногерманских АЭС, закрытых по требованию ЕС из-за несоответствия западноевропейским стандартам ядерной безопасности.

#### К сведению

*Венгрия – родина целого ряда ученых, внесших важный вклад в изучение внутренней энергии, включая ее военное применение. Помимо «отца водородной бомбы» Эдварда Теллера к этой плеяде относятся Юджин Вигнер, Лео Силард, Джон фон Нейман и др.*

*Вигнер был удостоен Нобелевской премии с формулировкой «за вклад в теорию атомного ядра и элементарных частиц». Фон Нейман известен как один из ключевых разработчиков математического аппарата проекта «Манхэттен», в рамках которого США создали первые урановую и плутониевую бомбы. Силард определил критическую массу урана, принял участие в создании первого ядерного реактора и организовал производство топлива для него. Он же вместе с Эйнштейном в 1950-е годы стал одним из инициаторов движения за разоружение и использование атомной энергии в мирных целях (Пагуошское движение ученых).*



Ввод первых четырех блоков АЭС «Пакш» в эксплуатацию был осуществлен в 1983, 1984, 1986 и 1987 годах. Станция стала самым мощным объектом генерации в Венгрии и обеспечивала порядка 1/3 потребностей страны в электроэнергии. До 2009 года была проведена модернизация всех блоков АЭС с поэтапным увеличением сначала электрической, а затем и тепловой мощности каждого – в общей сложности с 408–410 МВт до 470–473 МВт нетто. Впоследствии венгерский надзорный орган ОАН продлил 30-летний проектный срок эксплуатации трех энергоблоков на 20 лет; аналогичная заявка по четвертому блоку, поданная в ноябре 2016 года, пока рассматривается. В случае положительного решения действующие блоки АЭС «Пакш» могут проработать до 2032–2037 годов.

Сегодня атомная станция продолжает играть ключевую роль в энергетическом секторе Венгрии и ее климатической политике. Неслучайно в конце 2000-х годов проект ее расширения получил однозначную поддержку правительства и парламента. В отличие от многих других стран, Будапешт не изменил своих планов и после событий в Фукусиме. В 2012 году была создана специальная дочерняя структура госкомпании MVM, ответственная за реализацию проекта строительства второй очереди АЭС «Пакш». Рассмотрев ряд вариантов реакторных технологий, венгры отказались от проведения тендера и остановили свой выбор на энергоблоках российской конструкции.

В январе 2014 года Россия и Венгрия подписали межправительственное соглашение о строительстве на площадке АЭС «Пакш» двух энергоблоков (№ 5 и № 6) с реакторами

ВВЭР-1200/527. В марте того же года заключено соглашение о предоставлении Россией кредитной линии, покрывающей до 80 % фиксированной стоимости проекта, составляющей € 12,5 млрд. Кредит был предоставлен на 21 год под 3,95–4,95 %; его возвращение начнется после завершения строительства станции, но не позже марта 2026 года. Таким образом, венгры получают возможность выплачивать кредит в том числе из доходов АЭС «Пакш-2».

В конце 2014 года были подписаны контракты на проектирование, поставку оборудования, строительство энергоблоков, поддержку эксплуатации, сервис и обеспечение топливом в течение 20 лет. Контракты предусматривают строительство двух блоков согласно европейской версии проекта «АЭС-2006», разработанного АО «Атомпроект» (Санкт-Петербург).

Вскоре в ЕС началось рассмотрение этих соглашений на предмет соответствия европейским нормам. Оно завершилось положительными для Венгрии решениями, которые, однако, сопровождались определенными условиями. В частности, Евросоюз предложил отделить проект от существующих госактивов в ядерной генерации (в результате возникла независимая от MVM проектная компания с новым названием), а также сократить срок поставки топлива для будущих блоков до 10 лет.

Продление срока эксплуатации всех действующих энергоблоков и ввод второй очереди АЭС «Пакш-2» приведут к их параллельному функционированию на протяжении ряда лет (до середины 2030-х годов). При таком сценарии мощность ядерных генерирующих мощностей возрастет более чем вдвое и их роль в венгерской энергосистеме станет определяющей.

## Белорусско-венгерское сотрудничество в области ядерной энергетики

В настоящее время сотрудничество Беларуси с Венгрией в энергетической сфере осуществляется преимущественно по линии атомной энергетики. Состоявшиеся в 2019–2020 годах переговоры на уровне руководителей энергетических ведомств двух стран позволили обсудить конкретные перспективы развития взаимовыгодного сотрудничества по таким направлениям, как строительство и эксплуатация атомных электростанций, подготовка кадров, управление и обращение с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом АЭС.

23–26 июня 2019 года по приглашению Министерства энергетики состоялся визит в Беларусь венгерской делегации во главе с Яношем Шюли – министром (без портфеля) по вопросам планирования, строительства и ввода в эксплуатацию новых реакторов АЭС. В ходе визита были достигнуты договоренности о порядке организации дальнейшего взаимодействия в области атомной энергетики на межведомственном уровне. С учетом этих договоренностей руководство Министерства энергетики в ходе визита в Венгрию 19–21 февраля 2020 года обсудило с венгерской стороной вопросы организации эффективного функционирования национальной ядерной инфраструктуры, возможного участия белорусских специалистов в строительстве АЭС «Пакш-2», а также обмена информацией.

Итоги состоявшихся встреч позволили выделить наиболее перспективные направления дальнейшего взаимодействия в области энергетики, определить перечень субъектов хозяйствования, на уровне которых будет реализовываться это взаимодействие. Цели и принципы сотрудничества, сформулированные в ходе встреч, нашли отражение в Меморандуме о сотрудничестве между Министерством энергетики Республики Беларусь и Аппаратом Премьер-министра Венгрии в области электроэнергетики, подписанном 5 июня 2020 года в Минске.

# ВВЕДЕНЫ НОВЫЕ РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ МЕТОДАМИ КОАГУЛЯЦИИ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Г.В. ГРОМОВА,  
ведущий инженер ОАО «Белэнергоремналадка»

С 1 февраля 2021 года приказом ГПО «Белэнерго» от 10 декабря 2020 года № 398 введены в действие СТП 33240.37.502-20 «Руководящие указания по коагуляции воды на электростанциях» и СТП 33240.37.518-20 «Руководящие указания по известкованию воды на электростанциях», разработанные ОАО «Белэнергоремналадка». Стандарты устанавливают основные требования к технологиям предварительной обработки воды, методикам расчета и выбора технологических схем, наладке и эксплуатации оборудования предварительной очистки воды на электростанциях и котельных.

СТП 33240.37.502-20 и СТП 33240.37.518-20 введены соответственно взамен СТП 34.37.502 (РД 34.37.502) и СТП 34.37.518 (РД 34.37.518), изданных в 1973 году. В процессе работы над стандартами их содержание было систематизировано, частично изменено и дополнено с учетом накопленного опыта эксплуатации и появления на рынке новых видов алюмосодержащих коагулянтов и флокулянтов, новых типов оборудования.

Разделы стандартов «Область применения», «Нормативные ссылки», «Общие положения» актуализированы. Раздел «Нормативные ссылки» каждого стандарта содержит перечень ГОСТ, на которые приводятся ссылки в тексте СТП, раздел «Общие положения» – информацию о методах предварительной очистки воды.

Разбивка ряда разделов новых СТП на подразделы (пункты) способствует лучшему восприятию значительного объема достаточно сложной теоретической информации.

В СТП 33240.37.502-20 включены новые разделы «Характеристика примесей природных вод» и «Виды коагулянтов», в СТП 33240.37.518-20 – раздел «Применяемые реагенты».

Оба стандарта дополнены справочным приложением «Значения поправки  $\Delta$  pH в зависимости от температуры пробы для приведения значения pH к температуре 25 °С».

## СТП 33240.37.502-20 «Руководящие указания по коагуляции воды на электростанциях»

СТП 33240.37.502-20 распространяется на технологию предварительной очистки воды на электростанциях и котельных методом коагуляции с применением в качестве основного реагента алюмосодержащих солей, на аппараты (осветлители) для коагуляции исходной воды и механические (осветлительные) фильтры.

Разработанные в 1960-х годах осветлители для коагуляции воды устарели, и в настоящее время для этой цели в основном используются осветлители нормального ряда типа ВТИ, предназначенные для известкования воды. При применении этих аппаратов для коагуляции их максимальная производительность составляет 60–70 % от номинальной.

СТП 33240.37.502-20 включает следующие разделы:

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Общие положения
- 4 Назначение коагуляции при подготовке воды
- 5 Характеристика примесей природных вод
- 6 Физико-химические основы процесса коагуляции природных вод
- 7 Виды коагулянтов
- 8 Основные факторы, влияющие на процесс коагуляции
- 9 Осветлители
- 10 Механические фильтры
- 11 Конструктивное решение и проектирование предочистки
- 12 Наладка и эксплуатация предочистки (основные мероприятия).

В новом стандарте раздел предыдущего СТП 34.37.502 «Назначение и физико-химические основы метода коагуляции воды» разбит на две части – **раздел 4** «Назначение коагуляции при подготовке воды» и **раздел 6** «Физико-химические основы процесса коагуляции природных вод».

В **разделе 5**, включающем два подраздела, дано описание фазово-дисперсного состояния примесей, условно подразделяемых на грубодисперсные, коллоидно-дисперсные и истинно-растворенные. Приведен состав основных примесей, к которым относятся железосодер-

жащие примеси, органические вещества и соединения кремниевой кислоты, находящейся как в «реакционно-способной», так и в «нереакционноспособной» форме.

**Раздел 6** имеет подразделы «Основные свойства коллоидно-дисперсных частиц» и «Методы коагуляции коллоидных примесей». Теория коагуляции коллоидно-дисперсных частиц является достаточно сложной и в новой редакции излагается в более доступной для восприятия форме. Описаны такие основные свойства частиц, как агрегативная устойчивость, адсорбционная способность, а также приобретение частицами электрического заряда – дзета( $\zeta$ )-потенциала, их слипание и отталкивание. Приведены основные методы коагуляции коллоидных примесей: метод добавления к коллоидной системе электролитов (кислот); электрохимический метод, основанный на пропуске воды через электролизер (электрокоагуляция); метод понижения электрокинетического потенциала взаимной коагуляцией коллоидов, то есть взаимной нейтрализацией их потенциалов путем добавления к данному коллоиду противоположно заряженного (наиболее часто применяется в водоподготовке). Отмечены преимущества и недостатки каждого метода.

В **разделе 7** описаны применяемые в настоящее время неорганические и органические коагулянты. В первом подразделе, соответственно, приводятся характеристики, схемы работы, требования к качеству и условия хранения, преимущества и недостатки неорганических коагулянтов – как традиционно применяемых, в основном алюмосодержащих (сернокислый алюминий и алюминат натрия), так и относительно недавно появившихся на рынке. К последним относятся более эффективные по сравнению с традиционными коагулянты, такие как:

- оксихлорид алюминия (ОХА), или полиоксихлорид алюминия (ПОХА), или гидрооксихлорид алюминия (ГОХА), в международной классификации – polyaluminium chlorides (PAC);
- оксисульфат алюминия (ОСА) или полиоксисульфат алюминия (ПОСА).

Во втором подразделе дается общее описание органических коагулянтов, которые представляют собой низкомолекулярные водорастворимые полимеры с молекулярной массой 10 000–300 000. Они используются для обработки воды на электростанциях достаточно редко, однако имеют право на применение.

В **разделе 8** внесены дополнения. В начале раздела дан перечень основных факторов, влияющих на процесс коагуляции, после чего приводится описание каждого фактора (величина дозы коагулянта, значение pH среды, температура обрабатываемой воды, условия перемешивания воды с коагулянтом, применение вспомогательных реагентов, порядок ввода реагентов в обрабатываемую воду). В качестве вспомогательных реагентов применяются флокулянты для увеличения эффекта осветления воды и фактической производительности коагуляционной установки, а также производится предварительное хлорирование воды для интенсификации хлопьеобразования. Ранее в качестве флокулянта применялся практически единственный реагент – полиакриламид. В настоящее время появи-

лось значительное количество флокулянтов анионного, катионного и неионогенного типа. В разделе приводятся основные характеристики каждого типа флокулянтов и пояснения, для какого качества исходных вод они лучше подходят.

**Раздел 9** посвящен осветлителям. В подразделе «Технические требования» представлены основные требования к конструкции осветлителей, расчету их производительности, параметров контактной среды, доз реагентов и т.д. Ранее для коагуляции в основном применялись осветлители типа ЦНИИ. Однако, как показал анализ условий и результатов их работы, основными причинами неудовлетворительной очистки воды в осветлителях данного типа являются недостаточные размеры аппаратов и их отдельных элементов. В новой редакции стандарта оставлены рекомендации по усовершенствованию конструкции только для осветлителей типа ЦНИИ-3, установленных на ВПУ Витебской ТЭЦ. Требования к качеству воды на выходе из осветлителя при его эксплуатации в оптимальных условиях представлены в виде таблицы.

В подразделе «Принцип работы осветлителей» описана работа осветлителей типа ХО ТЭП.

В **разделе 10** внесены дополнения в описание технологии промывки механических фильтров. Технологические показатели работы фильтров сведены в таблицу, в которой приводятся типы загрузки фильтров, характеристики фильтрующей загрузки, необходимая высота фильтрующего слоя, допустимая скорость фильтрования и требуемое относительное расширение загрузки при промывке.

**Раздел 11** «Конструктивное решение и проектирование предочистки» разбит на 4 подраздела, в которых приведены соответственно:

- общие проектные решения, которые должны быть использованы при проектировании предочисток в целом;
- проектные решения для основного оборудования (осветлители и механические фильтры);
- проектные решения для вспомогательного оборудования, предназначенного для хранения, приготовления и дозирования применяемых реагентов (ячейки, баки, мешалки, насосы-дозаторы с расчетом производительности и т.д.), а также порядок ввода реагентов в осветлители;
- проектные решения по технологическому контролю и системе автоматического управления с перечнем необходимых контрольно-измерительных приборов и систем автоматического управления технологическими процессами.

**Раздел 12** для лучшего восприятия разделен на пункты, в которых приводятся основные мероприятия при наладке и эксплуатации предочистки, а также рекомендуемый объем химического и технологического контроля работы оборудования предочистки, включая анализ качества воды на разных стадиях обработки, анализ реагентов и растворов реагентов, определение гидравлической характеристики шлама, образующего контактную среду, определение состояния загрузки механических фильтров.

В рекомендуемых приложениях стандарта представлен порядок проведения лабораторных опытов по коагу-

ляции воды, поверочного расчета производительности осветлителя, определения свойств взвеси контактной среды и мутности воды. В качестве справочных приложений приведены характеристики и схемы осветлителей для коагуляции воды (типа ЦНИИ-3 и ХО ТЭП), а также таблица «Ориентировочный объем химического контроля предочистки».

### СТП 33240.37.518-20 «Руководящие указания по известкованию воды на электростанциях»

СТП 33240.37.518-20 распространяется на технологию предварительной очистки воды на электростанциях и котельных методом известкования с одновременной коагуляцией солями железа, на аппараты (осветлители) для известкования и коагуляции исходной воды, на механические (осветлительные) фильтры.

Стандарт включает следующие разделы:

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Общие положения
- 4 Назначение метода известкования воды
- 5 Описание метода предварительной очистки воды известкованием
- 6 Основные факторы, влияющие на процесс известкования
- 7 Применяемые реагенты
- 8 Результаты очистки воды
- 9 Осветлители
- 10 Механические фильтры
- 11 Конструктивное решение и проектирование предочистки
- 12 Наладка и эксплуатация предочистки (основные мероприятия).

Раздел СТП 34.37.518 «Назначение и описание метода известкования воды» в новой редакции стандарта разбит на два раздела. В **разделе 4** «Назначение известкования воды» приводятся схемы обработки воды, в которых применяется известкование, и цели известкования. **Раздел 5** «Описание метода предварительной очистки воды известкованием с коагуляцией» имеет 4 подраздела:

- в подразделе «Известкование исходной воды» описаны процессы, происходящие при известковании воды: удаление свободной углекислоты с образованием карбоната кальция выпадающего в осадок; переход бикарбонатов в карбонаты с образованием карбоната кальция; выделение в осадок присутствующих в исходной воде ионов магния;

- подраздел «Дозирование коагулянта» содержит описание процесса коагуляции совместно с известкованием, а также рекомендации по подбору доз коагулянта;

- в подразделе «Расчет дозы известки» выделены три группы вод, для которых по-разному рассчитывается доза известки. Для вод первой группы при декарбонизации путем известкования выделение  $Mg^{2+}$  обязательно, для вод второй группы – требуется выделение  $Mg^{2+}$ . К третьей группе относятся щелочные воды, достаточно полная декарбонизация которых одним известкованием не достигается;

- подраздел «Режимы процесса известкования» описывает гидратный и бикарбонатный режимы с расчетом дозы известки для каждого из них. Подраздел дополнен информацией о щелочности воды в зависимости от типа присутствующих в ней анионов, а также о зависимости вида щелочности от соотношения расхода кислоты при титровании с фенолфталеином и метилоранжем.

**Раздел 6** переработан. В начале его дан перечень основных факторов, влияющих на процесс известкования (качество исходной воды, температура обрабатываемой воды, использование ранее выпавшего шлама в качестве контактной среды, применение вспомогательных реагентов – коагулянтов и флокулянтов), а затем следуют подразделы с описанием каждого фактора.

В **разделе 7** приводятся краткие характеристики применяемых реагентов или их групп (кальциевая известь, коагулянты, флокулянты), требования к качеству реагентов, условия их хранения. Основные характеристики разных типов флокулянтов сопровождаются пояснением, для какого качества исходных вод они лучше подходят.

**Раздел 8** переработан. В начале раздела приведен перечень показателей, характеризующих качество известкованной воды: щелочность и pH, стабильность, жесткость, сухой остаток, содержание взвешенных веществ, перманганатная окисляемость, содержание соединений железа и кремнекислоты. Указаны методы их определения, а затем даны пояснения по каждому из показателей (теоретические основы, расчеты, значения и пределы значений).

Требования к осветлителям для известкования воды изложены в **разделе 9**. В подразделе «Технические требования» приводятся:

- основные требования к конструкции осветлителей для известкования с взвешенной хлопьевидной контактной средой (на основе требований к работе наиболее распространенных осветлителей нормального ряда типа ВТИ), а также условия, при которых достигается их расчетная производительность;

- оптимальные условия формирования и отведения осадка, расчеты «отсечки», размера продувки, производительности, доз реагентов и т.д. Требования к качеству воды на выходе из осветлителя при его эксплуатации в оптимальных условиях представлены в виде таблицы;

- сведения о необходимых конструктивных изменениях осветлителей старых конструкций (ЦНИИ, ХО ТЭП) с целью улучшения их работы;

- информация об осветлителях нового типа с рециркуляцией активного шлама и встроенным жалюзийным сепаратором (ОРАШ).

В подразделе «Устройство и принцип работы осветлителей» подробно описана работа осветлителей типа ВТИ, в общих чертах – типа ОРАШ.

В **разделе 10** приведены требования к механическим фильтрам, применяемым на предочистке, составу и размеру фракций фильтрующего материала, высоте загрузки. Внесены дополнения в описание технологии промывки фильтров.

**Раздел 11** имеет 4 подраздела (аналогично разделу 11 СТП 33240.37.502-20). Так как на предочистках предприятий ГПО «Белэнерго» известь дозируется в ос-

ветлители в основном в виде насыщенного раствора, подраздел «Вспомогательное оборудование» дополнен информацией по бакам-сатураторам, в которых готовится насыщенный раствор, и бакам его сбора, из которых раствор подается в осветлители центробежными насосами. В подразделе «Технологический контроль и системы автоматического управления», помимо перечня необходимых контрольно-измерительных приборов и систем автоматического управления технологическими процессами предочистки, приведен объем автоматизации механических фильтров. В качестве типового решения автоматизации подачи реагентов рекомендовано применять системы индивидуального автоматического управления подачей растворов насосами-дозаторами по расходу обрабатываемой воды (возможно, с корректировкой по параметрам ее качества) или центробежными насосами через регулирующийся клапан (насыщенный раствор извести).

**Раздел 12** структурирован аналогично одноименному разделу СТП 33240.37.502-20.

Рекомендуемые приложения стандарта содержат методику проведения лабораторных опытов по известкованию воды, порядок определения ряда свойств воды и контактной среды осветлителя, основные требования к монтажу осветлителя, анализ полиакриламида. В справочных приложениях приведены схемы осветли-

телей типа ВТИ, ЦНИИ-1 производительностью 200 м<sup>3</sup>/ч, ХО ТЭП-200 и ОРАШ, а также таблицы основных размеров и технологических показателей осветлителей нормального ряда типа ВТИ.

### Заключение

Необходимость пересмотра действующих с 1973 года руководящих указаний по коагуляции и известкованию воды на электростанциях вызвана накоплением опыта эксплуатации установок предварительной очистки воды, совершенствованием схем автоматизации технологических процессов, появлением новых типов оборудования, современных автоматических приборов химконтроля, а также новых видов коагулянтов и флокулянтов. Кроме того, в настоящее время на энергообъектах ГПО «Белэнерго» при известковании исходной воды в осветлителях применяется в основном насыщенный раствор извести, а не известковое молоко, как было ранее, что также требовало отражения в стандарте. Текст вышеприведенных СТП был переработан и систематизирован для улучшения восприятия информации, а также приведен в соответствие с современными технологическими требованиями и требованиями к изложению и оформлению стандартов ГПО «Белэнерго».

*Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.133-21*

## ОПРЕДЕЛЕННЫ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ПС 35 кВ И ВЫШЕ

М.А. ШЕВАЛДИН,  
к.т.н., начальник управления релейной защиты  
и автоматики ГПО «Белэнерго»

Приказом ГПО «Белэнерго» от 24 марта 2021 года № 54 утвержден и с 12 апреля 2021 года введен в действие отраслевой стандарт СТП 33240.35.133-21 «Системы оперативного постоянного тока подстанций 35 кВ и выше. Технические требования и типовые технические решения».

Стандарт разработан филиалом «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка» и согласован с организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго». Новый СТП устанавливает технические требования и типовые технические решения для систем оперативного постоянного тока (СОПТ) ПС 35 кВ и выше Белорусской энергосистемы и распространяется на возводимые, расширяемые, а также подлежащие техническому перевооружению и реконструкции подстанции.

Технические требования и типовые технические решения, приводимые в стандарте, обязательны для применения

проектными, строительно-монтажными и эксплуатационными организациями ГПО «Белэнерго». Другими предприятиями и ведомствами Республики Беларусь документ может применяться по согласованию с объединением.

При разработке СТП использованы технические нормативные правовые акты (технические регламенты Таможенного союза, ТКП, ГОСТ и др.), ссылки на которые даны в разделах «Нормативные ссылки» и «Библиография». Приведены свыше 40 терминов с определениями и перечень сокращений, относящихся к рассматриваемой области стандартизации.

В разделе «Общая часть» описана необходимость применения СОПТ напряжением 220 В (п. 4.3). Указывается, что другие величины напряжений допускаются только при специальном обосновании и по требованию заказчика. Для различных режимов работы приведены рекомендуемые уровни напряжения на шинах щита постоянного тока (ЩПТ), а также на клеммах аккумуляторных батарей (АБ) и электроприемников СОПТ. Стандартом установлено, что допустимое отклонение напряжения на клеммах АБ в нормальных и аварийных режимах должно находиться строго в пределах от +8 % до –10 % номинального значения (п. 4.4). В режиме аварийного разряда АБ работа СОПТ должна быть обеспечена в течение не менее 120 минут при питании от каждой из взаиморезервированных АБ, а для подстанций, удаленных от места расположения эксплуатационного и оперативного персонала, допускается увеличение времени автономной работы АБ (п. 4.5). В разделе также установлены требования к срокам службы оборудования, системам заземления, климатическому исполнению, электромагнитной совместимости, стойкости к механическим воздействиям и др.

В разделе 5 определены состав и режимы работы СОПТ (согласно [2]), классификация нагрузок (постоянная, временная и толчковая), требуемое количество АБ, соответствующих шкафов предохранителей, зарядно-подзарядных устройств, ЩПТ, шкафов распределения оперативного тока. В частности, предусмотрена установка двух малообслуживаемых свинцово-кислотных АБ в следующих случаях:

- для всех ПС 220–750 кВ;
- для ПС 110 кВ с четырьмя и более выключателями в распределительном устройстве высшего напряжения, а также питающих потребителей первой или особой категории (п. 5.5).

В разделе 6 установлены принципы построения схемы электрических соединений СОПТ. Схема должна формироваться в комплексе с компоновкой электрооборудования, выбором источников питания, защитной аппаратуры и кабелей с учетом конфигурации существующих (при реконструкции) либо проектируемых кабельных трасс. Выделены основные элементы СОПТ, и определены требования по их подключению.

В рекомендуемом приложении А приведены типовые схемные решения СОПТ, в том числе варианты схем:

- ввода ЩПТ;
- питания потребителей;
- шкафов распределения оперативного тока (ШРОТ);
- питания сети аварийного освещения (с учетом требования п. 10.2.14);
- питания электромагнитов включения КРУ напряжением 10 кВ и ОРУ;
- питания цепей оперативной блокировки;
- взаиморезервирования ЩПТ;
- упрощенной схемы ЩПТ при одном и двух ОПУ на ПС (приводится вид соответствующих шкафов с нанесенными мнемосхемами).

В разделе 7 установлены общие требования к АБ, в том числе к типополнению положительной пластины: намазным положительным электродом (OGi), панцирным (трубчатым) положительным электродом

(OPzS), поверхностным положительным электродом (GroE). Также регламентированы требования к применению фильтр-пробок, резервированию АБ, схемам их размещения и др.

Определено, что аккумуляторы, как правило, должны поставляться залитыми электролитом и готовыми к вводу в эксплуатацию (при этом срок и климатические условия хранения не должны превышать допустимую величину) или сухозаряженными в комплекте с электролитом (п. 7.1.5). Даны рекомендации по выбору емкости и количества элементов АБ с указанием конкретных величин напряжения на элементах различных типов.

В разделах 8–11 изложены общие требования к характеристикам зарядно-подзарядных устройств, систем (установок) бесперебойного питания, распределительных щитов и шкафов СОПТ, систем мониторинга. В частности, установлена необходимость наличия системы контроля изоляции (СКИ) и автоматизированного поиска «земли» на каждом из ЩПТ для контроля сопротивления изоляции в сети СОПТ (п. 11.10). Данная СКИ должна в автоматическом режиме обеспечивать контроль и измерение сопротивления изоляции полюсов сети СОПТ относительно «земли» и формирование аварийного сигнала «земля в сети» при снижении сопротивления изоляции ниже допустимых пределов:

- 20 кОм в сети 220 В;
- 10 кОм в сети 110 В;
- 6 кОм в сети 60 В;
- 5 кОм в сети 48 В;
- 3 кОм в сети 24 В.

В условиях эксплуатации сопротивление изоляции сети постоянного тока не должно опускаться ниже двукратного значения указанной уставки устройства для контроля изоляции [1].

В разделе 12, регламентирующем применение защитных и коммутационных аппаратов, описаны основные условия расчета токов короткого замыкания, установлены требования к указанным аппаратам, а также приведена процедура их выбора. В разделе 13 «Силовые и контрольные кабели» установлено, что расчетным условием при определении термической стойкости кабеля является металлическое короткое замыкание в конце линии при нормальном режиме работы СОПТ, отключаемое защитным аппаратом, установленным в начале цепи, с учетом полного времени отключения (п. 13.4).

В СТП также определены требования к вентиляции и отоплению помещений ЩПТ и аккумуляторных (раздел 14) и к пожарной безопасности помещений СОПТ (раздел 15), в том числе к расчетам по обоснованию их категорий, электротехнической части, автоматической пожарной защите, а также объемно-планировочным и конструктивным характеристикам помещений.

В разделе 16 установлены требования к структуре проектной документации по СОПТ, а также к объему работ по наладке и испытаниям при вводе элементов СОПТ в эксплуатацию.

В качестве справочных приложений приведены:

- классификация аккумуляторных батарей и их основные характеристики (включая варианты исполнения различных АБ и других типов аккумуляторов);
- режимы заряда АБ;

• примеры технических требований к выпрямительным зарядно-подзарядным устройствам, ЩПТ и АБ.

К СТП приложены методика расчета токов короткого замыкания (обязательная) и указания по определению потерь напряжения в сети СОПТ (рекомендуемые). Установлены рекомендации по выбору АБ по номограммам с учетом и без учета стабилизатора, упрощенная методика выбора АБ с конкретными образцами графиков нагрузки и разряда АБ с учетом приведенных типовых разрядных характеристик для различных типов батарей.

Рекомендации по расчету токов короткого замыкания даны с конкретными примерами, где в том числе представлены зависимости величины конечного тока от времени его протекания и длины кабеля с различными параметрами, графики значений внутреннего сопротивления различных типов АБ с разной глубиной разряда электролита и другие графические зависимости.

Положения СТП 33240.35.133-21 «Системы оперативного постоянного тока подстанций 35 кВ и выше. Тех-

нические требования и типовые технические решения» охватывают большое количество направлений и аспектов, связанных с системами оперативного постоянного тока на объектах ГПО «Белэнерго». Введение стандарта в действие будет способствовать оптимальной работе технического персонала предприятий объединения, что, в свою очередь, позволит обеспечить повышение экономичности и эффективности функционирования Белорусской энергосистемы.

#### Список литературы

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь: СТП 33240.20.501-19 (второе издание). – Введ. 22.04.2019. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2019. – 459 с.
2. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования: СТП 33243.01.216-16. – Введ. 15.02.2016. – Минск: РУП «Белэнергосетьпроект», 2016. – 193 с.

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.38.100-21

## ВВЕДЕНА НОРМА ОТВОДА ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

С.А. КОРОЛЕВ,  
начальник отдела предпроектных работ  
РУП «Белэнергосетьпроект»

А.Л. СИНИЦЫНА,  
ведущий инженер-геодезист отдела предпроектных работ  
РУП «Белэнергосетьпроект»

С 12 апреля 2021 года приказом ГПО «Белэнерго» от 26 марта 2021 года № 58 введен в действие отраслевой стандарт СТП 33240.38.100-21 «Нормы отвода земель для объектов электросетевого строительства», разработанный РУП «Белэнергосетьпроект».

До настоящего времени в Беларуси отсутствовали технические нормативные правовые акты, устанавливающие нормы отвода земель для электросетевых объектов при разработке предпроектной документации. При обосновании площадей отвода земель для землеустроительных организаций использовались следующие нормативные документы: ТКП 339-2011 (02230) [1], ТКП 221-2010 (02140) [2], СТП 09110.20.188-11 [3] и др. Следует учесть, что в данных документах отсутствуют нормы отвода земель для электрических подстанций (ПС), подъездных дорог к ним, воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 0,4–10 кВ, кабельных линий электропередачи (КЛ) всех напряжений, мачт связи, смотровых колодцев кабельной канализации, а также для возобновляемых источников энергии.

В ходе разработки СТП 33240.38.100-21 «Нормы отвода земель для объектов электросетевого строительства» учитывались некоторые положения перечисленных выше ТНПА, требования СН 465-74 «Нормы отвода зе-

мель для электрических сетей 0,4–500 кВ» (отменены с 1 марта 2007 года), опыт разработки подобных нормативно-технических документов в странах СНГ, а также мнение экспертов.

Новый стандарт предназначен для обоснования площадей испрашиваемых земельных участков при оформлении материалов предварительного согласования места размещения земельных участков (акта выбора) и является обязательным к применению только для организаций, входящих в систему ГПО «Белэнерго». Стандарт устанавливает порядок определения укрупненных площадей земельных участков, испрашиваемых при оформлении указанных материалов для электросетевых объектов напряжением 0,4–330 кВ и сопутствующей инфраструктуры: ВЛ и КЛ, линий связи (ЛС), сооружений связи, электрических ПС, площадок под возобновляемые источники энергии и подъездные автодороги.

Земельные участки для электросетевых объектов напряжением 0,4–330 кВ испрашиваются на период

их строительства и (или) для размещения (обслуживания) сооружений, в частности опор ВЛ, информационных кабельных столбиков, смотровых кабельных колодцев, ПС, трансформаторных подстанций, ветро-энергетических установок (ВЭУ), солнечных электрических станций (СЭС), подъездных дорог, башен связи, а также для строительства и эксплуатации электросетевых объектов на землях лесного фонда.

Кроме того, земельные участки испрашиваются на период строительства (прокладки) подземных электросетевых объектов, монтажа электросетевых объектов и проезда механизмов.

В основных разделах стандарта установлены требования к размерам земельных участков в зависимости от вида электросетевых объектов и конкретных целей, под которые испрашиваются участки.

**Раздел 5 «Нормы отвода земли для воздушных линий электропередачи»** содержит требования к размерам участков, испрашиваемых:

- для вырубki просек при прохождении ВЛ по землям лесного фонда, а также по насаждениям, не принадлежащим землям лесного фонда;
- для размещения и обслуживания опор (в приложении А приведены укрупненные величины отвода земель для этих целей и схематически определена их конфигурация);
- на период строительства, реконструкции или демонтажа ВЛ в зависимости от условий их прокладки;
- на период строительства для монтажа опор;
- на период строительства, реконструкции для подвески оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос.

**Раздел 6 «Нормы отвода земли для кабельных линий электропередачи»** содержит требования к размерам участков, испрашиваемых:

- для вырубki просек при прохождении КЛ по землям лесного фонда;
- на период строительства КЛ в зависимости от условий прокладки и количества КЛ;
- для обслуживания информационных знаков;
- для обслуживания кабельных колодцев.

**Раздел 7 «Нормы отвода земли под линии и сооружения связи»** содержит требования к размерам участков, испрашиваемых:

- для вырубki просек при прохождении ЛС по землям лесного фонда;
- для вырубki при размещении сооружений связи на землях лесного фонда;
- на период строительства ЛС в зависимости от условий прокладки;
- для обслуживания башен связи;
- для обслуживания информационных знаков;
- для обслуживания кабельных колодцев.

**Раздел 8 «Нормы отвода земли для электрических подстанций»** содержит требования к размерам участков, испрашиваемых:

- для размещения и обслуживания ПС, распределительных и секционирующих пунктов;
- для вырубki противопожарного разрыва на землях лесного фонда;
- для обслуживания подъездных автодорог и разворотных площадок.

**Раздел 9 «Нормы отвода земли под возобновляемые источники энергии (ветро- и солнечные энергоустановки)»** содержит требования к размерам участков, испрашиваемых:

- для размещения и обслуживания ВЭС и СЭС;
- для вырубki при размещении сооружений ВЭС и СЭС на землях лесного фонда;
- для обслуживания подъездных автодорог;
- на период строительства башен ВЭУ и СЭС.

## Заключение

Таким образом, впервые введенный в действие отраслевой стандарт СТП 33240.38.100-21 «Нормы отвода земель для объектов электросетевого строительства» обозначил основные требования в области определения размеров земельных участков для возведения (реконструкции) и обслуживания электросетевых объектов напряжением от 0,4 до 330 кВ при разработке предпроектной документации, а именно: для обоснования площадей испрашиваемых земельных участков при оформлении материалов предварительного согласования места размещения земельных участков (акта выбора).

### Список литературы

1. 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: ТКП 339-2011 (02230). – Введ. 01.12.2011. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2011.
2. Линейно-кабельные сооружения электросвязи. Правила проектирования: ТКП 211-2010 (02140). – Введ. 01.04.2010. – Минск: Министерство связи и информатизации Республики Беларусь, 2010.
3. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше: СТП 09110.20.188-1. – Введ. 01.05.2011. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2011.

## Новое издание

Сборник документов

- ✓ **Закон «О газоснабжении»**  
(от 04.01.2003 г. № 176-З)
- ✓ **Закон «Об использовании атомной энергии»**  
(от 30.07.2008 г. № 426-З)
- ✓ **Закон «Об энергосбережении»**  
(от 01.08.2015 г. № 293-З)

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

**ЗАКАЗАТЬ** • в редакции по телефонам:  
+375 17 286-08-28 (многоканальный)  
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04  
• на сайтах:  
[energodoc.by](http://energodoc.by)/обратная связь  
[energystrategy.by](http://energystrategy.by)/нормативная литература

## Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 24.05.2021 № 111-3  
«Об изменении законов по вопросам технического регулирования и энергосбережения»

Закон предусматривает внесение изменений в ряд НПА, в том числе:

- Закон Республики Беларусь от 04.01.2003 № 176-3 «О газоснабжении»;
- Закон Республики Беларусь от 05.01.2008 № 314-3 «О государственном и мобилизационном материальных резервах»;
- Закон Республики Беларусь от 30.07.2008 № 426-3 «Об использовании атомной энергии»;
- Закон Республики Беларусь от 08.01.2015 № 239-3 «Об энергосбережении» и др.

Положения этих законодательных актов корректируются с учетом изменившихся подходов в области технического нормирования и стандартизации, оценки соответствия и аккредитации, приводятся в соответствие с рядом действующих законодательных и нормативных правовых актов, а также учитывают накопленную практику применения.

В области энергосбережения документом изменяется нижняя граница суммарного потребления топливно-энергетических ресурсов, при котором для юридических лиц устанавливаются нормы расхода ТЭР: вместо 100 т у.т. этот порог будет составлять 300 т у.т. Срок действия норм расходов топливно-энергетических ресурсов устанавливается на текущий год вместо календарного года. Это позволит равномерно распределить в течение года обращения юридических лиц в Департамент по энергоэффективности Госстандарта и его региональные управления для согласования норм расхода топлива. Также вводится определение понятия «пределный уровень потребления топливно-энергетических ресурсов».

Закон обеспечит системность и комплексность правового регулирования общественных отношений в области технического регулирования, а также будет способствовать повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Закон вступает в силу с 26 ноября 2021 года.

## Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.05.2021 № 264

«Об одобрении проекта международной технической помощи»

На основании предложений Комиссии по вопросам международного технического сотрудничества при Совете Министров Республики Беларусь одобрен проект международной технической помощи «Проект по расширению устойчивого энергопользования».

Координацию и эффективный контроль за реализацией проекта международной технической помощи обеспечивает Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь.

Постановление вступило в силу с 6 мая 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.05.2021 № 283

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Внесены изменения в Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.01.2004 № 30, в том числе:

- даны определения терминам «острое профессиональное заболевание», «производственная травма», «трудовое увечье», «хроническое профессиональное заболевание»;
- установлены сроки представления страхователем документов в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, государственную организацию здравоохранения по месту выявления подозрения на профессиональное заболевание, а также перечень таких документов при проведении экспертизы профессионального характера заболевания;
- определены правила расследования случаев профессиональных заболеваний, вызванных заболеваниями, представляющими опасность для здоровья населения, а также бруцеллезом, столбняком, бешенством; правила расследования профессиональных заболеваний двух и более человек, профессиональных заболеваний со смертельным исходом; правила подтверждения факта установления профессионального заболевания в случае утери всех экземпляров акта формы ПЗ-1 и т.д.

Постановление вступает в силу с 23 июля 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.05.2021 № 286

«Об утверждении Соглашения о сотрудничестве государств – участников СНГ в области обращения с отходами электронного и электротехнического оборудования»

Утверждено Соглашение о сотрудничестве государств – участников СНГ в области обращения с отходами электронного и электротехнического оборудования (ОЭЭО), подписанное в г. Душанбе 1 июня 2018 года на Очередном заседании Совета глав правительств Содружества Независимых Государств.

Соглашение подписали Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Россия, Таджикистан, Узбекистан. Цель документа – содействие созданию региональной системы обращения с ОЭЭО для максимального вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве источника вторичных материальных ресурсов за счет освоения наилучших доступных технологий.

Соглашением предусмотрено сотрудничество государств СНГ в области совершенствованию нормативно-правового регулирования на основе единых подходов к классификации ОЭЭО и гармонизации стандартов при обращении с ними. Предполагается возможность совместных программ и проектов по использованию вторичных материальных ресурсов.

В соответствии со статьей 6 Соглашения компетентными органами, ответственными за его реализацию, определены Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды и Министерство жилищно-коммунального хозяйства.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.05.2021 № 299

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

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

- нефть сырая – 58,8 долл. США;
- прямогонный бензин – 32,3 долл. США;
- бензины товарные – 17,6 долл. США;
- тримеры и тетрамеры пропилена – 3,8 долл. США;
- легкие дистилляты, средние дистилляты – 17,6 долл. США;
- дизельное топливо – 17,6 долл. США;
- бензол – 17,6 долл. США;
- толуол – 17,6 долл. США;
- ксилолы – 17,6 долл. США;
- масла смазочные – 17,6 долл. США;
- мазут – 58,8 долл. США;
- отработанные нефтепродукты – 58,8 долл. США;
- вазелин и парафин – 58,8 долл. США;
- кокс нефтяной некальцинированный – 3,8 долл. США;
- битум нефтяной – 58,8 долл. США.

Постановление вступило в силу с 1 июня 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 04.06.2021 № 309

**«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 3 февраля 2021 г. № 71»**

Внесены изменения в постановление Совета министров Республики Беларусь от 03.02.2021 № 71 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 30 ноября 2020 г. № 447».

В перечень государственных органов и иных организаций, выдающих заключения при приемке в эксплуатацию пусковых комплексов блоков Белорусской атомной электростанции, включено Государственное производственное объединение электроэнергетики «Белэнерго» в части контроля за соблюдением требований утвержденной проектной документации при выполнении работ по монтажу и наладке высоковольтного электрооборудования (10 кВ и выше) и турбогенераторной установки.

Внесены также изменения в Положение о порядке приемки в эксплуатацию пусковых комплексов блоков Белорусской атомной электростанции и в форму акта приемки в эксплуатацию пускового комплекса блока АЭС, законченного строительством.

Постановление вступило в силу с 4 июня 2021 года.

**Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь**

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 31.03.2021 № 21

**«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 19 февраля 2018 г. № 13»**

Скорректирован порядок установления и применения тарифа на передачу тепловой энергии.

Начиная с 2021 года МАРТ будет устанавливать только базовый тариф на передачу тепловой энергии, рассчитанный исходя из эксплуатационных затрат, плановой суммы прибыли в размере, не превышающем 5 %, налогов и иных обязательных платежей, установленных законодательством. Далее установленный тариф ежемесячно увеличивается организацией, осу-

ществляющей передачу тепловой энергии, на величину ее фактических потерь и утечек теплоносителя в ее тепловых сетях.

Постановлением также предусмотрена возможность изменения базовых тарифов на передачу тепловой энергии в течение года по причинам, не зависящим от финансово-хозяйственной деятельности организаций, осуществляющих передачу тепловой энергии. Такими причинами могут быть значительные отклонения от принятых при установлении тарифов на передачу тепловой энергии прогнозных значений индекса цен производителей промышленной продукции, среднегодового курса белорусского рубля к доллару США, темпа роста номинальной начисленной среднемесячной заработной платы по республике, индекса потребительских цен, а также налогов и иных обязательных платежей, установленных законодательством.

Терминология Инструкции о порядке установления и применения тарифа на передачу тепловой энергии приведена в соответствии с Правилами теплоснабжения, утвержденными постановлением от 11.09.2019 № 609.

Постановление вступило в силу с 5 мая 2021 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 03.05.2021 № 30

**«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 22 января 2021 г. № 6»**

В постановлении МАРТ от 22.01.2021 № 6 «О тарифах на услуги по транспортировке нефти по магистральным трубопроводам» установлены тарифы на услуги по транспортировке нефти по трем дополнительным маршрутным направлениям:

- Невель (граница Российской Федерации и Республики Беларусь) – Полоцк (Республика Беларусь);
- Унеча (Высокое) (граница Российской Федерации и Республики Беларусь) – Полоцк (Республика Беларусь);
- Полоцк – Новополоцк.

Постановление вступило в силу с 5 мая 2021 года.

**Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь**

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 07.04.2021 № 19

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

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Основные требования к обоснованию прочности и термомеханического поведения тепловыделяющих сборок и тепловыделяющих элементов в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов».

Постановление вступило в силу с 16 июня 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.04.2021 № 30

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

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Правила устройства и безопасной эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность».

Документ устанавливает основные технические требования к устройству и эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность, а также к их конструкции, монтажу и испытаниям.

Правила распространяются на исполнительные механизмы проектируемых, конструируемых, сооружаемых и эксплуатируемых реакторных установок атомных электростанций и всех типов исследовательских ядерных установок. В свою очередь, они не распространяются на модуляторы реактивности периодических импульсных исследовательских реакторов и пусковые устройства аperiodических импульсных исследовательских реакторов.

Признаны утратившими силу Правила устройства и безопасной эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность, утвержденные постановлением МЧС от 30.12.2006 № 72.

Постановление вступило в силу с 19 мая 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 03.05.2021 № 32

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

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности».

Документ устанавливают технические требования безопасности к проектируемым, сооружаемым, эксплуатируемым, закрываемым и закрытым пунктам приповерхностного захоронения радиоактивных отходов.

Требования норм и правил не распространяются на деятельность по обращению с отходами дезактивации, образованными в результате проведения мероприятий по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, а также на производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, образующиеся при добыче и переработке минерального и органического сырья.

Постановление вступило в силу с 2 июня 2021 года.

### Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 14.04.2021 № 24

#### «О признании утратившим силу постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 24 декабря 2013 г. № 130»

Признано утратившим силу постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 24.12.2013 № 130 «Об утверждении Типовой инструкции по охране труда при работе с персональными электронными вычислительными машинами».

Постановление вступило в силу с 20 мая 2021 года.

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 14.04.2021 № 25

#### «Об утверждении Типовой инструкции по охране труда при использовании в работе офисного оборудования»

Утверждена Типовая инструкция по охране труда при использовании в работе офисного оборудования, которой определены:

- общие требования по охране труда;
- требования по охране труда перед началом работы, при выполнении работы, по окончании работы;
- требования по охране труда в аварийных ситуациях.

Под офисным оборудованием понимаются персональные электронные вычислительные машины, копировально-множительная техника, сканирующие устройства, которые, анализируя какой-либо объект (изображение, текст), создают цифровую копию изображения объекта.

К выполнению работ с использованием офисного оборудования допускаются работающие, прошедшие инструктаж по охране труда (вводный, первичный на рабочем месте и повторный) в порядке, установленном законодательством.

Постановление вступило в силу с 20 мая 2021 года.

### Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 19.04.2021 № 37

#### «Об утверждении Правил проведения метрологического аудита»

Утверждены Правила проведения метрологического аудита. Объектами метрологического аудита могут являться:

- системы управления измерениями;
  - измерения;
  - измерительное оборудование;
  - метрологическое подтверждение пригодности;
  - метрологическая прослеживаемость;
  - техническая документация в части содержащихся в ней метрологических требований;
  - документы системы менеджмента качества по управлению измерениями;
  - методики (методы) измерений;
  - программно-технические средства, используемые при измерениях;
  - условия, необходимые для выполнения измерений;
  - иные объекты, для которых необходимость в анализе обеспечения единства измерений при производстве продукции, выполнении работ и (или) оказании услуг определена заявителем.
- Постановление вступило в силу с 5 мая 2021 года.

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20.04.2021 № 39

#### «О перечне категорий средств измерений»

Определен перечень категорий средств измерений. Каждая категория представляет совокупность средств измерений одинакового назначения, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, экземпляры утвержденного типа которых подлежат государственной поверке с установленной в перечне периодичностью.

Признано утратившим силу постановление Госстандарта от 16.03.2007 № 17 «Об утверждении перечня областей в сфере законодательной метрологии».

Постановление вступило в силу с 5 мая 2021 года.

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23.04.2021 № 44

#### «Об утверждении Правил разработки и применения методик (методов) измерений»

Утверждены Правила разработки и применения методик (методов) измерений.

Правила устанавливают требования к первичным референтным методикам (методам) измерений, референтным методикам (методам) измерений и методикам (методам) измерений, предназначенным для применения при измерениях в сфере законодательной метрологии и изложенным в отдельном документе, правила их разработки и применения.

Требования Правил обязательны для применения субъектами обеспечения единства измерений, принимающими участие в процессе обеспечения единства измерений в сфере законодательной метрологии.

Постановление вступило в силу с 17 мая 2021 года.



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

## НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

**С 1 сентября 2021** года вводится в действие **ГОСТ 24334-2020 «Кабели силовые для нестационарной прокладки. Общие технические требования»**. Документ распространяется на силовые кабели для нестационарной прокладки, предназначенные для присоединения передвижных машин, механизмов и оборудования к электрическим сетям и к передвижным источникам электрической энергии на номинальное напряжение не более 450/750 В переменного тока частотой до 400 Гц.

С этой же даты вводится **ГОСТ IEC 62893-1-2020 «Кабели для зарядки электрических транспортных средств на номинальное напряжение до 0,6/1 кВ включительно. Часть 1. Общие требования»**. Он устанавливает требования к конструкции, размерам и методам испытаний гибких кабелей с экструдированной изоляцией и оболочкой на номинальное напряжение до 0,6/1 кВ переменного тока и до 1500 В постоянного тока включительно, предназначенных для передачи электроэнергии от зарядного устройства зарядной станции к электрическому транспортному средству и применяемых для гибкого соединения в жестких условиях эксплуатации.

**С 1 ноября 2021** года вводится **ГОСТ 9972-2020 «Масла нефтяные турбинные с присадками. Технические условия»**. Обновленная версия документа распространяется на нефтяные масла, содержащие антиокислительные, антикоррозионные и другие присадки, обеспечивающие эксплуатационные свойства масел, и применяемые для смазки подшипников и вспомогательных механизмов турбоагрегатов (паровых газовых турбин, турбокомпрессорных машин, гидротурбин, судовых паротурбинных установок и других аналогичных видов оборудования), а также для работы в системах регулирования этих машин в качестве гидравлической жидкости. Документ определяет технические требования, требования безопасности, охраны окружающей среды, а также правила приемки и методы испытаний масел.

С этой же даты начнут действовать **ГОСТ 31610.15-2020**, **ГОСТ 31610.20-1-2020** и **ГОСТ 31610.46-2020**, направленные на обеспечение безопасности применения оборудования на опасных производственных объектах в газовой, нефтяной, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

Так, **ГОСТ 31610.15-2020 (IEC 60079-15:2017) «Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «п»** устанавливает требования к конструкции, испы-

таниям и маркировке электрооборудования, предназначенного для применения во взрывоопасных газовых средах (группа II с видом взрывозащиты «п»), в том числе к герметичным устройствам «пС», герметично запаянным устройствам «пС», неподжигающим компонентам «пС» и оболочкам с ограниченным пропуском газов «пR». Стандарт распространяется на электрооборудование, номинальное входное напряжение которого не превышает 15 кВ действующего значения напряжения переменного или постоянного тока, включая случаи, когда внутренние рабочие напряжения Ex-изделия превышают 15 кВ, например, стартеры разрядных ламп высокой интенсивности.

**ГОСТ 31610.20-1-2020 (ISO/IEC 80079-20-1:2017) «Взрывоопасные среды. Часть 20-1. Характеристики веществ для классификации газа и пара. Методы испытаний и данные»** содержит руководство по классификации газов и паров и устанавливает метод определения безопасных экспериментальных максимальных зазоров для газо- или паровоздушных смесей при нормальной температуре и давлении (20 °С, 101,3 кПа) для подбора соответствующих групп (подгрупп) оборудования. Стандарт описывает также метод испытаний для определения температуры самовоспламенения газо- или паровоздушных смесей при атмосферном давлении для выбора соответствующего температурного класса оборудования.

**ГОСТ 31610.46-2020 (IEC TS 60079-46:2017) «Взрывоопасные среды. Часть 46. Узлы оборудования»** устанавливает требования к проектированию, изготовлению, монтажу, испытаниям, проверке, маркировке, оформлению документации и оценке узлов оборудования для использования во взрывоопасных средах под ответственность изготовителя. Область применения стандарта включает оценку дополнительных требований к узлам для взрывоопасных зон, требования для невзрывоопасных зон в нее не включаются.

**С 1 декабря 2021** года вводится в действие обновленная версия **ГОСТ 32397-2020 «Щитки распределительные для производственных и общественных зданий. Общие технические условия»**. Документ распространяется на распределительные щитки, применяемые в осветительных и силовых установках производственных, общественных, административных и других подобных зданий для приема и распределения электрической энергии при напряжении 400/230 и 690/400 В трехфазного переменного тока частотой 50–60 Гц, нечастого включения и отключения линий групповых цепей, а также для их защиты при перегрузках и коротких замыканиях. Стандарт распространяется на щитки, присоединяемые к трехфазным сетям с типами систем заземления TN-S, TN-C, TN-C-S, TT.

## НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

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

**ISO 15663:2021** «Промышленность нефтяная, нефтехимическая и газовая. Расчет стоимости жизненного цикла» (принят 25.02.2021);

**ISO 21498-2:2021** «Транспорт дорожный с электроприводом. Электрические характеристики и испытания систем и компонентов класса напряжения В. Часть 2. Электрические испытания компонентов» (принят 23.03.2021).

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

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

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

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

**XXV БЕЛОРУССКИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

# ENERGY EXPO

energyexpo.by

Специализированные  
выставки



***В online-формате:  
июнь-декабрь 2021г***

**12-15** октября

**Минск  
Беларусь 2021**

пр. Победителей 20/2 (Футбольный манеж)