

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 6 (96) ноябрь–декабрь 2023

Строительство Белорусской АЭС ЗАВЕРШЕНО

*Поздравляем с Днем энергетика,
Новым годом и Рождеством!*

6 стр. Виктор Каранкевич:
«Ввод в эксплуатацию
Белорусской АЭС –
историческое событие»

25 стр. Локализация
отечественных
программных
комплексов

48 стр. Формирование
культуры
безопасности
в организации



АЭС
комплект
www.aes.by

ISSN 2310 - 6735



9 772310 673007

Развитие энергетики не остановить!



АЭС

КОМПЛЕКТ

Подстанции энергосистемы
Республики Беларусь,
где нам доверили проводить
модернизацию и поставку
оборудования

Унитарное предприятие
«АЭС-комплект»

Ул. Сурганова, 28а, оф. 511
220012, г. Минск
Республика Беларусь
Тел. /факс (+375 17) 290-00-00
info@aes.by
www.aes.by



Уважаемые коллеги, друзья и партнеры!
Коллектив УП «АЭС-комплект» искренне поздравляет вас
с профессиональным праздником – Днем энергетика,
с наступающим Новым годом и Рождеством!

Ежедневно тысячи работников предприятий энергетической отрасли трудятся для того, чтобы в окнах каждого дома нашей любимой Беларуси загорался свет, а зимы были наполнены теплом и уютом. Наш совместный труд и надежность работы важны для каждого: для наших семей, наших друзей, для городов и областей.

В День энергетика, в преддверии Нового года и Рождества мы еще раз благодарим вас за возможность сотрудничать, дружить и делать жизнь сотен тысяч людей комфортнее.

Желаем вам в наступающем году успехов в работе, новых интересных проектов и неиссякаемой энергии, заставляющей двигаться вперед!



Учредитель
**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Мороз Д.Р., к.т.н., доцент, заместитель Министра
энергетики Республики Беларусь (председатель)

Реентович С.В., заместитель Министра энергетики
Республики Беларусь (заместитель председателя)

Бондарь А.М., первый заместитель генерального
директора – главный инженер атомной
электростанции республиканского унитарного
предприятия «Белорусская атомная электростанция»

Дрозд П.В., генеральный директор ГПО «Белэнерго»

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

Карницкий Н.Б., д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ

Кушнаренок А.И., генеральный директор
ГПО «Белтопгаз»

Майоров В.В., генеральный директор ОАО «Газпром
трансгаз Беларусь»

Русан В.И., д.т.н., профессор, председатель правления
Ассоциации «Возобновляемая энергетика»

Рыков А.Н., к.т.н., заместитель главного инженера по
теплотехнической части РУП «Белнилизнегропром»

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

Фурсанов М.И., д.т.н., профессор

Издатель: открытое акционерное общество
«Экономэнерго»

Редакция:

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редакторы	Лемехова Д.Д., Фашук Т.С.
Компьютерный дизайн и верстка	Данюкова А.В., Ященко О.А.
Дизайн обложки	Кошель М.В.
Реклама	Тропашко С.А.

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

Адрес редакции: 220088, г. Минск, ул. Захарова, 59.
Т/ф: +375 17 2860828, 2934682, +375 29 3991104, +375 33 3191104
e-mail: oao@economenergo.datacenter.by, 2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

Цена свободная. Свидетельство о регистрации журнала № 931
от 27.08.2010.

Отпечатано в ООО «Альтиора Форте».
Свид. о ГРИИРПИ № 02330/471 от 29.12.2014 г.
Республика Беларусь, 220072, Минск, ул. Сурганова, д. 11.
Подписано в печать 21.12.2023 г., формат 60х90/4, тираж 1420 экз.,
заказ № 2658.

© ОАО «Экономэнерго», 2023

С Днём энергетика,
Новым годом и Рождеством!



СОДЕРЖАНИЕ

ГОСУДАРСТВО И ОБЩЕСТВО

- 4 Президент посетил
Белорусскую АЭС
- 6 Виктор Каранкевич:
«Ввод в эксплуатацию
Белорусской АЭС –
историческое событие»

НОВОСТИ

- 10 ТЭК Беларуси
- 13 Мировая энергетика

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 16 Энергетика должна быть
эффективной
*Интервью первого заместителя
генерального директора – главного
инженера ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмакова*
- 20 Преимущества применения
трехжильного кабеля в сетях
среднего напряжения
П.А.Сазонов, А.М. Короткевич

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 25 Локализация отечественных
программных комплексов
на примере ПС 110 кВ «Аульс»
В.А. Хоха
- 27 Возможности предиктивной
диагностики состояния
энергетического оборудования
и перспективы ее использования
в Белорусской энергосистеме
П.А. Кабанов

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- 30 Развитие концепции лидерства
и ключевые компетенции лидера
в атомной отрасли
А.В. Ёдчик
- 33 Динамика общественного
мнения о развитии ядерной
энергетики в Беларуси и
о проекте «Белорусская АЭС»
Е.В. Мартищенко

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

- 37 65 лет назад Беларусь вступила
в эпоху газификации

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

- 40 Названы победители конкурса
«Лидер энергоэффективности
Республики Беларусь – 2023»

МИРОВОЙ ОПЫТ

- 42 Водородная энергетика:
ключевые направления развития

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 45 Обеспечение водородной
взрывозащиты
на Белорусской АЭС
*П.К. Нагула, Д.Л. Третинников,
А.В. Дойникова*

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 48 Формирование культуры
безопасности в организации
О.М. Тимошенко

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 51 Пять функций эффективного
руководителя
С.А. Высоцкая

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО

- 54 Изменены требования
к расследованию и учету
пожаров
С.С. Давыдовский
- 55 Требования пожарной
безопасности при
размещении и эксплуатации
теплогенерирующих аппаратов
В.И. Поляков, О.Е. Полякова
- 58 Внесены изменения
в указания по эксплуатации
трансформаторных масел
В.П. Орлова
- 61 Национальный фонд ТНПА –
энергетике
- 62 Новости законодательства
(ноябрь–декабрь)

- 65 Перечень статей,
опубликованных в 2023 году

На обложке использовано фото, предоставленное отделом информации и общественных связей
Государственного предприятия «Белорусская АЭС»

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.

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



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

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

Этот праздник объединяет десятки тысяч людей, которые своим ежедневным трудом обеспечивают надежное и бесперебойное энергоснабжение предприятий и социальной сферы, создают комфорт и уют в каждом доме. В отрасли работают настоящие профессионалы своего дела, глубокие знания и высокая ответственность которых позволяют успешно решать самые сложные производственные задачи.

Текущий год ознаменован значимым для энергетики событием – завершено строительство Белорусской атомной электростанции. Ее второй энергоблок введен в промышленную эксплуатацию. Наша страна сделала серьезный шаг в укреплении энергетической безопасности, технологическом и инновационном развитии. И в этом ваша большая заслуга.

При поддержке Главы государства и Правительства продолжается системная работа по повышению качества и надежности энергоснабжения: модернизируется электросетевая инфраструктура, реконструируются объекты генерации энергии, строятся современные цифровые подстанции, осваиваются новейшие технологии.

Благодарю вас за плодотворную работу, самоотдачу, преданность своей профессии. Особые слова признательности хочу адресовать нашим ветеранам – ваш богатый опыт и знания служат хорошим примером для молодежи, содействуют сохранению лучших трудовых традиций и преемственности.

Желаю всем вам и вашим близким крепкого здоровья, счастья, благополучия, новых успехов и достижений на благо нашей родной Беларуси!

*Министр энергетики
Республики Беларусь*

В.М. Каранкевич

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ, УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

**Сердечно поздравляю весь большой
и сплоченный коллектив Белорусской
энергосистемы с профессиональным
праздником – Днем энергетика!**



Уходящий год стал временем свершений, которым, благодаря опыту и дальновидности руководства нашей страны, суждено определить судьбу отечественной энергетики на долгую перспективу. Историческим для республики событием стало завершение строительства Белорусской АЭС. Этот масштабный и высокотехнологичный проект придал мощный импульс развитию экономики, науки и техники. Атомная станция Беларуси уже показала свою экономическую и экологическую эффективность. Прделана большая работа по режимной интеграции АЭС в Белорусскую энергосистему. На завершающем этапе находятся проекты по строительству пиково-резервных энергоисточников.

Эффективное управление и планирование, ввод новых энергообъектов, строительство и реконструкция сетевой инфраструктуры, реализация инвестиционных и социальных проектов, успешное проведение ремонтной кампании, развитие информатизации и внедрение цифровых технологий – за каждым из достигнутых результатов стоит напряженный труд нашего многотысячного коллектива.

Мы по праву можем гордиться высоким профессиональным мастерством и чувством долга наших работников, специалистов и руководителей. Каждый из них на своем месте решает задачи, направленные на выполнение общей стратегической миссии – обеспечение надежного, бесперебойного и качественного энергоснабжения всех потребителей.

Особую благодарность выражаю ветеранам – спасибо, что передали новому поколению уникальные знания и лучшие традиции. Молодежи желаю стать настоящими профессионалами, без которых невозможно становление энергетики будущего.

В наступающем году хочу пожелать всем своим коллегам энергии – чтобы добиваться новых производственных успехов; оперативности в принятии решений – чтобы получать преимущества в быстро меняющихся условиях; ответственности – чтобы неуклонно повышать качество деятельности на всех уровнях.

От всей души благодарю вас за проделанную работу, профессионализм и самоотверженность! Желаю вам мира, здоровья, семейного благополучия, успехов в труде и реализации всех намеченных планов. С праздником!

*Генеральный директор
ГПО «Белэнерго»*

П.В. Дрозд

ПРЕЗИДЕНТ ПОСЕТИЛ БЕЛОРУССКУЮ АЭС



1 ноября подписан акт приемки в промышленную эксплуатацию пускового комплекса второго энергоблока Белорусской АЭС. В преддверии этого события, 31 октября, Президент принял доклад о завершении строительства БелАЭС. Детально по этому вопросу выступили заместитель Премьер-министра Петр Пархомчик, заместитель Главы Администрации Президента Максим Ермолович и Министр энергетики Виктор Каранкевич. 3 ноября Глава государства посетил Белорусскую атомную электростанцию с рабочим визитом.

В рамках поездки на БелАЭС Президент осмотрел территорию станции и посетил пункт управления второго энергоблока. Главе государства доложили о завершении строительства БелАЭС и ее приемке в эксплуатацию, интеграции станции в экономику страны и перспективах дальнейшего сотрудничества с Госкорпорацией «Росатом» в ядерной энергетике и смежных высокотехнологичных областях. Генеральный директор «Росатома» Алексей Лихачев передал Александру Лукашенко символический паспорт БелАЭС, свидетельствующий о готовности объекта, со словами: «Срок службы – от 60 лет. Рассчитываем, что до ста будет работать».

Докладывая Главе государства о завершении реализации проекта, Министр энергетики Виктор Каранкевич сказал: «Это надежная, безопасная, экономичная станция, которая уже работает на экономику страны. БелАЭС – это не только укрепление энергетической безопасности, это действительно большой шаг в технологическом развитии национальной экономики. А все это – улучшение качества жизни людей».

Проект БелАЭС стал самым высокотехнологичным и масштабным в истории белорусско-российских отношений.

В возведении АЭС приняло участие около 40 организаций с обеих сторон. В пик строительства на площадке было задействовано более 9 тыс. строителей.

Глава Госкорпорации «Росатом» отметил, что совместная работа на объекте была комфортной и плодотворной, и пригласил белорусскую сторону подключиться к зарубежным стройкам «Росатома». Он также сообщил, что компании и специалисты из Беларуси участвуют в возведении АЭС в Египте, есть договоренности об их возможном участии в строительстве атомной станции в Венгрии.

По мнению Алексея Лихачева, одним из проектов в рамках Союзного государства может стать создание в Беларуси центра ядерной медицины. Есть перспективы развития сотрудничества и по другим направлениям, включая промышленность, цифровые и аддитивные технологии, работу с промышленными отходами и создание альянсов в сфере ветроэнергетики.

После визита на БелАЭС Президент посетил Островец, ознакомился с социально-экономическим развитием города и района, осмотрел Островецкую центральную районную клиническую больницу, которая является



межрегиональным и межрайонным диагностическим и лечебным центром, пообщался с жителями города и ответил на вопросы российских журналистов.

Президент акцентировал внимание на том, что выгода атомной энергетики очевидна: АЭС позволит промышленности и сельскому хозяйству работать более эффективно и сделает жизнь граждан в стране более комфортной за счет дешевой электроэнергии.

Глава государства поддержал тезис гендиректора Госкорпорации «Росатом» о том, что нужно смотреть не на 10 лет вперед, а на полвека. Экономика развивается, в перспективе будет нужно все больше и больше энергии. Кроме того, так или иначе необходимо замещать выходящие из строя старые мощности. Александр Лукашенко также напомнил, что даже критики Белорусской атомной электростанции в Литве сожалеют о том, что в свое время закрыли свою АЭС. Ведь сейчас атомная энергетика признана зеленой.

Отвечая на вопрос журналистов относительно дипломатической ноты литовской стороны в связи с вводом в эксплуатацию второго энергоблока, Александр Лукашенко подчеркнул, что процесс строительства БелАЭС был абсолютно открытым, что подтверждало и МАГАТЭ. Более того, Беларусь всегда выражала готовность принимать на работу на АЭС специалистов из Литвы и поставлять туда электрическую энергию. Президент отметил, что условия поставки были бы привлекательны для Литвы и Латвии, и выразил уверенность в том, что рано или поздно соседние страны восстановят отношения с Беларусью.

Виктор Каранкевич: «ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ БЕЛОРУССКОЙ АЭС – ИСТОРИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ»



Ввод в промышленную эксплуатацию второго энергоблока Белорусской атомной электростанции и связанные с этим события – доклад Президенту о завершении строительства первой АЭС страны и визит на станцию Главы государства – вошли в повестку дня информационного пространства как республики, так и ближнего зарубежья. В ряде интервью по итогам этих событий Министр энергетики Республики Беларусь Виктор Каранкевич рассказал журналистам о значении БелАЭС для национальной экономики, ее интеграции в энергосистему, динамике роста электропотребления и перспективах белорусско-российского сотрудничества в сфере энергетики.

Беларусь вошла в число стран, развивающих атомную энергетику

«Сегодня всего 32 страны имеют атомные энергоблоки, где осуществляется производство электрической энергии с использованием мирного атома. И Беларусь в числе этих государств», – сообщил журналистам Министр энергетики Виктор Каранкевич. Он отметил, что спрос на развитие и строительство атомных электростанций, ядерных блоков растет, и это подтверждают данные МАГАТЭ. В прошлом году о намерении строить собственные АЭС заявило рекордное количество стран – 50, в том числе 27 стран Евросоюза. И даже бывшие про-

тивники развития атомной энергетики сейчас активно разрабатывают национальные энергетические программы, предусматривающие включение АЭС в топливно-энергетический баланс. Это экологичный, надежный, экономичный источник энергии на десятилетия вперед. Беларусь уже пользуется этим – станция приносит ощутимый эффект.

«Ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС – историческое для страны событие», – заявил Виктор Каранкевич. Таким образом сделан очень серьезный шаг в укреплении энергетической безопасности и энергетической самостоятельности страны. Беларусь полностью отказалась от импорта электрической энергии и уменьшила

зависимость от импортируемого природного газа.

С момента включения первого энергоблока БелАЭС в объединенную энергосистему (3 ноября 2020 года) станция суммарно выработала более 21 млрд кВт·ч электроэнергии, что позволило заместить 5,7 млрд м³ газа. Валютная нагрузка на экономику снизилась. Получен и экологический эффект: за счет работы БелАЭС выбросы парниковых газов сократились на 10 млн т. Атомная станция – это прежде всего удовлетворение возрастающего спроса на электроэнергию со стороны реального сектора экономики и населения.

Ежегодно БелАЭС будет генерировать порядка 18 млрд кВт·ч и обеспечит



более 40 % внутренних потребностей страны в электроэнергии. Доля природного газа в топливно-энергетическом балансе страны снизится до 65 %.

Безопасность станции – безусловный приоритет

В соответствии с требованиями Главы государства безопасность является приоритетом как при сооружении БелАЭС, так и при дальнейшей ее эксплуатации, подчеркнул Виктор Каранкевич. Он отметил, что Беларусь стала первой зарубежной площадкой, где Госкорпорация «Росатом» построила атомную станцию с водо-водяными реакторами (ВВЭР) поколения «3+» с повышенными характеристиками безопасности.

По данным Минэнерго, для подтверждения соответствия работы систем и оборудования установленным параметрам безопасности за период строительства станции успешно проведено около 3 тыс. испытаний. Госатомнадзор подтвердил, что требования ядерной и радиационной безопасности обеспечены, и 24 октября 2023 года была выдана лицензия на эксплуатацию второго энергоблока, который в настоящее время работает на номинальной мощности.

Соответствие БелАЭС самым высоким требованиям безопасности не раз подтверждали международные экспертные миссии. «Мы выполнили все рекомендуемые миссии МАГАТЭ в рамках строительства объекта, даже провели стресс-тесты. В ходе этих миссий было отмечено и много положительных наработок, практик, то есть успешная работа на нашем объекте показала, что есть те направления, которые уже может использовать МАГАТЭ и рекомендовать другим странам, которые будут впервые сооружать свои атомные энергоблоки, атомные станции», – сказал Виктор Каранкевич.

Отвечая на вопрос о ремонтных работах на первом энергоблоке, Министр пояснил, что блок АЭС переводится на плановый предупредительный ремонт примерно через 11 месяцев работы. В рамках ремонта идет перегрузка части отработавшего ядерного топлива с загрузкой свежего. Это постоянный цикл. Предупредительный ремонт предусматривает также диа-

гностику технологических систем и оборудования, контроль состояния металла. Это позволяет подтвердить исправность оборудования и выявить несоответствия в его работе, которые необходимо устранить.

Виктор Каранкевич акцентировал внимание на том, что регламентные работы проводятся на любом энергетическом оборудовании – будь то котельные, тепловые электростанции или подстанции. «Предупредительный ремонт на первом энергоблоке БелАЭС вызывает повышенное внимание, поэтому мы стараемся о нем заблаговременно сообщать людям, информировать их о том, что это системная плановая работа и регламенты должны выполняться строго, четко. От этого зависит безопасность работы объекта», – подчеркнул Министр.

В Беларуси растет электропотребление

Главная задача энергосистемы – обеспечить в режиме реального времени удовлетворение потребностей страны в электроэнергии. Традиционно больше всего ее потребляют те

регионы, где находятся крупные энергоемкие производства. В частности, это Гомельская область, где располагается Белорусский металлургический завод (крупнейший потребитель электроэнергии в стране), Мозырский НПЗ, а также Минская область.

Благодаря принятым на уровне Главы государства и Правительства стимулирующим и организационным мерам объем потребления электроэнергии за 9 месяцев 2023 года увеличился на 1,8 млрд кВт·ч и составил 29,8 млрд кВт·ч. Министр уточнил, что растет использование электроэнергии как реальным сектором экономики, так и населением. Такая тенденция будет сохраняться. Планируется, что по итогам года электропотребление достигнет 41 млрд кВт·ч, то есть вырастет на 2,4 млрд кВт·ч. К 2025 и 2030 годам ожидается выход на 44 и 47 млрд кВт·ч соответственно.

Сейчас в республике делается все для реализации запланированных мероприятий по повышению электропотребления. В их числе развитие энергоемких производств, электротранспорта и зарядной инфраструктуры. В целом по стране уже введено в эксплуатацию более 900 электроразрядных станций,

С момента включения первого энергоблока БелАЭС в энергосистему (3 ноября 2020 года) станция суммарно выработала более 21 млрд кВт·ч электроэнергии, что позволило заместить 5,7 млрд м³ газа, снизить валютную нагрузку на экономику и сократить выбросы парниковых газов на 10 млн т



Планируется, что по итогам года электропотребление достигнет 41 млрд кВт·ч. Сейчас в республике делается все для реализации запланированных мероприятий по повышению электропотребления. В их числе развитие энергоемких производств, электротранспорта и зарядной инфраструктуры. В целом по стране уже введено в эксплуатацию более 900 ЭЗС, определены локации для строительства новых



определены локации для строительства новых ЭЗС.

Кроме того, Правительством принято решение о реализации двух пилотных проектов по переводу на электроэнергию общественного транспорта – в Жодино и Шклове. Эта работа должна быть завершена в следующем году.

Доступность электроэнергии для населения повысилась

Ранее на уровне Главы государства был принят ряд мер, направленных на повышение электропотребления населением. Во-первых, введены стимулирующие тарифы на электроэнергию. Во-вторых, обеспечена возможность за счет местных бюджетов возмещать гражданам часть средств на приобретение электроотопительного оборудования или проведение работ по модернизации внутридомовой электропроводки. В-третьих, в соответствии с Указом Президента № 381 осуществлять модернизацию и реконструкцию электросетей сегодня возможно с использованием средств граждан. Участие со стороны физлиц при этом должно составлять 30 %. Это тоже определенный стимул, который позволит мотивировать население на использование электроэнергии для отопления.

Министр выделил три основных направления, по которым совместно с органами госуправления ведется работа: это строительство нового жилья с электроотоплением, перевод на использование электроэнергии для отопления многоквартирного жилья и одно-

квартирных домов. За 9 месяцев 2023 года электропотребление для нужд отопления и горячего водоснабжения в жилых домах составило более 400 млн кВт·ч (рост в 1,3 раза к аналогичному периоду прошлого года).

В 2024–2025 годах работа по строительству электродомов, где изначально для отопления будет использоваться электрическая энергия, продолжится. Всего за текущую пятилетку планируется ввести в эксплуатацию 2 млн м² такого жилья.

Модернизация электросетевой инфраструктуры будет продолжена

Виктор Каранкевич подчеркнул, что в отрасли проводится планомерная работа по увеличению объемов реконструкции и строительства новых электрических сетей различного класса

проживания граждан в сельской местности. Если в 2022 году было модернизировано, реконструировано и построено 1,7 тыс. км сетей, то в 2023-м планируется довести этот показатель до 2,3 тыс. км, а в 2024-м – до 3 тыс. км.

В отношении использования электроэнергии для отопления жилых домов до 2025 года предусматривается модернизация около 5,6 тыс. км электросетей в более чем 1500 населенных пунктах. Этот перечень пересматривается в сторону увеличения.

Что касается системообразующих ЛЭП напряжением 35 кВ и выше, то с учетом реализации мероприятий по выдаче мощности с БелАЭС было реконструировано и построено 1,6 тыс. км высоковольтных линий, в основном ВЛ 330 кВ. Сетевая инфраструктура уже позволяет обеспечить передачу электроэнергии от атомной станции во все регионы страны, ею

Ежегодно БелАЭС будет генерировать порядка 18 млрд кВт·ч и обеспечит более 40 % внутренних потребностей страны в электроэнергии. Доля природного газа в топливно-энергетическом балансе страны снизится до 65 %

напряжения. В первую очередь акцент будет сделан на модернизацию распределительной сети 0,4 и 10 кВ. Самое главное – максимально охватить заявки и населенные пункты, где необходимо модернизировать электросети. В конечном итоге важно обеспечить создание более комфортных условий

могут пользоваться как граждане, так и реальный сектор экономики.

Работа по модернизации электросетевой инфраструктуры организована на системной основе, с запасом и на перспективу. При этом анализируется, какие производства будут развиваться или строиться, учитывается



спрос со стороны населения. Таким образом были сформированы соответствующие перспективные планы на 2021–2025 годы. Сейчас идет работа на перспективу 2026–2030 годов. Формируется стратегическая программа развития энергосистемы с учетом возрастающей потребности использования электроэнергии в различных сферах.

Горизонты белорусско-российского партнерства в энергетике расширяются

После завершения строительства БелАЭС сотрудничество с «Росатомом» будет только расширяться, заявил Виктор Каранкевич. Прежде всего это касается технической поддержки, научного сопровождения эксплуатации Белорусской атомной электростанции. Актуально сотрудничество и по вопросам обращения с радиоактивными отходами. «Нам важно изучить российский опыт, технологии и рассмотреть возможность их применения в Беларуси», – отметил Министр.

Рассматривается также взаимодействие по новым направлениям, таким как аддитивные технологии, ядерная медицина, цифровизация, тренажеростроение, создание систем накопления электроэнергии.

Министр сообщил, что совместно с российскими коллегами продолжается общая работа по формированию объединенных рынков газа и электроэнергии Союзного государства. В отношении объединенного рынка

электроэнергии подготовлен проект межгосударственного договора. Активно ведется работа по согласованию правил функционирования объединенного электроэнергетического рынка. Подготовить соответствующий проект документа необходимо до конца года.

Виктор Каранкевич также отметил, что ценовые условия по газу на 2023–2025 годы определены. В дальнейшем необходимо согласовать принципы ра-

боты объединенного газового рынка и условия работы субъектов хозяйствования после 2025 года. Главная задача – дальнейшее сближение и выход на равные условия для субъектов двух стран. Это обеспечит повышение конкурентоспособности Беларуси и Союзного государства в целом, возможность совместного выхода в третьи страны и увеличение объемов реализации продукции, востребованной не только в республике, но и за ее пределами.

В 2022 году было модернизировано, реконструировано и построено 1,7 тыс. км распределительных электросетей. В 2023 году планируется довести этот показатель до 2,3 тыс. км, а в 2024-м – до 3 тыс. км



Подготовлено по материалам Минэнерго, республиканских телеканалов, печатных и электронных СМИ

ТЭК БЕЛАРУСИ

Подписан протокол о внесении изменений и дополнений в межправительственное соглашение о параллельной работе энергосистем России и Беларуси

23 ноября в Москве министры энергетики Беларуси и России В.М. Каранкевич и Н.Г. Шульгинов подписали протокол о внесении изменений и дополнений в соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о некоторых мерах по обеспечению параллельной работы объединенной энергетической системы Беларуси и Единой энергетической системы России от 15 марта 2011 года.



Реализация протокола позволит повысить безопасность и надежность параллельной работы энергосистем, в том числе за счет предоставления резервов мощности и оказания аварийной помощи в случае необходимости.

Виктор Каранкевич принял участие в пленарном заседании XXI Международного форума «Газ России»

15 декабря Министр энергетики В.М. Каранкевич по видеоконференцсвязи выступил на пленарном заседании XXI Международного форума «Газ России – 2023». Руководитель Минэнерго отметил, что Беларусь занимает одно из ведущих мест по уровню газификации на постсоветском пространстве – показатель составляет 83 %.

Взаимодействие с ПАО «Газпром» четко выстроено на уровне ГПО «Белтопгаз». Эффективная координация работы диспетчерских служб оператора магистральных сетей и газоснабжающих организаций позволяет обеспечить бесперебойное и стабильное снабжение потребителей республики природным газом. Ярким примером совместной работы с «Газпромом» стало подписание на полях XII Петербургского международного газового форума соглашения о строительстве в Беларуси завода по производству сжиженного природного газа.

Министр подчеркнул, что организации газовой отрасли республики имеют высокие компетенции в проектировании, строительстве, производстве и монтаже газового оборудования и систем, что может быть востребовано при решении вопросов газификации как в России, так и в других странах.

В.М. Каранкевич также сообщил, что проделана большая работа по формированию объединенного рынка газа Союз-

ного государства. Благодаря договоренностям на уровне Глав государств Беларуси и России ценовые условия на природный газ для нашей страны установлены до 2025 года. «В 2024–2025 годах с российскими коллегами будет продолжена работа по определению согласованных подходов формирования рынка, направленных на выравнивание условий хозяйствования субъектов наших стран и, как следствие, повышение конкурентоспособности экономик и рост благосостояния граждан», – констатировал Министр.

Состоялись консультации по подготовке программ Союзного государства в области ядерной безопасности

В конце ноября специалисты Госкорпорации «Росатом» провели с представителями ГПО «Белэнерго», Белорусской АЭС, Госатомнадзора и БелРАО консультации по подготовке программ Союзного государства в области обращения с радиоактивными отходами, ядерной и радиационной безопасности.



В частности, готовится совместное предложение по разработке технических решений, которые позволят минимизировать объем образования отходов, подлежащих финальной изоляции. В рамках этой работы предполагается создание расчетно-экспериментальной базы для обоснования долговременной безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО), разработка цифровой модели ПЗРО для сопровождения его жизненного цикла, а также подготовка кадров для эксплуатирующих организаций.

Кроме того, планируется разработать отдельную программу, нацеленную на развитие собственной технологической базы по производству систем детектирования ионизирующего излучения.

Энергоемкость ВВП Беларуси за последние 30 лет снизилась более чем в четыре раза

Благодаря модернизации производств, использованию современных научно-технических разработок, оборудования и материалов Беларусь выстроила собственную эффективную систему энергосбережения. Результатом стало снижение энергоемкости ВВП в 4,4 раза. Этот по-



казатель, по данным МЭА, для нашей страны составил 141 кг нефтяного эквивалента на 1000 долл. США. Об этом сообщил журналистам заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности В.Т. Крецкий.

Наряду с развитием атомной энергетики в стране ведется работа по вовлечению в топливно-энергетический баланс местных видов топлива. За счет их использования ежегодно замещается порядка 3,1 млрд м³ природного газа. В 11 из 118 районов Беларуси доля местных энергоресурсов в топливном балансе превышает 90 %, в 45 районах составляет более 71 %.

Утвержден пакет документов СНГ в области цифровых технологий и ВИЭ

Координационный совет при Электроэнергетическом Совете СНГ утвердил пакет документов по ключевым цифровым технологиям и ВИЭ. Заседание совета состоялось 11 декабря в формате видеоконференции. Среди утвержденных документов – Общие положения по системе противоаварийной автоматики энергообъединения ЕЭС/ОЭС, Основные принципы организации системы мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) энергосистем государств – участников СНГ, Балтии и Грузии и Основные технические требования к объектам генерации, функционирующим на основе использования ВИЭ, работающим в составе энергосистем (в части солнечной и ветровой генерации).

Рабочие группы ЭЭС СНГ обсудили вопросы профобразования и надежности технологического оборудования

28 ноября Рабочая группа по вопросам профессионального образования и подготовки кадров Электроэнергетического Совета СНГ (ЭЭС СНГ) рассмотрела вопросы организации дополнительного профессионального образования в сфере цифровой трансформации электроэнергетики, оценки профессиональной квалификации, а также разработки норм времени на проведение работ и обслуживание оборудования в энергетической сфере в государствах СНГ. Заседание прошло на базе ГПО «Белэнерго» в формате видеоконференции. Участники обменялись опытом работы с кадровым резервом руководящего состава в электроэнергетических компаниях государств – участников СНГ.



30 ноября состоялось заседание Рабочей группы по технологическим вопросам надежности и безопасной работы оборудования ЭЭС СНГ. В своем выступлении первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмаков рассказал коллегам об опыте эксплуатации в Белорусской энергосистеме энергооборудования производства КНР. С докладами также выступили представители АО «KEGOC» (Казахстан), ПАО «Россети» и ПАО «РусГидро» (Россия).

В комиссии СНГ рассмотрены вопросы использования атомной энергии в мирных целях

В рамках заседания Комиссии государств – участников СНГ, которое состоялось на базе БелАЭС 29 ноября, представители профильных министерств и ведомств ряда стран Содружества, а также Госкорпорации «Росатом» рассмотрели ход выполнения программы по развитию национальных ядерных инфраструктур стран СНГ, вопросы общественной приемлемости проектов в области использования атомной энергии в мирных целях и перспективных проектов в области неэнергетических технологий. Речь также шла о возможностях сотрудничества в рамках международного центра исследований на базе реакторной установки многоцелевого быстрого исследовательского реактора.



Кроме того, комиссия рассмотрела комплекс мер по совершенствованию культуры безопасности в области использования атомной энергии, проект соглашения по приведению в безопасное состояние объектов ядерного наследия, план мероприятий по реализации соглашения о трансграничных перевозках радиоактивных материалов.

Заместитель Министра энергетики Республики Беларусь М.И. Михадюк сообщил журналистам, что совместно с Госкорпорацией «Росатом» подготовлен пакет документов о дальнейшем сотрудничестве – не только в атомной энергетике, но и по иным направлениям. Соответствующее поручение, данное Правительством, выполнено. Замминистра подчеркнул, что в сфере атомной энергетики Беларусь накопила огромный опыт, который может быть использован в СНГ, а также в третьих странах.

Заклучены новыя kontrakты на поставку беларускай торфопродукцыі ў Кітай

В рамках Китайской международной выставки импорта, которая проходила в Шанхае с 5 по 10 ноября, УП «Витебск-облгаз» достигнуты договоренности о сотрудничестве с китайскими компаниями.

Бизнес-круги Китая ознакомились с потенциалом торфяной отрасли Беларуси, в том числе в сфере производства питательных грунтов. В результате переговоров подписаны новые контракты на поставку торфяной продукции ПУ «Витебскторф». Первые контейнеры с белорусским торфом по этим контрактам планируется отправить в КНР до конца года.

Подписана дорожная карта по сотрудничеству ГПО «Белэнерго» и Национального детского технопарка

24 ноября состоялась встреча представителей ГПО «Белэнерго» и УО «Национальный детский технопарк». По ее итогам был разработан проект дорожной карты по сотрудничеству сторон в 2024 году по направлениям «Энергетика будущего», «Инженерная экология». Сторону объединения возглавлял первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмаков.

Проектирование объекта осуществил НИИ «Белгипро-топгаз», генеральным подрядчиком строительства выступило ОАО «Белгазстрой» – управляющая компания холдинга». Реализация проекта, в ходе которой проложено 27 км газопровода высокого давления, позволит обеспечить бесперебойную работу системы газоснабжения как при аварийных, так и при плановых отключениях.



«Уже реализуются проекты по закольцовке сетей города Полоцка и городского поселка Оболь Шумилинского района. Мы проводим закольцовку Бреста. Соединяем две области: Давид-Городок Брестской области и Житковичи Гомельской области», – сообщил А.И. Кушнаренко и подчеркнул, что объединение делает все собственными силами.

Беларусь занимает первое место в мире по уровню добычи торфа

Беларусь лидирует в мире по уровню добычи торфа и производства брикетов. Об этом сообщил заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» В.В. Ковалев при подведении итогов сезона добычи торфа, которое состоялось 27 октября в Могилевской области.

За девять месяцев текущего года организациями торфяной промышленности объединения добыто 2150 тыс. т торфа. Планируется произвести порядка 1 млн т топливных брикетов и сушенки, свыше 100 тыс. т продукции нетопливной группы (кипованный торф, питательные и покровные грунты).

По отношению к прошлому сезону объем реализации брикетов и сушенки на внутреннем рынке увеличился и составил 617,1 тыс. т. Крупнейшими потребителями торфяного топлива стали предприятия цементной промышленности (свыше 320 тыс. т – более 50 % от объема реализации). Продукция также востребована топливоснабжающими организациями. Поставки фрезерного торфа на объекты ЖКХ и энергетики выросли до 79 тыс. т. Свыше 86 тыс. т брикетов направлено на экспорт, при этом 13,5 тыс. т реализовано через биржу.

Вырос спрос и на нетопливную группу, в том числе внутри страны, – потребителям республики поставлено свыше 70 тыс. т верхового торфа и грунтов.

Подготовлено по материалам Минэнерго, ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», информагентств, собственных корреспондентов, телеграм-канала «Минэнерго Официальный»



Документ был подписан 29 ноября. Дорожной картой, в частности, предусмотрено оказание объединением помощи в развитии материально-технической базы технопарка, формировании тематики исследовательских работ учащихся, соответствующих потребностям Белорусской энергосистемы, и участие представителей аппарата управления ГПО «Белэнерго» в публичных защитах школьных проектов. Планируется также организация посещения энергообъектов учащимися и ряд других мероприятий.

Пущен газ по закольцовке газопровода высокого давления ГРС «Ясень» – ГРС «Бобруйск»

24 октября состоялась торжественная церемония пуска газа по закольцовке газопровода, соединяющего газораспределительные станции «Ясень» и «Бобруйск». В мероприятии принял участие генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко.



МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Участники Всемирного климатического саммита планируют достичь углеродной нейтральности к 2050 году

С 30 ноября по 12 декабря в Дубае под эгидой ООН прошел Всемирный климатический саммит COP28 – 28-я Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Основная цель мероприятия – координация глобальных усилий по экологической защите планеты. В саммите приняли участие лидеры более 140 государств и свыше 70 тыс. делегатов из разных стран. Белорусскую делегацию на форуме возглавил Президент Беларуси Александр Лукашенко.



По итогам саммита 198 сторон подписали соглашение о совместных усилиях в борьбе с изменениями климата. Среди целей, указанных в документе, – сокращение использования нефти, газа и угля. Поставлена задача к 2030 году втрое повысить использование ВИЭ и вдвое – энергоэффективность. Всего в документе перечислено восемь мер по сокращению выбросов для удержания роста глобальной среднегодовой температуры в пределах 1,5 °C. Дальнейший отход от ископаемого топлива должен обеспечить углеродную нейтральность, для чего необходимо «ускорить действия в это критическое десятилетие, чтобы достичь чистого нуля к 2050 году в соответствии с научными данными».

Впервые в истории встреч на высшем уровне глобальный пакт прямо упомянул о необходимости отказа от ископаемого топлива. Тем не менее соглашение подверглось критике за отсутствие четкого прописанного обязательства прекратить добычу углеводородов. Ряд участников саммита и наблюдателей считают, что целью мирового сообщества должно стать не сокращение использования, а полный отказ от ископаемого топлива. На такой формулировке настаивали, в частности, делегации США, Великобритании и стран Евросоюза. Кроме того, многие указывают, что текст документа содержит «дыры», позволяющие обойти его решения, а независимые эксперты считают, что планируемые меры недостаточны.

Следующий саммит пройдет в конце 2024 года в г. Баку.

Страны ОПЕК+ договорились о дополнительном сокращении добычи нефти

Страны ОПЕК+ по итогам конференции, заседания мониторингового комитета и министерской встречи ОПЕК+, которые состоялись 30 ноября, подтвердили базовое июньское соглашение о сокращении добычи нефти до конца 2024 года. Было решено, что в первом квартале Саудовская Аравия продолжит сокращать поставки на 1 млн б/с. Россия же увеличит добровольное сокращение экспорта нефти и нефтепродуктов на 200 тыс. б/с, суммарно оно составит 500 тыс. б/с (300 тыс. б/с сырья и 200 тыс. б/с топлива).

Кроме того, другие страны ОПЕК+ решили снизить добычу нефти еще на 700 тыс. б/с. Таким образом, без учета уже принятых ограничений на мировой рынок в первом квартале следующего года в сутки будет попадать на 900 тыс. баррелей нефти и нефтепродуктов меньше.

По итогам совещания стран ОПЕК+ также было решено, что Бразилия присоединится к альянсу с января 2024 года без определенной квоты на добычу. В июле страна вышла на 9-е место в мире и на 1-е в Латинской Америке по добыче черного золота.

Следующее заседание ОПЕК+ планируется провести 1 июня 2024 года.

Первый энергоблок АЭС «Аккую» получил разрешение на ввод в эксплуатацию

Разрешен ввод в эксплуатацию первого энергоблока АЭС «Аккую» в Турции. Следующий этап станет получение лицензии на эксплуатацию, которое позволит приступить к загрузке ядерного топлива в реактор и начать предпусковые контрольные операции. Сейчас компания «Аккую Нуклеар» продолжает разработку технической документации для подачи заявки на лицензию.



Строительство первой в Турции АЭС стало крупнейшим российско-турецким проектом. Планируется, что после ввода всех четырех энергоблоков с современными реакторами ВВЭР-1200 мощностью 1200 МВт каждая станция будет вырабатывать около 35 млрд кВт·ч в год и покроев до 10 % потребности Турции в электроэнергии. Пуск первого энергоблока намечен на 2024 год.

АЭС «Аккую» – первый проект в мировой атомной отрасли, реализуемый по модели «строй – владей – эксплуатируй». Станция отвечает всем современным международным требованиям по безопасности. В перспективе в Турции планируется построить еще одну атомную станцию – АЭС «Синоп».

В Прибалтике электроэнергия подорожала более чем на 70 %

С 6 по 12 ноября оптовая цена на электроэнергию в странах Балтии выросла на 73 % и в среднем составила € 100,63 за мегаватт-час. Как отмечают эксперты, цены выросли в основном из-за снижения объемов ветрогенерации, которые в странах Северной Европы сократились на 50 %, а в странах Балтии – на 48 % по сравнению с предыдущей неделей.

Литва считается самой энергодефицитной страной Балтии, а электроэнергетика является одной из наиболее уязвимых сфер ее экономики. На фоне антироссийских санкций и политических решений литовских властей страна столкнулась с перебоями в цепочках поставок, подорожанием энергоресурсов и другими сложностями.



При этом большие надежды в регионе возлагают на выход из энергокольца БРЭЛЛ и присоединение к синхронной сети континентальной Европы (UCTE). В рамках подготовки к синхронизации литовский системный оператор Litgrid приступил к установке на подстанциях «Тельшай» и «Алитус» синхронных компенсаторов производства Siemens Energy. Их также планируется установить на ПС «Нерис» в Вильнюсском районе.

Системные операторы Латвии, Литвы и Эстонии планируют, что синхронизация с энергосистемой континентальной Европы завершится в феврале 2025 года.

Темпы прироста глобальных мощностей ветроэнергетики замедлились

Пик роста ветрогенерации наблюдался в 2021 году (+268 ТВт·ч), в 2022-м этот процесс замедлился (+251 ТВт·ч), а в первой половине 2023-го выработка ветростанций увеличилась только на 109 ТВт·ч по сравнению с прошлым годом. При этом более 90 % глобального роста пришлось на долю Китая. Эксперты считают, что это обусловлено регулятивными барьерами, сдерживающими ввод новых мощностей, и погодными условиями. В частности, в США в первой по-

ловине 2023 года из-за погоды выработка энергии на ВЭС упала на 5,6 % (13 ТВт·ч).



Эксперты Wood Mackenzie утверждают, что энергетики всячески затягивают подсоединение к сети объектов ВИЭ-генерации, поскольку последние дестабилизируют сети, снижают надежность и вынуждают традиционных производителей уходить с рынка. По данным апрельского отчета Национальной лаборатории Лоуренса Беркли, в США время ожидания по заявкам на техприсоединение выросло на 40 %. Для типичного ВИЭ-проекта, завершено в 2022 году, срок ввода в эксплуатацию с момента подачи заявки до начала коммерческой эксплуатации составил 5 лет, тогда как для проектов, завершенных в 2015-м, требовалось 3 года.

По мнению аналитиков, основной причиной замедления прироста ветрогенерации в мире является ее запредельная стоимость. И если в Германии после отказа от АЭС ветроэнергетика еще может развиваться, то во Франции, где эксплуатируется около 60 атомных реакторов, у нее шансов нет.

В развитых странах сокращается потребление электроэнергии

По данным аналитического центра Ember, в первой половине текущего года мировой спрос на электроэнергию вырос всего на 0,4 % (+59 ТВт·ч). Это в 7 раз меньше, чем за аналогичный период прошлого года (2,8 %), а также ниже среднегодового показателя за последнее десятилетие (2,6 %). Тенденция обусловлена падением спроса в ряде развитых экономик. Так, в Японии он снизился на 5,6 %, в ЕС – на 4,6 %, в США – на 3,4 %, в Южной Корее – на 1,4 %.

В ЕС эта тенденция продолжается с марта 2022 года – ее можно объяснить сочетанием факторов: политическими мерами, направленными на экономию в условиях энергокризиса, проблемами с безопасностью поставок ископаемого газа, вынужденным сокращением энергоемкости производства, повышением стоимости жизни, а также мягкой зимой.

В то же время в Китае и Индии спрос на электроэнергию увеличился, поскольку эти страны продолжают развивать свои экономики. В Китае показатель вырос на 6 %, что аналогично среднему значению за 2012–2022 годы (+5,9 %), в Индии – на 3,1 %, что ниже среднего роста за тот же период (+5,4 %).

В Китае запущена первая в мире АЭС четвертого поколения

В начале декабря Китай ввел в строй первую атомную электростанцию четвертого поколения. Об этом сообщило



Государственное управление по делам энергетики КНР. После 168 часов бесперебойной испытательной работы высокотемпературный газоохлаждаемый реактор АЭС «Шидаовань», расположенной в восточной провинции Шаньдун, официально введен в эксплуатацию. Реализация проекта была начата в 2012 году.

На АЭС установлены два реактора тепловой мощностью 250 МВт каждый. В перспективе их количество планируется довести до 18. Реакторы четвертого поколения работают при повышенных температурах носителей (это необходимо для более простого производства водорода). В случае АЭС «Шидаовань» носителем выступает разогретый газ (гелий). Кроме Китая, пока никто не ввел подобные реакторы в коммерческую эксплуатацию. За КНР по этому пути последует Россия, которая строит реактор на быстрых нейтронах.



Топливом для реакторов служат графитовые шарики, внутри которых находится обогащенный уран. Сквозь слой шариков продувается гелий температурой 250 °С, на выходе он разогревается до 750 °С. Топливные элементы выдерживают нагрев до 1620 °С, что делает их безопасными даже в случае аварий.

Введение АЭС четвертого поколения демонстрирует, что Китай достиг мирового уровня в исследованиях, разработках и применении технологий ядерной энергетики.

Франция впервые выдала разрешение на разведку месторождений водорода

Во Франции начнется разведка мест добычи ископаемого водорода. «Эксклюзивное разрешение на разведку месторождений природного водорода, гелия и сопутствующих веществ касается зоны в 225 км² в Атлантических Пиренеях», — сообщается в декрете, подписанном Министерством экологического перехода. Бурение планируется начать не ранее чем через два-три года — на него должно быть выдано дополнительное разрешение.

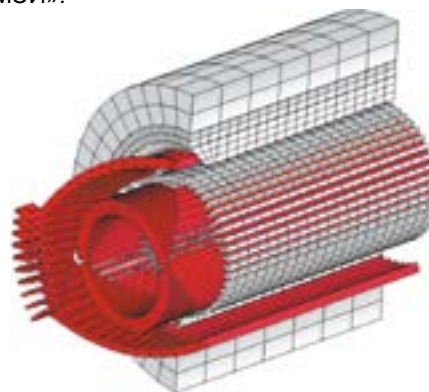
Во Франции на фоне планов правительства по достижению углеродной нейтральности к 2050 году растет интерес к водороду, который, как считается, сможет заменить традиционное топливо, особенно на производстве и транспорте.

В России разработан цифровой двойник турбогенератора

Ученые из Национального исследовательского университета «МЭИ» разработали цифровой двойник турбогене-

ратора, предназначенный для определения повреждений на ранней стадии развития и предупреждения аварийных ситуаций.

Разработка позволяет воспроизводить состояние турбогенератора в любых режимах работы, в том числе аварийных. Цифровой двойник создан с помощью компьютерного моделирования в EasyMAG3D — программе для анализа электромагнитных полей, которая разработана и применяется в НИУ «МЭИ».



Техническое состояние турбогенераторов во многом определяет надежность электрической сети. Для эффективного контроля могут быть применены системы мониторинга, использующие искусственный интеллект. Однако для их корректной работы требуются данные о параметрах турбогенератора в широком диапазоне рабочих режимов, в том числе с наличием повреждений. Снять такие данные с эксплуатируемого оборудования невозможно. Поэтому информация, полученная с помощью цифрового двойника, незаменима для обучения нейронных сетей.

Создана морская ветроустановка рекордных размеров

Китайская компания Mingyang Smart Energy Group представила модель MySE 22MW — крупнейшую в мире морскую ветротурбину мощностью 22 МВт.

Турбина с ротором диаметром более 310 м будет использоваться в регионах со скоростью ветра 8,5–10 м. Разработчик планирует наладить производство MySE 22MW в 2024–2025 годах. При этом уже выпускается аналог для наземных условий — турбина MySE 11-233 диаметром 233–243 м, которая будет монтироваться на башне высотой 130–200 м. Эта модель предназначена для эксплуатации в пустыне Гоби на севере КНР и сможет ежедневно вырабатывать объем электроэнергии, достаточный для снабжения 1300 домохозяйств в течение месяца.

Внедрение MySE 22MW и MySE 11-233 даст дополнительный импульс развитию ВИЭ в Китае, который является мировым лидером по темпам развития низкоуглеродной энергетики. По данным IRENA, в 2022 году на долю КНР пришлось 46 % глобального прироста ветровых и солнечных мощностей. Общая доля энергии ветра и солнца в структуре выработки, в 2012 году составлявшая 2,1 %, по итогам прошлого года достигла 13,5 %.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов



ЭНЕРГЕТИКА ДОЛЖНА БЫТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ

**Интервью первого заместителя
генерального директора – главного инженера
ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмакова**

5 декабря 2022 года на должность первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» назначен Юрий Анатольевич Шмаков. За его плечами более 20 лет управленческой работы в Гродненской энергосистеме и успешная реализация целого ряда значимых для отрасли проектов. Прошедший с момента назначения год работы – важная точка отсчета для выхода на более высокий уровень профессионального роста. Какие приоритеты определил для себя Юрий Анатольевич на новой

должности, как видит развитие ключевых направлений технического обновления Белорусской энергосистемы, какими принципами руководствуется в своей деятельности? Об этом и многом другом Ю.А. Шмаков рассказал корреспонденту журнала «Энергетическая стратегия».

– Юрий Анатольевич, в свое время, выбирая судьбу, вы решили стать энергетиком. Эту профессию считают одной из самых сложных – она предъявляет особые, можно даже сказать, жесткие требования к человеку. Не жалеете о сделанном выборе?

– Нашу жизнь во многом определяет случай. Так произошло и со мной. Закончил школу с серебряной медалью. Учился по всем предметам ровно, но любимыми были история и география. Тогда мне казалось, что нет ничего лучше, чем заниматься этими направлениями. Может быть, я и стал бы учителем, но судьба распорядилась иначе.

В середине 1980-х годов инженерно-технических кадров для энергетики в Советском Союзе не хватало, а специальность «Тепловые электрические станции» была очень дефицитной. Я решил: почему бы и нет? Мне, как медалисту, надо было пройти только комплексное собеседование по всем предметам. Я прошел его очень легко, потому что у нас в школе № 10 города Слонима были просто великолепные учителя.

После двух курсов института меня призвали в армию. По воле случая моя служба тоже имела отношение к энергетике – я был командиром отделения источников электропитания. Мы эксплуатировали технологически сложные аккумуляторные батареи для военных самолетов. Кроме того, у нас была своя электростанция, котельная. Таким образом, уже тогда я полноценно познакомился со всем энергетическим циклом.

Когда вернулся в институт, профессия увлекла меня еще больше. На кафедре тепловых электрических станций преподавали специалисты высочайшего уровня, досконально знавшие свою профессию и свой предмет.

Преддипломную практику я проходил на Гродненской ТЭЦ-2, и мой дипломный проект был посвящен реконструкции станции. Не поверите, но через пять лет я участвовал в реальной реконструкции этой ТЭЦ, и все технические решения проекта абсолютно совпали с теми, что я предлагал в дипломной работе. Этим я горжусь.

– На руководящих должностях вы работаете уже более 20 лет. За эти годы вам довелось руководить реализацией многих проектов по модернизации и строительству энергетических объектов. Какие из них оставили наиболее заметный след в вашем профессиональном становлении?

– Мой приход на Гродненскую ТЭЦ-2 совпал с периодом старения отраслевых объектов. Станция нуждалась в обновлении. Мой первый проект – реконструкцию энергетического котла БКЗ 320 – помню от начала до конца. От разработки идеологии и техзадания до первой растопки и испытаний проект воплощался с моим абсолютным участием. Тогда у опытных монтажников я учился, как на действующей электростанции, в самом ее сердце, можно демонтировать старое оборудование и смонтировать новое. Потом этот опыт мне пригодился при реконструкции ПС 110/6 кВ «Межколхозная» на Красносельском цементном заводе, которая должна была оставаться в работе от первого и до последнего дня реконструкции.

За годы работы я принимал участие в реализации многих разноплановых проектов. Среди наиболее масштабных – повышение эффективности работы Гродненской ТЭЦ-2, тепловая нагрузка которой тогда существенно снизилась.



Мы переключили нагрузки всех котельных города на ТЭЦ. Я делал обоснование и расчеты, которые затем были одобрены в моем родном вузе. Эффективность полученного результата превзошла все ожидания – технико-экономические показатели Гродненской ТЭЦ-2 значительно улучшились и появились перспективы ее дальнейшего развития.

Я горжусь тем, что принимал участие в строительстве таких знаковых для республики объектов, как газотурбинная установка на Гродненской ТЭЦ-2, Гродненская ГЭС, пусконаладка которой была организована под моим руководством, а также первая промышленная ветроустановка. Это важнейшие для страны имиджевые объекты.

Проект строительства первой в Беларуси промышленной ВЭУ в Новогрудке был интересен тем, что профессионально такую работу от начала до конца у нас не проводил никто. Проект требовал особых решений, потому что в республике действовали нормативные требования только общестроительного характера. Приходилось читать в интернете статьи на английском, изучать особенности реализации подобных проектов, искать информацию о надежности оборудования. Мы постарались максимально все учесть, и проект был реализован успешно. После этого строить Новогрудский ветропарк было уже проще.

Отмечу, что Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды обращалось к нам как к экспертам, для того чтобы создать нормативную базу для ветроэнергетики. С нашей помощью было разработано несколько основополагающих документов в этой области.

Вообще, неинтересных проектов не бывает! Даже самый маленький из них приносит какой-то позитивный результат: повышается эффективность оборудования, улучшается экологическая обстановка, обеспечивается безопасность персонала или людей, которые живут рядом с энергообъектом, а значит, не зря потрачены ресурсы – инженерные, прикладные и финансовые.

– Цифровизация энергетики – общемировой тренд, который реализуется в том числе и в электроэнергетике Беларуси. Готова ли Белорусская энергосистема к цифровой трансформации?

– Сказать, что цифровизация – это тренд только сегодняшнего дня, было бы неправильно. Этим направлением в энергетике занимались всегда, только прежде это называлось по-другому – автоматизация. Вместе с программами отдела, который я возглавлял, мне довелось разрабатывать программу информатизации Гродненской ТЭЦ-2, которая охватывала не только технологические процессы,

но и производственно-хозяйственные. Следующим этапом стала разработка совместно со специалистами БЭРН целого ряда программ, позволивших уйти от ручного труда при расчете технико-экономических показателей.

Многие помнят, что до внедрения автоматизированных систем в кабинетах директора, главного инженера стоял только частотомер, позволявший лишь в какой-то степени судить о функционировании электростанции. Чтобы узнать детали, главный инженер делал обходы, осматривал оборудование, беседовал с персоналом, считывал показания приборов учета. Сегодня на ТЭЦ автоматизированы очень многие технологические процессы. И, наверное, нет такой электростанции высокого давления, где бы руководитель не мог видеть тренды текущей работы оборудования у себя на компьютере.

Так что Белорусская энергосистема давно была готова к тому взрывному развитию в области цифровизации, которое мы видим последние пять лет. Сегодня это развитие осуществляется в рамках Стратегии информатизации и цифровой трансформации государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» на период 2021–2025 годов. В этом документе изложены подходы к цифровизации по всем направлениям – это и ТЭС, и подстанции, и электрические, и тепловые сети, то есть процесс цифровой трансформации охватывает всю большую энергетику. А перспектива – она безгранична.

– Что уже сделано в области цифровизации Белорусской энергосистемы? Какие цифровые технологии наиболее важны для отрасли?

– Стратегия информатизации и цифровой трансформации – не догма. Это живой документ, который постоянно изменяется в соответствии с требованиями сегодняшнего дня. Недавно мы провели технический совет по внедрению в диспетчерское управление программно-технических комплексов, которые позволят на более высоком уровне управлять всей энергосистемой – от диспетчерской службы объединения до РЭСов и электростанций. Это очень серьезный уровень и большая работа на несколько лет. Сейчас мы формируем команду, которая могла бы решать эти задачи.

Не буду говорить, что мы сегодня лидируем в цифровизации по какому-то направлению, но могу гарантировать, что в этом вопросе мы находимся на очень хорошем уровне. Так, в Белорусской энергосистеме уже наработан значительный опыт по внедрению технологии «Цифровая подстанция», вызвавший большой интерес у коллег из России. Например, в ходе Российского энергетического форума



В центральной диспетчерской РУП «Гродноэнерго», 2021 год



На открытии обновленного музея Гродненской энергосистемы, 2022 год

в Башкортостане нашей делегации пришлось подробно рассказывать об этом опыте и отвечать на множество вопросов как в рамках мероприятия, так и на неофициальной встрече с энергетиками этого региона.

Сегодня мы движемся и по пути создания умных электросетей (Smart Grid). В Белорусской энергосистеме ведется автоматизация распределительных сетей 0,4–10 кВ. На электросетевых объектах внедряются технические средства, позволяющие управлять технологическими процессами без непосредственного участия человека, что сокращает время поиска и устранения повреждений в электросетях.

А если говорить о лидерстве, то на постсоветском пространстве мы первые по автоматизации тепловых сетей, причем практически всеми областными энергоснабжающими организациями эта работа ведется очень результативно. Сегодня перед нами стоит еще более амбициозная задача: в следующей пятилетке реализовать целевую программу по автоматизации передачи тепловой энергии.

Сделан большой шаг в цифровизации такого направления, как производственно-хозяйственная деятельность. Она не может быть отделена от технологического процесса и не должна выполняться на бумаге. Все хозяйственные вопросы – бухгалтерские, планово-экономические, производственно-технические и даже строительные – должны решаться с использованием электронных ресурсов по заданному алгоритму.

Проектирование в отрасли сегодня также оцифровывается. В ГПО «Белэнерго» каждый может оперировать такими понятиями, как 3D-проектирование, BIM-технологии, цифровой двойник. В настоящее время мы выстраиваем модель, когда на цифровой «фундамент», заложенный проектировщиком, в ходе эксплуатации объекта будет наращиваться «здание», включающее информацию о производственно-хозяйственной и технологической деятельности, связанной с организацией ремонтов, контролем за диагно-



В диспетчерской Гродненских электрических сетей, 2022 год

стикой оборудования, архивированием многочисленных результатов. Использование такой цифровой модели даст возможность последующему поколению работников воспользоваться всей базой данных со всеми нюансами. Это очень интересный и важный проект.

Цифровизация ради цифровизации – ради хорошей мнемосхемы на экране компьютера – никому не нужна. Она должна быть направлена в первую очередь на повышение эффективности работы объекта, на облегчение труда там, где он действительно тяжелый, на повышение безопасности электро- и теплогенерации и ее экологичности.

– В современных условиях важным направлением развития отечественной электроэнергетики является ускоренное импортозамещение. Какие проекты в этой области осуществляют организации объединения, в том числе совместно с российскими энергокомпаниями?

– Государство должно быть самодостаточным. Поэтому импортозамещение сегодня является одним из приоритетных направлений деятельности, в том числе в энергетике. Это не значит, что мы у себя в стране должны производить все. Есть еще и принцип кооперации и, решая вопросы импортозамещения в электроэнергетике, мы кооперируемся с Российской Федерацией, Китайской Народной Республикой, со всеми, кто готов с нами контактировать в этой области. Важно, чтобы уровень кооперации был таким, чтобы созданные нами конструкторская документация, разработки и изобретения оставались нашей интеллектуальной собственностью. К примеру, ОАО «Белэлектромонтажналадка» долгое время специализировалось на производстве технологических цифровых защит для оборудования. Сегодня предприятие пошло дальше – в кооперации с российской организацией оно освоило выпуск защит на напряжение 330 кВ. Теперь эти устройства производятся у нас в республике. Вот так мы и должны двигаться в области импортозамещающей кооперации.

В рамках сотрудничества с регионами России в целях импортозамещения российские заводы изготавливают для нас оборудование в соответствии с предоставленной им нашей



На трансформаторном заводе, г. Уфа, Башкортостан, 2023 год



инженерной идеологией. В свою очередь мы тоже изготавливаем для них какое-то энергетическое оборудование. В частности, сегодня прорабатывается вопрос о налаживании у нас производства корпусной части баков для российских силовых трансформаторов. У БЭРН накоплены компетенции в этой области.

Сотрудничество в области импортозамещения – это взаимовыгодный процесс. Конечно, все направления, особенно высокотехнологичные, освоить сложно. Мы в кооперации должны работать в своей нише и все время добавлять что-то новое в ее развитие.

Вот недавно по нашей инициативе в правительство внесено предложение об изучении возможности производства полимерных опор ЛЭП, потому что использование полимеров сегодня – одно из прорывных технологических направлений. Если научное сообщество республики, специалисты, работающие в этом направлении, придут к выводу об эффективности такого проекта, то он будет реализован и, я думаю, принесет республике хорошие дивиденды.

– Среди вопросов, которые вы курируете, – контроль и координация выполнения Директивы Президента Республики Беларусь от 11 марта 2004 года № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины». Каковы главные достижения отрасли в этом направлении?

– Директива № 1 – основополагающий документ, в котором сконцентрированы ключевые требования в области укрепления общественной безопасности и дисциплины. Сегодня мы целенаправленно и мощно, по нарастающей, продвигаемся в реализации этих требований. Только в текущем году планируется осуществление 179 мероприятий по всем направлениям, предусмотренным документом. Все эти мероприятия разрабатывались с учетом складывающейся обстановки на местах и задач, стоящих перед электроэнергетикой в текущем периоде и в перспективе.

Должен отметить, что в отрасли всегда на высоком уровне были дисциплина и работа по охране труда, обеспечению промышленной и пожарной безопасности. Но нельзя сказать, что мы достигли идеала. К сожалению, еще есть и нарушения дисциплины, и несчастные случаи. В то же время на наших опасных и потенциально опасных объектах инцидентов не происходит, хотя и существуют риски, связанные со старением оборудования. В эту проблему надо вникать – и это задача главного инженера.

Мой принцип: главный инженер не должен отрываться ни от решения технических вопросов, ни от персонала. Он должен знать, чем дышит коллектив, и общаться с ним не по селектору, а очно. Главный принцип в этой работе – не оставлять кабинетным работником.

Что касается дальнейшей работы по реализации требований Директивы, то необходимо обеспечить эффективность выполнения принятых решений на низовых звеньях, постоянно работать над повышением общей культуры безопасности с персоналом, а также по отдельным программам – с молодыми специалистами и рабочими. Одним из значимых шагов в этом направлении может стать возрождение инсти-



В ходе заседания Совета ГПО «Белэнерго» по вопросам реализации требований Директивы № 1, 2023 год

тута наставничества. Хочу подчеркнуть, что все проводимые в рамках реализации Директивы № 1 мероприятия должны носить практико-ориентированный характер.

– Обновление основных производственных фондов Белорусской энергосистемы – важный фактор ее устойчивой и надежной работы. Какие задачи стоят сегодня перед объединением в области модернизации?

– Когда я вступил в эту должность, то, безусловно, думал о том, что нужно сделать, чтобы моя работа была в полном объеме востребована и результативна, и сразу расставил приоритеты. Одним из таких приоритетов должна стать подготовка комплексных программ развития как определенных направлений в электроэнергетике, так и энергосистемы в целом.

В настоящее время мы уже работаем над проектом комплексной программы модернизации Белорусской энергосистемы на 2026–2030 годы. Есть положенный на бумагу, утвержденный и согласованный Минэнерго план подготовки этого проекта, и создана рабочая группа, в которую вошли не только работники аппарата ГПО «Белэнерго», но и представители проектных институтов и ведущих организаций отрасли.

На сегодняшний день мы уже провели работу по подготовке индивидуальных программ развития всех электростанций высокого давления, а также региональных сетей и подстанций. Наши предложения с оценкой технического состояния и износа энергообъектов, с выделением узких мест должны стать базой для выстраивания прагматичной программы развития энергосистемы. Какой эта программа будет, сказать трудно, потому что мы в начале пути. Но самая важная задача – повысить эффективность. Потому что энергетика должна быть эффективной. Причем подразумевается эффективность всех составляющих – начиная от экономической и заканчивая работой персонала и деятельностью нашего сельского хозяйства. В конечном итоге программа будет основываться на четырех основных принципах: энергия должна быть, она должна быть надлежащего качества, она должна быть доступна всем группам потребителей и она должна быть безопасной.

Подготовила Ольга Гончар

П.А. САЗОНОВ,
м.т.н., ведущий инженер АСУ ТП
ООО «ИнноТех Солюшнс»



А.М. КОРОТКЕВИЧ,
к.т.н., специалист сервисно-
технического центра
ООО «ПО «Энергокомплект»



ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕХЖИЛЬНОГО КАБЕЛЯ В СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

С ростом числа и протяженности кабельных линий возрастают расходы на их сооружение, испытание и обслуживание. Это приводит к необходимости выработки новых концепций построения кабельных линий и сетей с применением инноваций, позволяющих удешевить прокладку кабелей и увеличить надежность линий. Так, использование кабелей с полимерной изоляцией уже является общепринятым, в настоящее время наблюдается новая тенденция к переходу на трехжильные кабели больших сечений с алюминиевыми жилами. В статье рассматриваются особенности применения таких кабелей и их преимущества в сравнении с одножильными.

В условиях роста темпов застройки городов доля применения кабеля при сооружении линий электропередачи среднего напряжения (0,4/6/10 кВ) постоянно увеличивается. Если в 1980-е годы в г. Минске протяженность кабельных линий (КЛ) составляла порядка 3500 км, то в 2023-м – уже 8122 км [1].

Начиная с 2019 года в мире наблюдается тенденция к отказу при новом строительстве КЛ от применения одножильного кабеля на напряжение 6–110 кВ и переход к трехжильному исполнению на большие сечения (300–800 мм²). Такой подход продиктован как экономическими соображениями, так и тем, что он позволяет сократить продолжительность строительства. При этом необходимо отметить, что увеличение сечения токопроводящей жилы приводит к снижению плотности тока при нагреве и, следовательно, к снижению эффективности использования металла токопроводящих жил (как правило, меди).

С 2022 года в проектах, реализуемых за рубежом, стал отчетливо прослеживаться новый тренд – переход к более дешевым трехжильным кабелям с алюминиевыми жилами, в том числе на основе современных сплавов алюминия 8-й серии. Эта тенденция

Таблица 1. Сравнение размеров кабеля марки ПвП-240(25) в одножильном и трехжильном исполнении

Исполнение	Сечение жилы, мм ²	Наружный диаметр кабеля, мм	Масса 1 км кабеля, кг
Одножильное	1×240	37,4	2955
Трехжильное	3×240	74,5	10 574

характерна и для большинства крупных производителей кабельно-проводниковой продукции Союзного государства Беларуси и России.

Конструкция и особенности применения одножильных и трехжильных кабелей

Проведем сравнение конструкции кабеля в одножильном и трехжильном исполнении на примере кабеля из сшитого полиэтилена (СПЭ) в полиэтиленовой оболочке на напряжение 10 кВ (рис. 1).

На рисунке видно, что конструкции кабелей в одножильном и трехжильном исполнении практически идентичны с поправкой на количество токопроводящих жил. Если сравнивать два изделия одной марки и сечения только по количеству жил, то с технической точки зрения определить лучший ва-

риант будет затруднительно. В то же время каждый из типов кабеля имеет свои особенности применения.

Трехжильный кабель тяжелее одножильного и сложнее в прокладке, однако его использование позволяет снизить сроки сооружения и испытаний КЛ, так как прокладывается/испытывается один кабель, а не три (таблица 1).

Трехжильное исполнение предпочтительнее и с точки зрения экономии пространства, занимаемого трассой КЛ (≈45 %), что особенно важно в горнодобывающей отрасли. Согласно [2] в одной траншее может быть проложено не более шести кабелей, то есть при одножильном исполнении – не более двух КЛ.

При большем наружном диаметре трехжильного СПЭ-кабеля минимальный радиус его изгиба при прокладке равен 12 наружным диаметрам [2] (у одножильного – 15). Даже



Экономический эффект применения трехжильных кабелей

Рассмотрим экономическую составляющую применения кабеля отечественного производства в трехжильном исполнении в сравнении с одножильным на основе данных о ценах по состоянию на июль 2023 года.

В качестве примера возьмем сооружение КЛ протяженностью 2 и 5 км с силовыми кабелями:

- типа АПвПу2г с алюминиевой жилой сечением 240, 400, 500, 630 мм², изоляцией из СПЭ пероксидной сшивки и экраном из медной проволоки;
- типа ПвПу2г с медной жилой сечением 300 мм².

Для сравнения возьмем два варианта намотки – на барабаны № 20 и № 25 (высотой 2,0 и 2,5 м соответственно).

В расчетах примем следующие допущения:

- затраты на прокладку одножильного кабеля превышают стоимость прокладки трехжильного в 1,8–3,0 раза [3] (примем минимальное значение – в 1,8 раза);
- стоимость прокладки в земляной траншее трехжильного кабеля на напряжение 6–35 кВ примерно равна стоимости самого кабеля [4, 5] (учтем это применительно к кабелям с алюминиевой жилой).

При определении строительных длин кабелей следует ориентироваться на формулу максимального усилия тяжения кабеля F , Н, при прокладке:

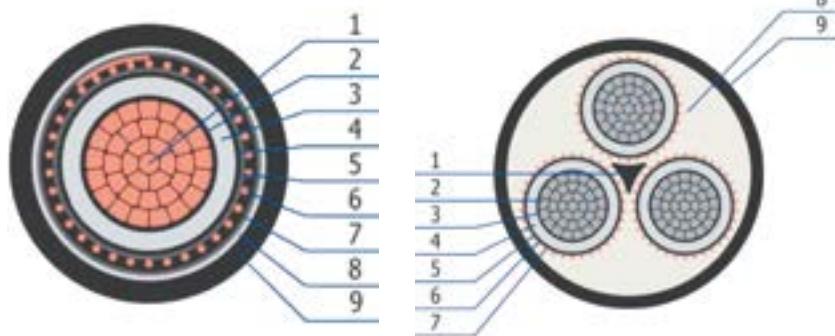
$$F = \sigma \cdot S, \quad (1)$$

где σ – предельно допустимое при растяжении механическое напряжение в жиле, для кабелей с медной жилой равно 50 Н/мм², с алюминиевой жилой – 30 Н/мм²; S – площадь поперечного сечения жилы, мм² (для трехжильного кабеля принимается как сумма сечений жил).

Строительную длину L , м, определим по выражению

$$L = F / (g \cdot m \cdot \mu), \quad (2)$$

где $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; m – удельная масса 1 м кабеля, кг/м; $\mu = 0,3$ о.е. – коэффициент трения при прокладке, аналогичный принятому для протяжки по роликам.



Одножильный кабель:

1 – круглая многопроволочная уплотненная токопроводящая жила; 2 – полупроводящий экран по жиле; 3 – изоляция из СПЭ; 4 – полупроводящий экран по изоляции; 5, 7 – разделительный слой; 6 – экран; 8 – разделительный слой из алюмополимерной ленты; 9 – полиэтиленовая или ПВХ-оболочка

Трехжильный кабель:

1 – центральное заполнение; 2 – круглая многопроволочная уплотненная токопроводящая жила; 3 – полупроводящий экран по жиле; 4 – изоляция из СПЭ; 5 – полупроводящий экран по изоляции; 6 – разделительный слой; 7 – экран; 8 – межфазное заполнение; 9 – полиэтиленовая или ПВХ-оболочка

Рис. 1. Конструкция СПЭ-кабеля в полиэтиленовой оболочке на напряжение 10 кВ в одножильном и трехжильном исполнении

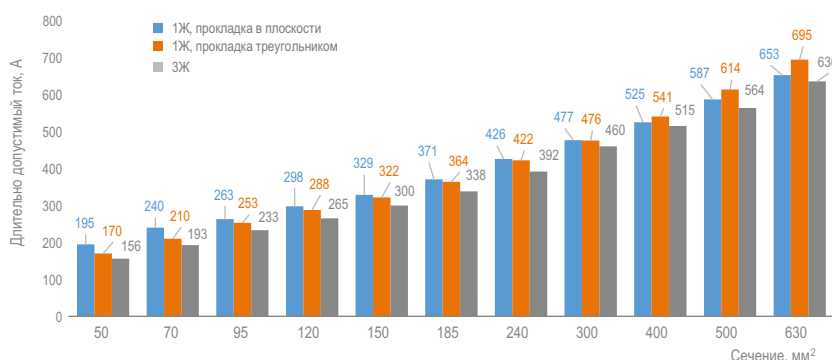


Рис. 2. Длительно допустимый ток для одножильного (1Ж) и трехжильного (3Ж) кабеля на напряжение 10 кВ

с учетом разницы в ширине траншеи радиус поворота у трехжильных кабелей несколько выше, что необходимо учитывать при проектировании.

У одножильных кабелей значение длительно допустимого тока будет выше (рис. 2), а емкостных токов – ниже. Возможно, что сечение жилы на одну и ту же передаваемую мощность у одножильного кабеля окажется на одну ступень ниже, чем у трехжильного, что можно рассчитать при проектировании.

При прокладке КЛ одножильными кабелями практически невозможно возникновение межфазного короткого замыкания, в отличие от трехжильных. Однако с учетом свойств современной полимерной изоляции основной причиной повреждений кабеля являются не короткие замыкания, а внешние механические воздействия.

Завести трехжильный кабель в ячейку сложнее, но эта проблема решается, если перед входом на подстанцию установить переходную муфту и выполнить подключение к ячейке одножильными кабелями.

Из-за меньшей строительной длины трехжильного кабеля в случае прокладки КЛ протяженностью, к примеру, 5 км, возрастет количество мест соединения кабеля и, как следствие, необходимых соединительных муфт. Это требует повышенного внимания к качеству изготовления и монтажа муфт.

Наконец, стоимость прокладки одного кабеля очевидно ниже, чем трех. При этом в случаях, когда КЛ сооружается хозспособом персоналом филиала электрических сетей РУП-облэнерго, экономия будет заключаться в первую очередь в человеко-часах.

Таблица 2. Результаты расчетов строительных длин кабеля

Тип кабеля	Одножильный					Трехжильный				
Сечение, мм ²	240	300	400	500	630	240	300	400	500	630
Материал жилы	Al	Cu	Al	Al	Al	Al	Cu	Al	Al	Al
Наружный диаметр, мм	37,4	40,0	42,3	44,8	49,4	74,5	79,0	82,9	89,66	98,79
σ , Н/мм ²	30	50	30	30	30	30	50	30	30	30
F, Н	7200	15 000	12 000	15 000	18 900	21 600	45 000	36 000	45 000	56 700
m, кг/м	1,499	3,525	2,136	2,464	2,95	6,176	13,059	8,898	10,349	12,470
μ , о.е.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Предельная строительная длина, м	1632	1446	1909	2069	2177	1188	1171	1375	1477	1545
Предельная длина на барабане с учетом массы (Al – 6 т, Cu – 7 т), м	4003	1986	2809	2435	2034	972	536	674	580	481
Длина на барабане Т20/Т25, м	1099/2537	903/2206	861/2066	731/1827	573/1490	270/582	200/547	170/512	140/396	110/367
Строительная длина на барабане Т20/Т25, м	1099/1632	903/1446	861/1909	731/1827	573/1490	270/582	200/536	170/512	140/396	110/367

Таблица 3. Количество и стоимость кабельных муфт

Тип кабеля	Одножильный					Трехжильный				
Сечение жилы, мм ²	240	300	400	500	630	240	300	400	500	630
Соединительные муфты										
Кол-во муфт при L = 2 км, Т20/Т25, шт.	3/3	6/3	6/3	6/3	9/3	7/3	9/3	11/3	14/5	18/5
Кол-во муфт при L = 5 км, Т20/Т25, шт.	12/9	15/9	15/6	18/6	24/9	18/8	24/9	29/9	35/12	45/13
Стоимость 1 муфты, руб.	229	304	304	317	354	304	304	1069	1130	1208
Стоимость муфт при L = 2 км, Т20/Т25, тыс. руб.	0,7/0,7	1,8/0,9	1,8/0,9	1,9/1,0	3,2/1,1	2,1/0,9	2,7/0,9	11,8/3,2	15,8/5,6	21,8/6,0
Стоимость муфт при L = 5 км, Т20/Т25, тыс. руб.	2,8/2,1	4,6/2,7	4,6/1,8	5,7/1,9	8,5/3,2	5,5/2,4	7,3/2,7	31,0/9,6	39,5/13,6	54,4/15,7
Концевые муфты										
Кол-во муфт, шт.	6					2				
Стоимость 1 муфты, руб.	312	637	722	771	814	514	637	991	1026	1450
Стоимость муфт, тыс. руб.	1,9	3,8	4,3	4,6	4,9	1,0	1,3	2,0	2,1	2,9

Расчетная строительная длина сравнивается с максимально возможной длиной кабеля на определенном типе барабана, в том числе с учетом ограничения чистой массы кабеля (7 т при медной жиле, 6 т – при алюминиевой), результирующим принимается меньшее из значений. Результаты расчетов строительных длин кабеля приведены в таблице 2.

С учетом строительной длины кабеля (если она меньше длины КЛ) определим количество соединительных муфт $N_{м,с}$ по выражению

$$N_{м,с} = \left(\left\lceil \frac{L_{кл}}{L_c} \right\rceil - 1 \right) \cdot N_{ж}, \quad (3)$$

где $L_{кл}$, L_c – длина КЛ и строительная длина конкретного типа кабеля соответственно, м ($\lceil \rceil$ – математическое округление вверх); $N_{ж}$ – число кабелей в линии, для одножильного исполнения равное 3, для трехжильного – 1.

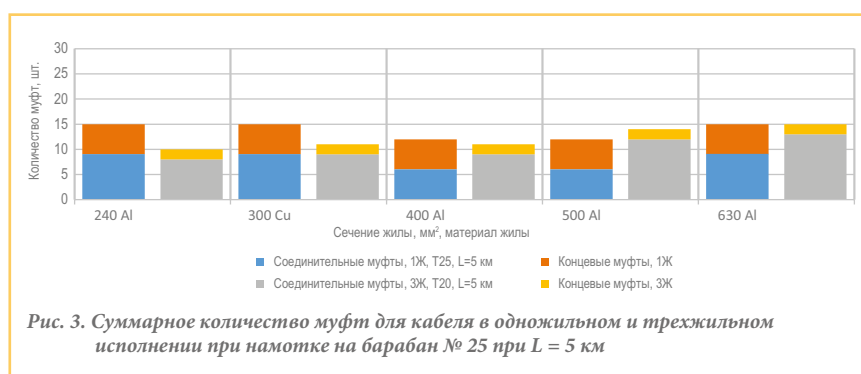


Рис. 3. Суммарное количество муфт для кабеля в одножильном и трехжильном исполнении при намотке на барабан № 25 при L = 5 км

Количество концевых муфт для одножильного кабеля примем 6 шт. (по 3 шт. с каждой стороны для каждой фазы), для трехжильного – 2 шт. (по одной с каждой стороны). Количество муфт и их общая стоимость для КЛ длиной 2 и 5 м приведены в таблице 3.

При сооружении КЛ длиной 5 км в случае трехжильного исполнения количество соединительных муфт возрастает с ростом сечения жилы, однако суммарное количество соединительных

и концевых муфт для трехжильного кабеля при намотке на барабан № 25 по сравнению с одножильным различается незначительно (рис. 3).

Существенно увеличится количество муфт только при намотке кабеля на барабан № 20 и менее, что показано на рисунке 4. Однако обычным подходом является намотка на барабан № 25. Если строительство линии и монтаж муфт выполняются квалифицированной бригадой со-

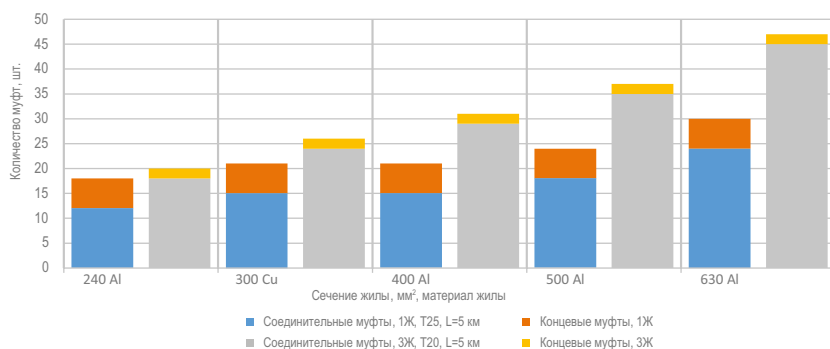


Рис. 4. Суммарное количество муфт для кабеля в одножильном и трехжильном исполнении при намотке на барабан № 20 при $L = 5$ км

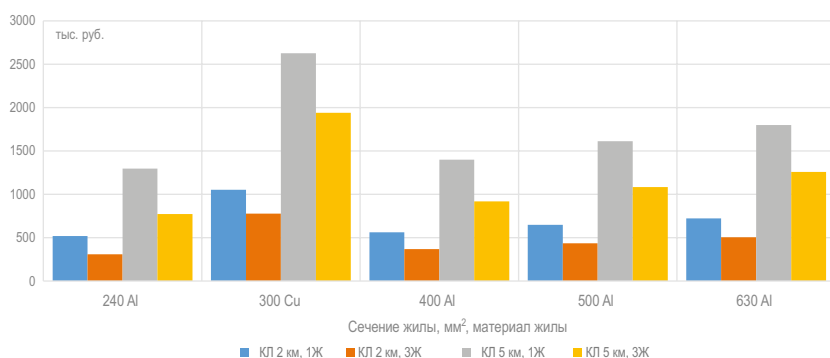


Рис. 5. Стоимость сооружения КЛ при намотке кабеля на барабан № 25

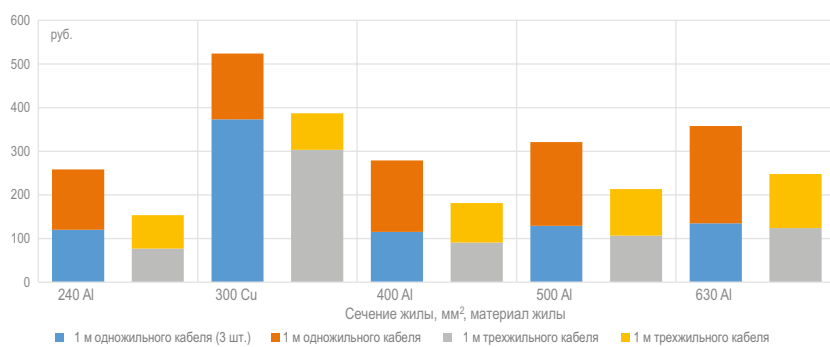


Рис. 6. Сумма удельной стоимости сооружения 1 м КЛ и стоимости кабеля (для одножильного исполнения – суммарная стоимость трех кабелей)

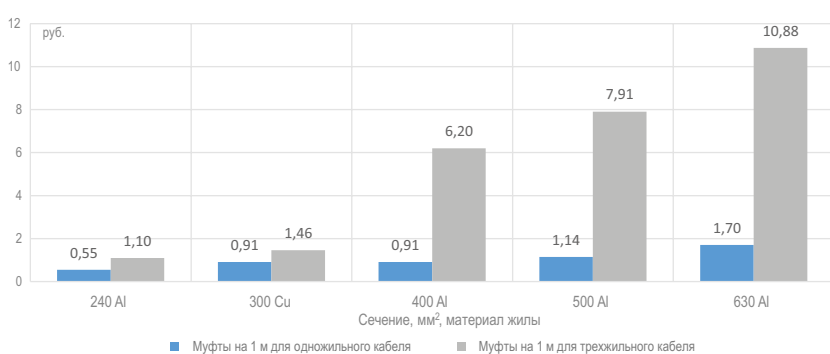


Рис. 7. Приведенная на 1 м стоимость кабельных муфт для КЛ протяженностью 5 км с одножильным и трехжильным кабелем

гласно нормативам и с использованием качественных комплектующих, то увеличение числа муфт едва ли коррелирует с надежностью, что подтверждает эксплуатация. Тем не менее при прокладке КЛ трехжильным кабелем в любом случае необходимо уделять особое внимание контролю за монтажом соединительных и концевых муфт.

Удельная стоимость самого кабеля (1, 2, 5 км), стоимость его прокладки и общая стоимость сооружения КЛ приведены в таблице 4.

Наглядно эффективность применения трехжильного кабеля при намотке на барабан № 25 представлена на рисунке 5. При этом, как показывают графики, даже если при строительстве КЛ сечение используемого трехжильного кабеля больше на одну ступень, экономический эффект сохраняется.

Таким образом, расчеты показывают, что применение трехжильных кабелей дает существенный экономический эффект, который достигается за счет двух составляющих – стоимости кабеля и стоимости строительства. Уменьшение строительной длины в сравнении с одножильным кабелем и увеличение количества соединительных муфт существенного влияния на стоимость КЛ не оказывают.

На рисунке 6 показана сумма удельной стоимости сооружения 1 м КЛ и стоимости самого кабеля (для одножильного исполнения – суммарная стоимость трех кабелей), что наглядно демонстрирует экономический эффект.

Приведенная на 1 м стоимость кабельных муфт для КЛ протяженностью 5 км с поставкой кабеля на барабане № 20 представлена на рисунке 7. График показывает низкое влияние данного фактора на общее значение эффективности.

Выводы

1. Результаты расчетов однозначно указывают на большую экономическую эффективность применения трехжильных кабелей по сравнению с одножильными. Эффективность трехжильного кабеля с медной токопроводящей жилой несколько ниже, чем с алюминиевой жилой,

Таблица 4. Удельная стоимость кабеля, его прокладки и общая стоимость сооружения КЛ, тыс. руб.

Тип кабеля	Одножильный					Трёхжильный				
Сечение жилы, мм ²	240	300	400	500	630	240	300	400	500	630
Материал жилы	Al	Cu	Al	Al	Al	Al	Cu	Al	Al	Al
L = 1 км										
Стоимость кабеля	40,02	124,43	38,49	42,98	44,95	76,82	303,34	90,68	106,78	124,00
Стоимость прокладки	138,3	150,8	163,2	192,2	223,2	76,8	83,8	90,7	106,8	124,0
L = 2 км										
Стоимость кабеля	240,1	746,6	230,9	257,9	269,7	153,6	606,7	181,4	213,6	248,0
Стоимость прокладки	276,6	301,5	326,4	384,4	446,4	153,6	167,5	181,4	213,6	248,0
Общая стоимость сооружения КЛ, T20/T25	519,2/ 519,2	1053,7/ 1052,8	563,5/ 562,6	648,8/ 647,9	724,2/ 722,0	310,4/ 309,2	778,0/ 776,4	376,0/ 367,9	445,0/ 434,8	521,0/ 504,9
L = 5 км										
Стоимость кабеля	600,3	1866,5	577,4	644,7	674,3	384,1	1516,7	453,4	533,9	620,0
Стоимость прокладки	691,4	753,8	816,1	961,0	1116,0	384,1	418,8	453,4	533,9	620,0
Общая стоимость сооружения КЛ, T20/T25	1296,3/ 1295,6	2628,6/ 2626,8	1402,4/ 1399,6	1616,1/ 1612,3	1803,6/ 1798,3	774,7/ 771,7	1944,0/ 1939,5	939,8/ 918,4	1109,4/ 1083,4	1297,3/ 1258,6

тем не менее и в этом случае эффект очевиден.

2. При прокладке кабеля особое внимание следует уделять контролю качества монтажа муфт как возможного наиболее уязвимого места КЛ.

3. Необходимо глобально пересмотреть подходы к повышению экономической эффективности сооружения КЛ. При этом, по мнению авторов, следует максимально учесть зарубежный опыт для использования лучших практик в Белорусской энергосистеме и при разработке нормативной документации в области эксплуатации кабельных линий.

Список литературы

1. Минские кабельные сети. История предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minks.by/?pg=minks_history. – Дата доступа: 07.08.2023.
2. Силовые кабельные линии напряжением 6–110 кВ. Нормы проектирования по прокладке кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена пероксидной сшивки: ТКП 611-2017 (33240). – Введ. 02.10.17. – Минск: М-во энергетики Респ. Беларусь, 2017. – 155 с.
3. Короткевич, М.А. Капитальные затраты на сооружение кабельных линий электропередачи [Электронный ресурс] / М.А. Короткевич, С.И. Подгайский // Энергетика Беларуси-2020: сб. науч. работ Респ. науч.-практ. конф. проф.-препод. состава, науч. работников, докторантов и аспирантов ЭФ БНТУ, Минск, 20 нояб. 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: Е.Г. Пономаренко, Н.В. Шведко. – Минск, 2021. – С. 103–105. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/98913>. – Дата доступа: 07.08.2023.
4. Окорочков, В.Р. Управление электрическими системами: (Техн.-экон. принципы и методы) / В.Р. Окорочков; М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. – Л.: ЛГУ, 1976. – 224 с.
5. Козлов, В.А. Электроснабжение городов / В.А. Козлов. – 2-е изд., перераб. – Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1977. – 280 с.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
СТРАТЕГИЯ**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПОДПИСКА – 2024

Оформить подписку можно:

**в любом
почтовом
отделении**

подписной индекс
009382

в редакции

по тел./факсу
+375 17 286-08-28

по тел.
+375 29 399-11-04

на сайте

energystategy.by

по эл. почте

2934682@mail.ru



В.А. ХОХА,
начальник службы
автоматизированных систем филиала
«ПСДТУ» РУП «Гродноэнерго»

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ ПС 110 кВ «АУЛЬС»

В 2022 году завершилась масштабная реконструкция ПС 110 кВ «Аульс», расположенной на территории свободной экономической зоны «Гродноинвест». Это первая подстанция филиала «Гродненские электрические сети» РУП «Гродноэнерго», при обновлении которой была реализована концепция цифровой подстанции. Ввод нового объекта в Гродненском регионе существенно повысил надежность электроснабжения промышленных предприятий СЭЗ «Гродноинвест» и в перспективе позволит обеспечить потребность в электроэнергии строящегося индустриального парка в г. Гродно.



Технические особенности ПС «Аульс»

Подстанция построена согласно концепции цифровой подстанции (ЦПС) с использованием большого количества интеллектуальных устройств, связанных информационной сетью. В состав ПС «Аульс» входят:

- два современных трансформатора мощностью 40 МВА каждый;
- высоковольтные выключатели;
- устройства связи «шины процесса», обеспечивающие перевод аналоговой и дискретной информации в цифровой вид;
- устройства РЗА.

Основные узлы подстанции компактно расположены в закрытых помещениях, что обеспечивает персоналу комфортную работу с оборудованием в любую погоду. Высокий уровень автоматизации процессов дает возможность осуществлять контроль и управление работой подстанции в онлайн-режиме, без постоянного присутствия работников. Это позволяет сократить время устранения нарушений электроснабжения и оперативно его восстанавливать.

Особое внимание в ходе реконструкции подстанции уделялось вопросам надежности, безопасности и энергоэффективности.

В соответствии с Распоряжением Президента Республики Беларусь № 195рп от 05.10.2020 заказчиком реконструкции ПС 110 кВ «Аульс» с ВЛ 110 кВ для внешнего электроснабжения СЭЗ «Гродноинвест» (участок № 4) было определено РУП «Гродноэнерго». Еще на этапе проектирования было принято решение о реализации автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанции силами филиала «ПСДТУ» РУП «Гродноэнерго». Инженеры филиала разработали техниче-

ские решения в части АСУ ТП и задания на производство серверных и контроллерных шкафов с последующей сборкой на базе филиала.

Важно отметить, что специалисты филиала активно участвовали в пусконаладке АСУ ТП и РЗА, а также в реализации информационного обмена между ПС «Аульс», технологическим контуром сети автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) РУП «Гродноэнерго» и диспетчерскими пунктами оперативной и центральной диспетчерских служб.

Преимущества реализации АСУ ТП на платформе SofIT SCADA

Впервые в Республике Беларусь для построения АСУ ТП подстанции был применен отечественный программный комплекс (ПК) SofIT SCADA.

Платформа имеет клиент-серверную архитектуру с комплектом решений для обеспечения информационной безопасности. Как показала практика, ПК прекрасно масштабируется под IT-ландшафт предприятия и позволяет построить любую модель резервирования. Так, система безударно переключается на резервный сервер при дуплексной работе в номинальном режиме двух серверов/шлюзов связи.



Важно, что ПК поддерживает все основные протоколы передачи данных и стандарты обмена, применяемые в республике. Так, взаимодействие с устройствами РЗА производства ABB (REC670, REL670, RET670), MP761, контроллерами TOPAZ осуществляется посредством протокола МЭК 61850 MMS, для работы с внешними клиентами используется протокол, соответствующий МЭК 60870-5-104. ПК также поддерживает протоколы МЭК 60870-5-101, ModBus, OPC UA/DA и работает по стандартизированным протоколам на уровне службы сбора, что значительно упрощает эксплуатацию АСУ.

По сравнению с аналогичными системами платформа SofIT SCADA обладает тем преимуществом, что это отечественный продукт, при внедрении и эксплуатации которого обеспечивается круглосуточная поддержка разработчика. Это особенно актуально в сложившихся реалиях.

Кроме того, к достоинствам SofIT SCADA можно отнести ее способность выполнять следующие функции:

- создание пользовательской логики скриптов, логических и расчетных тегов;
- отображение трендов для любых тегов, в том числе групповых;
- работа с оциллограммами (автоматическая выгрузка с устройств и чтение);
- возможность массового заведения/редактирования тегов в SCADA;
- задание звукового сопровождения как отдельных тегов, так и их групп;
- создание и контроль встроенным функционалом автоматических пределов сигналов тревоги (Hi, Lo, HiHi, LoLo);
- оперативное ведение паспортизации и состояния коммутационных аппаратов методом ручного ввода;
- создание и отображение диспетчерских плакатов и пометок;
- поддержка индивидуальной раскладки рабочего пространства для каждого клиентского устройства (APM, HMI, планшет) с автоматическим масштабированием под требуемое разрешение экрана;
- программный контроль переключений, выполняемых по бланкам и распоряжениям;
- автоматизированное формирование отчетов и ведомостей.

Специалистами ПСДТУ совместно с Гродненскими ЭС и разработчиком SofIT SCADA подготовлено техзадание на разработку программного модуля «Автоматизированные бланки оперативных переключений». Его внедрение позволит автоматически выполнять оперативные переключения на ПС 110 кВ «Аульс» (а в будущем и на ряде других ЦПС) по оцифрованным типовым бланкам, а также контролировать правильность и последовательность выполнения операций по бланку, управление блокировками и т.п.

Ранее переключения выполнялись дежурным персоналом ПС или оперативно-выездной бригадой. Благодаря внедрению модуля минимизируется влияние человеческого фактора, обеспечивается максимальный уровень безопасности, сокращаются временные затраты, а ведение схемы электрической сети переходит в автоматический режим. Опробование модуля показало его работоспособность и эффективность. Сейчас продолжается оцифровка новых бланков.

SofIT SCADA соответствует единым подходам и правилам отображения технологической информации, утвержденным Протоколом ГПО «Белэнерго» № 26-ТЭС от 16.10.2023, а также требованиям стандартов ГПО «Белэнерго» СТП 33243.01.216-16 «Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования» и СТП 33240.20.117-18 «Цифровые подстанции. Требования к проектированию» в части информационной безопасности.

Значение проекта в контексте цифровой трансформации

С учетом завершения строительства Белорусской АЭС важным приоритетом развития отрасли является обновление электросетевой инфраструктуры, в том числе модернизация подстанций с использованием цифровых технологий. Реконструкция ПС 110 кВ «Аульс» – один из многих проектов, направленных на цифровую трансформацию энергосистемы.

Модернизация подстанции позволила увеличить ее мощность с 10 до 50 МВт, что положительно сказалось на развитии региона. Производственный потенциал ПС «Аульс» даст возможность обеспечивать надежное электроснабжение как действующих, так и новых резидентов СЭЗ «Гродно-инвест» (перспективная нагрузка предприятий СЭЗ оценивается в 35,5 МВА).

Подстанция также станет ключевым звеном в обеспечении электроэнергией уникального для Беларуси производства по выпуску стеклотары ОАО «Гродненский стеклозавод», что позволит предприятию развиваться и привлекать в регион новые инвестиции.

Современное оборудование и цифровые технологии, применяемые на подстанции, уже работают на снижение потерь электроэнергии и повышение устойчивости Гродненской энергосистемы. Это приносит ощутимый экономический и экологический эффект не только для региона, но и для Белорусской энергосистемы в целом. Реализация подобных проектов способствует росту инвестиций в энергетику и другие секторы экономики, открывает новые возможности для перехода страны на новый уровень инновационного развития, делая цифровое будущее чуть ближе.



П.А. КАБАНОВ,
директор филиала «Учебный центр»
РУП «Витебскэнерго»

ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Энергетические установки являются одним из ключевых элементов инфраструктуры страны, обеспечивая электрической и тепловой энергией население и реальный сектор экономики. Однако, как и любое другое оборудование, они подвержены износу и аварийным отключениям, ведущим к простоям. В связи с этим возникает необходимость внедрения технологии предиктивной диагностики состояния энергооборудования, которая позволит прогнозировать неисправности и своевременно их устранять. Внедрение этой технологии в Белорусской энергосистеме может стать одним из наиболее эффективных способов оптимизации работы энергетического оборудования.

Современные технологии и методы диагностики позволяют вовремя выявлять проблемы в работе энергооборудования, предотвращать аварии и минимизировать простои, которые дорого обходятся экономике [1]. В числе основных методов – визуальная, вибрационная, термографическая, ультразвуковая диагностика, а также химический анализ [2]. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного метода зависит от специфики оборудования, доступности ресурсов, требований к точности и скорости диагностики.

Вместе с тем сегодня, в эпоху промышленного интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT) и интеллектуальных систем управления, все более актуальной и востребованной становится предиктивная диагностика.

Предиктивная диагностика: концепция и основные принципы

Предиктивная диагностика (от англ. predict – предсказывать) – это комплекс методов и технологий, направленных

на прогнозирование и предотвращение отказов и поломок оборудования на основе анализа данных о его текущем состоянии и истории эксплуатации. Основная цель предиктивной диагностики – своевременное выявление признаков деградации оборудования и определение оптимальных сроков проведения технического обслуживания или ремонта. В отличие от диагностики *реактивной* (проводится после возникновения поломки) или *профилактической* (проводится в соответствии с регламентами и графиками), предиктивная диагностика позволяет определить реальную потребность оборудования в техническом обслуживании и ремонте и, соответственно, снизить эксплуатационные издержки и увеличить срок службы энергоустановок.

Среди основных методов предиктивной диагностики можно выделить следующие [3]:

- *мониторинг параметров работы оборудования* – измерение и анализ различных параметров (температура, вибрация, давление, электрические характеристики и т.д.) позволяют определить их отклонения от нормальных

значений и выявить признаки деградации оборудования;

- *анализ трендов и корреляций* – сравнение текущих показателей работы оборудования с историческими данными дает возможность определить тенденции изменения параметров и предсказать возможные отказы и поломки;

- *экспертные системы и базы знаний* – использование специализированных экспертных систем и баз знаний, включающих информацию о типичных признаках деградации оборудования, способствует более точному определению причин отклонений и прогнозированию последствий;

- *интеграция с системами управления* – объединение с системами автоматического управления оборудованием позволяет оптимизировать процессы управления и повысить эффективность эксплуатации оборудования.

Одним из ключевых преимуществ предиктивной диагностики является возможность определения возможности отказов и аварийных ситуаций до их возникновения, что позволяет проводить техобслуживание и ремонтные ра-

ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА

РАБОТА С BIG-DATA

ПРОГНОЗ СОБЫТИЯ

ПОИСК ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ



боты заблаговременно (в оптимальные сроки) [4].

Необходимым условием внедрения предиктивной диагностики является создание автоматизированной системы непрерывного мониторинга рабочих параметров оборудования, сбора и обработки данных с применением современных интеллектуальных методов анализа данных, в частности – машинного обучения и нейронных сетей, позволяющих обрабатывать большие объемы данных за короткий промежуток времени и получать точные прогнозы технического состояния оборудования [5].

Рассмотрим основные методы предиктивной диагностики [3].

Машинное обучение и нейронные сети: определения, понятия, виды

Машинное обучение и нейронные сети являются важными подразделами искусственного интеллекта, в которых разрабатываются алгоритмы и модели, способные обучаться на основе данных, делать прогнозы или принимать решения [6].

Машинное обучение (Machine Learning, ML) – это научное направление, изучающее методы и алгоритмы, позволяющие компьютерам обучаться и адаптироваться к новой информации без явного программирования. Машинное обучение использует статистические методы для анализа и обработки данных, а также для создания предсказательных моделей.

Приведем основные понятия из области машинного обучения:

- **обучающая выборка** – набор данных, используемый для обучения модели машинного обучения (ММО).

Состоит из входных признаков и соответствующих им выходных значений (целевых переменных);

- **тестовая выборка** – набор данных, используемый для оценки качества и эффективности ММО после обучения;

- **признаки** – переменные для описания объектов или ситуаций, на основе которых ММО делает прогнозы или принимает решения;

- **целевая переменная** – переменная, которую ММО пытается предсказать на основе входных признаков;

- **обучение с учителем** – вид машинного обучения, при котором ММО обучается на основе размеченных данных, содержащих входные признаки и соответствующие им выходные значения (целевые переменные);

- **обучение без учителя** – вид машинного обучения, при котором ММО обучается на основе неразмеченных данных, содержащих только входные признаки, без указания целевых переменных.

Нейронные сети (Neural Networks, NN) – это математические модели, имитирующие принципы работы головного мозга. Нейросеть состоит

из слоев искусственных нейронов, которые обрабатывают информацию и передают ее друг другу. Нейросети способны обучаться на основе новых данных и адаптироваться к изменяющимся условиям, что делает их эффективным инструментом для решения сложных задач, таких как распознавание образов, обработка естественного языка, генерирование различного контента и т.д.

Перечислим основные виды нейросетей:

- **полносвязные** (Fully Connected Neural Networks, FCNN) – построены таким образом, что каждый нейрон в слое связан со всеми нейронами предыдущего и последующего слоев. Могут решать разнообразные задачи, такие как классификация, регрессия и прогнозирование временных рядов;

- **сверточные** (Convolutional Neural Networks, CNN) – содержат сверточные слои, которые применяют фильтры к входным данным для выявления локальных особенностей и паттернов. Используются для анализа изображений и распознавания образов;

- **рекуррентные** (Recurrent Neural Networks, RNN) – имеют обратные связи между нейронами и могут учитывать последовательность входных данных. Используются для анализа текстов, обработки естественного языка и прогнозирования временных рядов;

- **глубокие** (Deep Neural Networks, DNN) – включают множество скрытых слоев, что позволяет вырабатывать сложные иерархические представления данных и решать задачи высокого уровня сложности (распознавание и генерация образов, игры);

- **генеративно-сопоставительные** (Generative Adversarial Networks, GAN) – состоят из двух нейросетей (генератора и дискриминатора), которые «соревну-

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



САМООБУЧАЕМОСТЬ

ФИЛЬТРАЦИЯ ШУМА

АДАПТАЦИЯ

ОТКАЗООУСТОЧИВОСТЬ

СКОРОСТЬ РАБОТЫ



ются» друг с другом. Генератор создает новые данные, а дискриминатор пытается определить, являются ли они реальными или сгенерированными. GAN используются для генерации изображений, видео и текстов.

Роль машинного обучения и нейронных сетей в предиктивной диагностике

Машинное обучение и нейронные сети (МО и НС) могут сыграть значительную роль в развитии предиктивной диагностики, так как позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, которые могут указывать на наиболее вероятные нарушения в работе энергетических установок.

В предиктивной диагностике энергооборудования МО и НС могут быть применены, например, для мониторинга и анализа состояния двигателей, турбин, подшипников, трансформаторов. На основе анализа параметров их работы (температура, вибрация, давление двигателей и турбин, акустические и вибрационные характеристики работы подшипников, температура, давление, уровень масла в трансформаторах и др.) могут быть определены признаки деградации, износа, развивающихся дефектов (например, коррозия турбин, трещины в подшипниках) и спрогнозирована вероятность отказа или поломки. Это позволяет своевременно проводить техническое обслуживание, замену или ремонт оборудования (его компонентов).

Для проведения диагностики теплоэнергетического оборудования с помощью МО и НС используется

большое количество данных, которые собираются с различных датчиков и устройств, установленных на оборудовании. На основе анализа этих данных генерируются модели, позволяющие определить текущее состояние оборудования и выявить потенциальные неисправности, а также определить оптимальные настройки для минимизации расходов энергии и увеличения эффективности работы оборудования.

Для определения неисправностей в энергосистемах алгоритмы МО и НС могут анализировать данные о потреблении энергии, состоянии сетей и оборудования для выявления аномалий и прогнозирования вероятности отказов и аварий. Это дает возможность своевременно реагировать на возникающие проблемы и обеспечивать стабильное функционирование энергосистем.

Таким образом, предиктивная диагностика состояния оборудования в энергоустановках с использованием МО и НС является важным шагом для развития энергетики [7, 8]. Использование этой технологии будет способствовать повышению эффективности работы оборудования и снижению затрат на его ремонт, что, в свою очередь, приведет к улучшению экономических показателей предприятий и повышению качества жизни населения.

Заключение

Предиктивная диагностика дает возможность определять вероятность неисправностей в различных узлах электроустановки и вырабатывать рекомендации по их устранению. Применение этой технологии в Беларуси может повысить эффективность ра-

боты энергообъектов, снизить риски серьезных аварий и простоя оборудования, а также увеличить ресурс его работы и надежность энергетической системы страны в целом.

Одно из наиболее перспективных направлений в рамках развития предиктивной диагностики в Белорусской энергосистеме – применение машинного обучения и нейронных сетей, позволяющее увеличить точность прогноза неисправностей, сократить время их обнаружения и снизить расходы на ремонты.

В перспективе широкое использование технологии предиктивной диагностики в энергетических установках республики будет играть важнейшую роль в развитии современной энергетики страны.

Список литературы

1. Салихов, М.Р. Алгоритм прогнозирования состояния оборудования на основе машинного обучения / М.Р. Салихов, Р.А. Юрьева // Изв. вузов. Приборостроение. – 2022. – Т. 65, № 9. – С. 648–655. <https://doi.org/10.17586/0021-3454-2022-65-9-648-655>
2. Пархоменко, П.П. Основы технической диагностики / П.П. Пархоменко, Е.С. Сагомонян. – М.: Энергоиздат, 1981. – 319 с.
3. Predictive maintenance and fault monitoring enabled by Machine Learning: Experimental Analysis of a TA-48 multistage centrifugal plant compressor / M. Achouch [et al.] // MDPI. Appl. Sci. – 2023. – Vol. 13, iss. 3. <https://doi.org/10.3390/app13031790>
4. Федотов, М.В. Предиктивная аналитика технического состояния систем тепловозов с использованием нейросетевых прогнозных моделей / М.В. Федотов, В.В. Грачев // Бюллетень результатов научных исследований. – 2021. – Вып. 3. – С. 102–114. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2021-3-102-114>
5. Возможности предиктивной аналитики в повышении энергоэффективности оборудования и прогнозе энергопотребления [Электронный ресурс] // Хабр. – 05.10.2022. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/factory5/articles/691678>. – Дата доступа: 20.10.2023.
6. A two-level machine learning framework for predictive maintenance: Comparison of learning formulations / V. Hamaide [et al.] // arXiv.cs.LG. – 21.04.2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.10083>
7. Fausing, O. Predictive maintenance for pump systems and thermal power plants: State-of-the-art review, trends and challenges / O.J. Fausing, H.R. Shaker // MDPI. Sensors. – 2020. – Vol. 20, iss. 8. <https://doi.org/10.3390/s20082425>
8. Prescriptive maintenance with causal machine learning / T. Vanderschueren [et al.] // arXiv. econ.GN. – 03.05.2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.01562>

А.В. ЁДЧИК,
ведущий инженер по управлению качеством и оценке
соответствия продукции отдела управления качеством
и физической защиты управления технического
сопровождения АЭС ГПО «Белэнерго»



РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ЛИДЕРСТВА И КЛЮЧЕВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ЛИДЕРА В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

В последние годы концепция лидерства получила широкое развитие, и согласно СТБ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», является одним из основных принципов менеджмента качества. Особое значение придается лидерству в ядерной отрасли в контексте обеспечения безопасного использования атомной энергии и формирования культуры безопасности. В статье рассматриваются разные теории лидерства, стили управления, а также лидерские компетенции, важные для работы в атомной отрасли.

Существуют различные определения понятия «лидерство». Общими требованиями безопасности МАГАТЭ № GSR PART 2 «Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности» установлено следующее определение термина: лидерство – это «использование личных способностей и компетенций для управления отдельными лицами и группами людей и оказания влияния на их приверженность достижению основополагающей цели безопасности и применению основополагающих принципов безопасности на основе общих задач, ценностей и правил и норм поведения».

Развитие теории лидерства

Теория лидерства как часть бизнес-образования и академическая дисциплина существует около 100 лет. Концепция лидерства неоднократно менялась. Ее основу в XIX веке составляла так называемая *теория великого человека*, основная идея которой состояла в том, что лидерами рождаются, а не становятся. Утверждалось, что лишь немногие люди обладают уникальными врожденными качествами, позволяющими им становиться эффективными лидерами и достигать величия. Примерами таких людей служили исторические личности – Юлий

Цезарь, Авраам Линкольн, Наполеон Бонапарт и др.

Затем теория великого человека преобразовалась в *теорию характерных черт*, которая утверждает, что лидерские качества могут быть как врожденными, так и приобретенными путем обучения и практики. Цель исследования лидерства на данном этапе состояла в том, чтобы определить сочетание черт характера, которое формирует личность эффективного лидера. При этом основное внимание уделялось изучению физических, умственных и социальных качеств лидеров. Эти инструменты и сегодня часто используют при подборе персонала, а также для повышения как личной эффективности, так и эффективности работы команды.

Теория характера стала основой для *бихевиористской (поведенческой) теории*. Последняя утверждает, что лидерами в основном становятся, а не рождаются и что для обеспечения эффективного лидерства можно научиться определенному поведению. То есть данная теория делает упор на фактическое поведение лидера, которое можно моделировать.

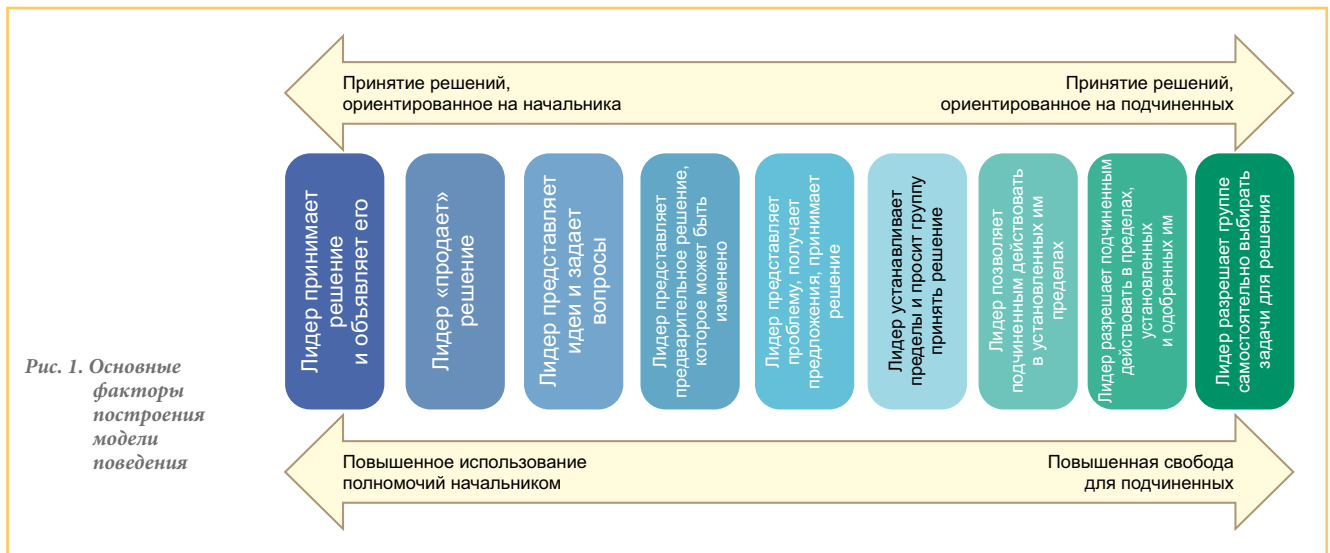
Ученые выявили два основных фактора, которые лидеры могут использовать для построения модели поведения. Это ориентация на решение задачи и ориентация на персонал.

Лидеры, ориентированные на решение задачи, сосредотачиваются на деталях и хотят сами получить максимум информации о поставленной задаче, прежде чем предпринимать какие-либо действия по ее выполнению. И наоборот, лидеры, ориентированные на персонал, пытаются вызвать доверие и уважение со стороны сотрудников или членов команды, позволяя им участвовать в разработке плана действий по решению задачи (см. рисунок 1).

Наиболее известна *ситуационная теория лидерства*, разработанная американскими исследователями Полом Херси и Кеннетом Бланшаром. Авторы утверждают, что на эффективность действий лидера может влиять контекст ситуации, в зависимости от которого меняется и поведение лидера в отношении с подчиненными (стиль управления). Охарактеризуем модель ситуационного лидерства более подробно.

Стили управления в рамках ситуационной теории лидерства

Ситуационная теория основана на убеждении, что не существует единого, наилучшего для всех ситуаций стиля управления – он определяется составом команды и задачами, которую необходимо выполнить. Модель ситу-



ационного лидерства представлена на рисунке 2.

Горизонтальная ось на рисунке отражает степень директивности поведения руководителя в зависимости от уровня знаний (профессионализма) подчиненных и, следовательно, степень свободы, которую он им дает. Вертикальная ось отражает степень поддержки лидером команды, связанную с мотивированностью сотрудников. В зависимости от ситуации выделяют четыре стиля руководства.

Указывающий стиль управления (S1) свойствен авторитарному лидеру. Такой руководитель принимает решения без участия подчиненных и консультаций с ними, предполагая, что команда будет выполнять его указания. Этот стиль управления следует применять в работе с сотрудниками, имеющими низкий уровень профессионализма и высокую мотивацию, то есть с теми, кто обладает желанием работать, но пока не имеет достаточных навыков для выполнения поставленных задач.

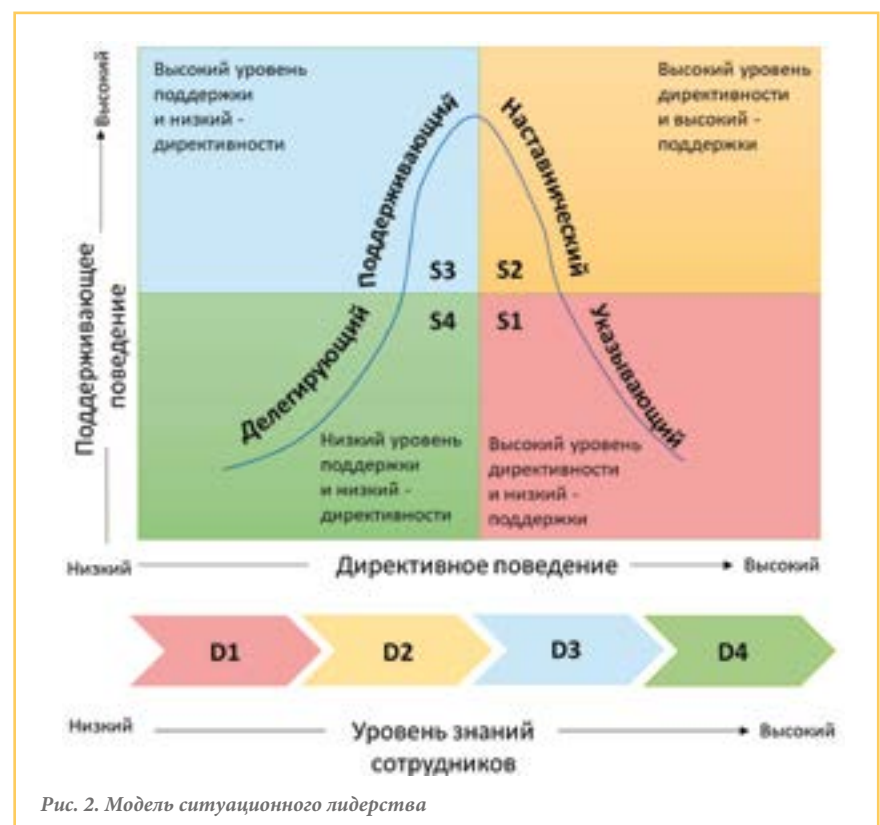
Наставнический стиль управления (S2) также предполагает принятие решений лично руководителем, в то же время он более восприимчив (по сравнению с предыдущим стилем) к мнению своих подчиненных и их участию в поисках решения задачи. Наставнический стиль эффективен, если сотрудники не могут самостоятельно выполнить задание, но готовы попытаться это сделать. Изначально они обладают достаточно высоким уровнем мотивации, несмотря на то что им не хватает навыков, знаний и/или способностей для решения задачи. Но поскольку

в результате задача может оказаться более сложной, чем предполагалось изначально, с течением времени мотивация таких сотрудников может снизиться.

Поддерживающий стиль управления (S3) предполагает, что руководитель устанавливает общую цель, но конкретные решения и пути достижения цели определяются командой – то есть фактически руководитель позиционируется как «равный», как член команды. Такое управление применимо к сотрудникам, обладающим высоким уровнем профессионализма,

но изменчивой мотивацией, зависящей от уверенности в собственных силах или иных внутренних и внешних факторов (в том числе от поощрения со стороны лидера).

Делегирующий стиль управления (S4) основан на невмешательстве руководителя – команда практически все решения принимает сама. Данный стиль применяется в отношении специалистов с высоким уровнем мотивации и профессионализма, уверенных в своих способностях и с готовностью берущих на себя ответственность за выполнение задачи.



Таким образом, зная профессиональный уровень команды или конкретного сотрудника, руководитель может выбрать стиль управления, позволяющий достичь максимальных результатов, и при необходимости менять его.

Следует отметить, что отсутствие у руководителя гибкости в выборе стиля управления может привести к демотивации сотрудников.

Другой аспект эффективного лидерства заключается в том, что лидер может и должен играть в развитии своих сотрудников или членов команды разные роли – коуча (тренера), ментора (наставника) или покровителя.

Лидер как коуч с помощью диалога помогает сотруднику исследовать возможные направления профессионального развития, определить свои сильные стороны, по-новому взглянуть на приобретенный опыт и использовать результаты этого анализа для достижения цели. При этом лидер-коуч может не специализироваться в том направлении, в котором намерен развиваться сотрудник.

Роль *ментора*, напротив, предполагает, что лидер обладает определенным профессиональным опытом в области, интересующей специалиста, и готов им делиться, давая конкретные советы и рекомендации.

Целью лидера-покровителя является продвижение сотрудника в коллективе и раскрытие его потенциала. Для этого лидер рассказывает о достижениях и возможностях специалиста его коллегам, особенно тем, кто не работает с ним на регулярной основе.

Таким образом, единого шаблона поведения лидера не существует, а лидерство в современном понимании основано на выстраивании эффективного взаимодействия с другими людьми исходя из контекста ситуации.

Лидерство в атомной отрасли

Модель эффективного лидера включает в себя три составляющие – руководство собой, руководство другими и руководство организацией. Каждое из этих направлений требует определенных качеств и навыков, которые можно оценивать и развивать. Причем необходимый уровень развития того или иного навыка или качества лидера зависит как от рода деятельности, так и от должности.

Вопрос развития лидерства в атомной отрасли следует рассматривать отдельно – помимо организации и обеспечения ежедневной безопасной эксплуатации АЭС специалисты отрасли должны быть готовы проявить лидерские качества и при реагировании на инциденты, аварии, нарушения нормальной эксплуатации. В непредвиденных ситуациях им приходится решать ряд проблем, при этом эффективность принимаемых решений зависит от компетенций лидера. В условиях неопределенности лидеры должны сохранять контроль над событиями, находящимися под их влиянием, и исходя из имеющихся ресурсов принимать меры, которые положительно повлияют на ход событий.

МАГАТЭ выделяет ряд связанных с развитием лидерства проблем, способных повлиять на поведение всех сотрудников при реагировании на инциденты, аварии, нарушения нормальной эксплуатации:

- в случае необходимости оперативного реагирования директивный стиль управления обеспечивает большую эффективность за счет скорости принятия решений. Управление с ориентацией на команду в нештатной ситуации приведет к возникновению разногласий и нерешительности, что увеличит время на принятие решения и реагирование;
- взаимодействие работников в чрезвычайных обстоятельствах зависит от сложившихся отношений в коллективе. Если у сотрудников нет доверия к начальнику, его способность эффективно руководить во время непредвиденной ситуации, вероятно, будет ограничена, поскольку персонал может подвергаться сомнению действия лидера и обоснованность принимаемых им решений;
- эффективная коммуникация, как горизонтальная, так и вертикальная, является ключевым элементом успешного реагирования на возникновение нештатных ситуаций;
- модели поведения (правильные и неправильные) укореняются как привычки. Если работник не соблюдает требования безопасности в повседневной работе, то и в чрезвычайных ситуациях он будет вести себя так же. И наоборот, при высоком уровне культуры безопасности персонал будет соблюдать все требования как ежедневно, так и при возникновении инцидентов, аварий, нарушений нормальной эксплуатации.

Лидерские компетенции и их оценка

МАГАТЭ выделяет ряд лидерских компетенций, важных для работы в области использования атомной энергии и, в частности, для эффективного управления в случае нарушения нормальной эксплуатации объекта атомной энергетики:

- *системное мышление* – предполагает восприятие условий окружающей среды во времени и пространстве, понимание их значения и прогнозирование изменения их состояния в ближайшем будущем. Лидер правильно оценивает ситуацию и знает, что делать, чтобы эффективно управлять ею;
- *стратегическое мышление* – лидер способен принимать важные и своевременные решения на основании ограниченной и/или неоднозначной информации;
- *эффективное управление командой* – лидер осознает, как его поведение влияет на поведение сотрудников, при этом каждый член команды выполняет свои задачи, разделяет понимание развивающейся ситуации и работает над достижением общей цели;
- *целостность личности* – лидер сам придерживается набора ценностей и принципов, которые он продвигает в коллективе. Последовательность в поведении и действиях лидеров является важнейшим элементом, способствующим повышению авторитета руководителя и формированию у сотрудников доверия к нему;
- *самообладание* – лидер способен распознавать симптомы стресса как у себя, так и у подчиненных и управлять им.

Существуют различные методы оценки лидерских качеств: опросы, ситуационное моделирование, тестирование, метод «360 градусов» и т.д. Результаты их применения могут использоваться как непосредственно для самооценки и развития способностей лидера, так и для оценки лидерского потенциала кандидатов при приеме на работу или назначении на должность, а также для выявления компетенций, необходимых для эффективных лидеров.



Е.В. МАРТИШЕНКОВА,
научный сотрудник отдела социальной
теории и методологии Института
социологии НАН Беларуси

ДИНАМИКА ОБЩЕСТВЕННОГО МНЕНИЯ О РАЗВИТИИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В БЕЛАРУСИ И О ПРОЕКТЕ «БЕЛОРУССКАЯ АЭС»

С сентября 2005 года Институт социологии Национальной академии наук Беларуси проводит социологический мониторинг общественного мнения о состоянии, проблемах и перспективах развития энергетической отрасли республики, а также по вопросам развития ядерной энергетики в Беларуси и восприятия населением строительства АЭС. В статье представлен анализ результатов исследования, проведенного Институт социологии НАН Беларуси в 2023 году в рамках подпрограммы 3 «Научное обеспечение эффективной и безопасной работы Белорусской атомной электростанции и перспективных направлений развития атомной энергетики» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 годы.

Соопросы взрослого населения Беларуси проводятся ежегодно по национальной репрезентативной выборке (N = 2000). В ходе исследований изучается широкий спектр вопросов – от восприятия населением существующих проблем в сфере энергетики и оценки работы отрасли до отношения

к развитию в Беларуси ядерной энергетики и строительству собственной АЭС.

Получаемая от населения информация имеет большое значение не только в оперативном, но и в стратегическом плане, способствуя принятию взвешенных решений. Проведение социологического исследования именно

в мониторинговом режиме позволяет увидеть состояние объекта исследования в динамике и своевременно уловить новые тенденции и проблемы в изучаемой сфере.

Отношение к развитию ядерной энергетики в стране

Социологическое исследование, проведенное в апреле – мае 2023 года, показало, что изменения за год в распределении ответов респондентов (населения) на вопрос о необходимости развития ядерной энергетики (ЯЭ) в Республике Беларусь незначительны и находятся в диапазоне ошибки выборки ($\pm 2,2\%$). На рисунке 1 представлена динамика результатов исследований за период 2005–2023 годов.

Как видно на рисунке 1, к 2008 году произошло качественное изменение массового сознания и выражающего его общественного мнения по данной проблеме. На тот момент Правительство от объявления наме-

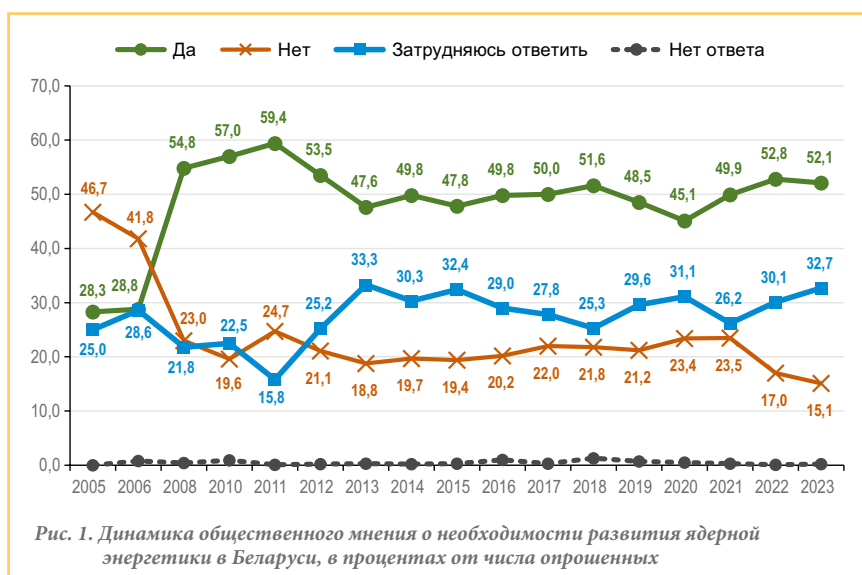


Таблица 1. Распределение сторонников и противников ядерной энергетики по регионам в 2021–2023 годах, в процентах от числа опрошенных

Должна ли, на Ваш взгляд, иметь и развивать ядерную энергетику Беларусь?		Всего	Распределение по регионам							
			г. Минск	Брестская обл.	Витебская обл.	Гомельская обл.	Гродненская обл.		Минская обл.	Могилевская обл.
							Всего	Островецкий р-н		
Да	2021	49,9	43,7	50,1	61,8	45,4	57,3	56,4	45,4	51,1
	2022	52,8	50,1	40,5	40,2	68,1	68,0	72,1	51,9	55,1
	2023	52,1	45,4	51,0	48,9	56,7	61,6	69,1	56,1	49,3
Нет	2021	23,5	35,6	20,5	15,2	21,5	22,3	14,4	30,3	11,0
	2022	17,0	21,7	20,9	20,8	9,7	14,1	9,6	19,3	6,9
	2023	15,1	23,6	19,1	12,3	8,3	10,0	9,3	15,7	9,0
Затрудняюсь ответить	2021	26,2	20,7	28,8	22,5	33,2	20,3	29,2	23,6	37,2
	2022	30,1	28,2	38,7	39,0	22,2	17,9	18,3	28,8	37,4
	2023	32,7	30,6	29,9	38,8	34,9	27,7	21,8	28,2	41,7
Нет ответа	2021	0,3	–	0,5	0,5	–	–	–	0,8	0,7
	2022	0,1	–	–	–	–	–	–	–	0,5
	2023	0,2	0,4	–	–	–	0,7	0,3	0,1	–

Таблица 2. Распределение ответов респондентов на вопрос об отношении к Белорусской АЭС по регионам, в процентах от числа опрошенных

Как Вы лично относитесь к Белорусской АЭС в Островецком районе?	Всего	Распределение по регионам							
		г. Минск	Брестская обл.	Витебская обл.	Гомельская обл.	Гродненская обл.		Минская обл.	Могилевская обл.
						Всего	Островецкий р-н		
Положительно	31,2	20,1	29,2	28,5	37,3	43,2	45,8	32,8	36,3
Скорее положительно	41,4	36,0	46,3	52,0	42,4	37,7	37,5	39,7	37,6
Сумма положительных ответов	72,6	56,1	75,5	80,5	79,7	80,9	83,3	72,5	73,9
Скорее отрицательно	8,6	15,2	6,7	5,4	7,1	6,7	5,4	9,3	5,2
Отрицательно	6,1	10,9	5,0	5,5	4,5	3,2	3,8	7,3	2,6
Сумма отрицательных ответов	14,7	26,1	11,7	10,9	11,6	9,9	9,2	16,6	7,8
Затрудняюсь ответить	11,4	16,1	11,6	8,6	7,4	6,7	4,3	10,1	16,5
Нет ответа	1,3	1,9	1,0	0,0	1,4	2,6	3,2	0,8	1,8
Сумма неопределенных ответов	12,7	18,0	12,6	8,6	8,8	9,3	7,5	10,9	18,3

рений о развитии атомной отрасли и строительстве АЭС в республике перешло к практическим действиям по реализации этого проекта. Указом Президента Республики Беларусь от 12.11.2007 № 565 «О некоторых мерах по строительству атомной электростанции» были утверждены организационные формы проведения подготовительных работ для возведения АЭС, обеспечения ядерной и радиационной безопасности согласно требованиям МАГАТЭ. В связи с этим из-

менились подходы к информированию населения по данной проблематике.

В итоге в 2008 году по сравнению с 2005-м резко увеличилось количество поддерживающих развитие ЯЭ в стране (с 28,3 % до 54,8 %) и практически вдвое снизилось количество противников (с 46,7 % до 23,0 %). Число сторонников росло вплоть до 2011 года (год аварии на японской АЭС «Фукусима-1»), когда достигло максимального за весь период исследований значения – 59,4 %.

Что касается части населения, не поддерживающей развитие ЯЭ в Беларуси, с 2008 по 2023 год количественный состав данной группы изменялся незначительно (в диапазоне ошибки выборки). При этом в последние два года наблюдается снижение числа противников ЯЭ.

Доля неопределившихся (затруднившихся с ответом) начиная с 2006 года снижалась и в 2011-м достигла наименьшего значения – 15,8 % от числа опрошенных. Однако в 2012 и 2013 годах (по-видимому, потоки негативной информации о «Фукусиме-1» возымели действие) был отмечен существенный рост числа респондентов данной категории. До 2021 года оно варьировалось незначительно, а к 2023-му снова приблизилось к уровню десятилетней давности.

В итоге мы можем утверждать, что с 2013 года отношение населения к ЯЭ остается на одном уровне – примерно треть населения все еще не определилась в своей позиции, а число сторонников уже более чем в два раза превышает число противников.

На протяжении всего периода исследований среди сторонников ЯЭ ежегодно наблюдается больше мужчин и, наоборот, среди противников и затруднившихся преобладают женщины. Опрос 2023 года показал, что данная тенденция сохраняется – мужчин в стане сторонников ЯЭ больше на 11,1 %.

Относительно региональных различий можно отметить, что ситуация из года в год меняется. Не стал исключением и 2023 год (таблица 1).

За прошедший год количество сторонников ЯЭ по республике в целом снизилось на 0,7 %, что статистически незначимо. Однако в отдельных регионах отмечается значимое снижение – в Островецком районе (–3,0 %), г. Минске (–4,7 %), Могилевской (–5,8 %) Гродненской (–6,4 %) и Гомельской (–11,4 %) областях. В остальных регионах число поддерживающих ЯЭ выросло на 5–10 %.

Количество противников ЯЭ за прошедший год снизилось на 2–8 % во всех регионах, за исключением Могилевской области (+2,1 %) и Минска (+1,9 %). Рост числа неопределившихся отмечался по Гомельской (+12,7 %), Гродненской (+9,8 %) и Могилевской

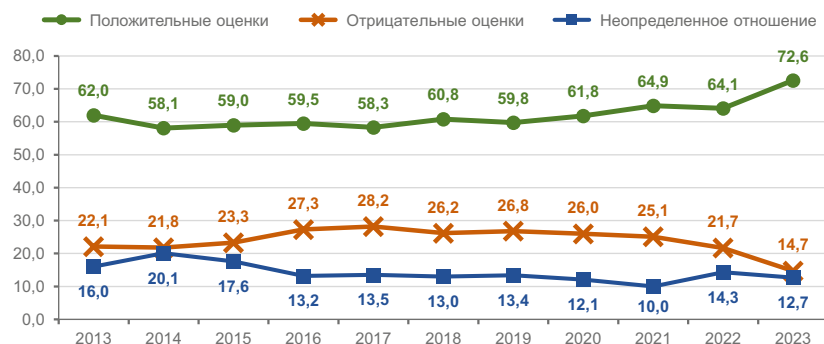


Рис. 2. Динамика общественного мнения о строительстве в Островецком районе Белорусской АЭС, в процентах от числа опрошенных

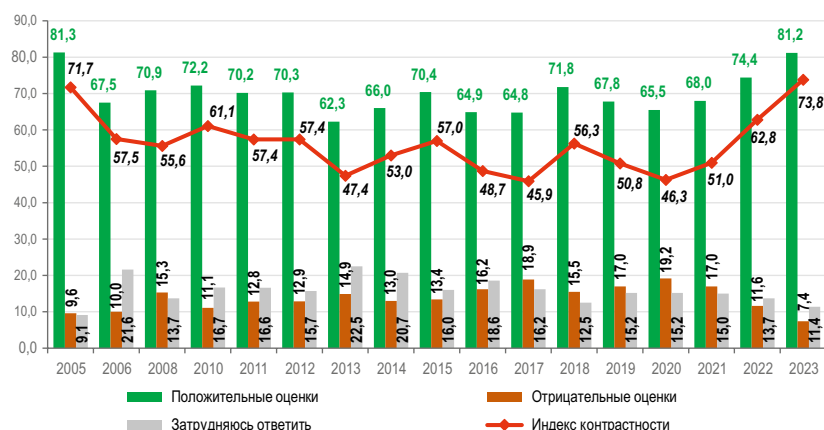


Рис. 3. Динамика оценки населением работы энергетической отрасли с 2005 по 2023 год, в процентах от числа опрошенных

(+4,3 %) областям. В целом по республике затруднившихся с ответом стало больше на 2,6 %.

Отношение к строительству АЭС

Что касается вопроса о личном отношении респондентов к строительству в Островецком районе Белорусской АЭС, то можно констатировать, что по результатам исследований 2023 года сохраняется выявленная в 2013 году тенденция – население по-прежнему разграничивает понятия «развитие ядерной энергетики» и «строительство собственной АЭС». Проект станции поддерживается большим количеством респондентов, чем развитие новой отрасли.

Так, в 2023 году 72,6 % всех опрошенных выразили положительное отношение к строительству АЭС, 14,7 % – отрицательное и 12,7 % затруднились ответить на вопрос, в 2022-м – 64,1 %, 21,7 % и 14,3 % соответственно (рис. 2).

Данные о региональных различиях в ответах респондентов на вопрос об их отношении к строительству БелАЭС представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 можно судить о том, что в 2023 году к наиболее положительно настроенным к проекту «Белорусская АЭС» регионам можно отнести Гродненскую (80,9 %, в том числе Островецкий район – 83,3 %), Витебскую (80,5 %) и Гомельскую (79,7 %) области. Значительно меньшей поддержкой строительство АЭС пользуется в Минске (56,1 %).

В плане отрицательного отношения к БелАЭС можно выделить Минск (здесь наибольший показатель – 26,1 %) и Минскую область (16,6%). Неопределенную позицию занимает больше всего респондентов из Могилевской области (18,3 %) и Минска (18,0 %).

В ходе исследования ставилась также задача выяснить у отрицательно настроенных или не имеющих четкой позиции относительно Белорусской АЭС (затруднившиеся), при каких

условиях их мнение могло бы измениться (таблица 3).

Как видим по данным таблицы 3, треть респондентов из категории отрицательно настроенных и затруднившихся имеют устойчивую позицию и менять свое мнение не готовы ни при каких условиях. Остальные не столь категоричны, и возможность переубедить их есть – все они назвали факторы, которые могут повлиять на их мнение по вопросу строительства БелАЭС, причем некоторые ждут выполнения сразу нескольких условий. Чаще всего, как и в прошлом году, одновременно назывались условия 1–3, а в некоторых случаях – также условия 4 и 5. Условие 6 (то есть максимум научно доказанных данных в пользу развития ЯЭ) имеет значение для 13,8 % противников и затруднившихся, условия 7 и 8 (в сумме) – для 11,3 %.

Следует отметить отсутствие исключительных (лидирующих с большим опережением) факторов, которые могли бы повлиять на мнение противников и затруднившихся. Поэтому информационное сопровождение проекта «Белорусская АЭС» должно стремиться охватить все важные для населения моменты, а именно: контроль за строительством и эксплуатацией, информирование как об успехах, так и о проблемах новой отрасли, экономический эффект для населения.

Оценка работы энергетической отрасли

Остановимся на одном из самых позитивных результатов проведенного в 2023 году социологического опроса (18-й этап мониторинга) – очередном подтверждении того, что энергетическая отрасль сохраняет высокий авторитет и репутацию в глазах населения. По сравнению с 2022 годом количество положительных оценок работы отрасли значительно выросло (+6,8 %), а отрицательных – снизилось (–4,2 %). Динамика этих показателей по результатам мониторинговых замеров с 2005 года представлена на рисунке 3. Видно, что разрыв между количеством положительных и отрицательных оценок увеличивается в пользу первых – индекс контрастности в 2023 году равен 73,8.

В ходе исследования респондентам также предлагалось спрогнозировать

Таблица 3. Распределение ответов респондентов на вопрос о возможных способах изменить их отношение к Белорусской АЭС

Варианты ответа	% (от числа ответивших*)
1 Усиление контроля за качеством строительства АЭС	31,0
2 Усиление контроля со стороны государства в ходе эксплуатации АЭС	25,9
3 Более полное отражение в СМИ как положительных, так и отрицательных моментов использования ядерной энергетики	17,5
4 Более полная информация по использованию ядерной энергетики в доступных для всего населения СМИ (газеты, телевидение и радио, интернет)	14,6
5 Наличие жестких гарантий снижения цены электроэнергии для населения	14,5
6 Убедительные доводы в пользу развития ядерной энергетики в Беларуси	13,8
7 Позитивное отношение к Белорусской АЭС независимых экспертов	9,0
8 Положительные отзывы знакомых, родственников, друзей, коллег по работе	2,3
9 Другие	0,7
10 Ничто моего мнения изменить не может	33,8
11 Нет ответа	2,6
Всего**	165,7

* На вопрос отвечали только те, кто негативно относится к БелАЭС либо не имеет определенного мнения (затруднившиеся).
 ** Сумма процентов по столбцу больше 100, так как респонденты имели возможность выбрать несколько вариантов ответа.

Таблица 4. Прогнозные оценки населением изменений в ТЭК страны при введении собственной АЭС по регионам, в процентах от числа опрошенных

Как, на ваш взгляд, изменится ситуация в ТЭК страны с вводом собственной АЭС?	2021	2022	2023	Распределение по регионам							
				г. Минск	Брестская обл.	Витебская обл.	Гомельская обл.	Гродненская обл.		Минская обл.	Могилевская обл.
								Всего	Островецкий р-н		
Существенно улучшится	24,1	23,3	29,6	20,7	26,1	27,8	15,5	53,3	48,7	39,2	33,4
Немного улучшится	26,7	25,0	28,2	31,4	32,0	25,8	25,0	25,4	30,6	30,2	23,3
Оптимистичный прогноз	50,8	48,3	57,8	52,1	58,1	53,6	40,5	78,7	79,3	69,4	56,7
Не изменится	20,4	20,3	15,6	18,8	17,0	19,5	17,9	11,1	10,4	12,0	10,1
Немного ухудшится	4,2	2,7	1,6	1,7	2,9	3,0	0,5	0,0	0,8	1,8	0,9
Существенно ухудшится	2,9	1,9	1,4	1,1	3,6	2,9	0,8	0,0	0,5	0,6	0,2
Пессимистичный прогноз	7,1	4,6	3,0	2,8	6,5	5,9	1,3	0,0	1,3	2,4	1,1
Затрудняюсь ответить	21,5	26,6	23,6	26,3	18,4	20,9	40,4	10,2	8,7	16,1	31,8
Нет ответа	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3

возможное изменение ситуации в ТЭК страны при строительстве и вводе в действие собственной АЭС (таблица 4).

На фоне высокой оценки работы энергетической отрасли оптимизм в отношении ситуации в ТЭК Беларуси в будущем существенно возрос: 57,8 %

(в 2022-м – 48,3 %) опрошенных уверены в ее улучшении, 15,6 % (20,3 %) – в том, что она не изменится в худшую сторону, и только 3,0 % (4,6 %) допускают ухудшение. Региональные различия невелики, но в отношении оптимистичных прогнозов выделяются Островецкий район (79,3 %), Грод-

ненская (78,7 %) и Минская (69,4 %) области. Наибольшее количество пессимистичных оценок отмечено в Брестской (6,5 %) и Витебской (5,9 %) областях (при среднем показателе 3,0 %), а затруднившихся с ответом больше всего среди респондентов Гомельской (40,4 %) и Могилевской (31,8 %) областей.

Заключение

С учетом выявленных в ходе социологического мониторинга данных (не все из них представлены в статье) отметим следующее. При организации информационной работы с населением необходимо учитывать, что его осведомленность о ЯЭ в целом и о ходе реализации проекта «Белорусская АЭС» в частности крайне фрагментарна и одномерна, зачастую наблюдается «перекося» в пользу сведений об угрозах и рисках. В результате формируется основа для развития фобий либо чрезмерно завышенных ожиданий. При этом проведение информационной работы осложняется тем фактом, что население в большинстве своем остается пассивным в отношении получения знаний по вопросам, связанным с ЯЭ (не интересуется данной темой, получает информацию случайным образом).

Перспективными информационными каналами предоставления сведений о проекте «Белорусская АЭС», о возможностях и преимуществах развития ЯЭ в нашей стране являются интернет, телевидение и социальные сети. Кроме того, есть определенный интерес к специальной литературе, лекциям и беседам по данной тематике, проводимым с участием специалистов в области ЯЭ, представителей органов управления энергетической отрасли.

При использовании СМИ как каналов информирования следует учитывать, что значительная часть населения сомневается в их объективности (причем как государственных, так и независимых и зарубежных СМИ). Поэтому при работе с населением важно транслировать информацию через тех специалистов, которые вызывают максимальное доверие со стороны населения: ученых, врачей и представителей международных организаций (МАГАТЭ, ООН и пр.).



назад Беларусь вступила в эпоху газификации

В 1960-х годах большинство теплоэлектростанций в нашей стране работали на угле и торфе. Массовое сжигание твердого топлива привело к значительному увеличению вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, ряд электростанций – Белорусская и Василевичская ГРЭС, Жодинская ТЭЦ и др. – были привязаны к торфяным месторождениям, которые уже истощались. В этих условиях переход республики на использование природного газа стал закономерным. 6 ноября 1958 года Центральный комитет КПБ и Совет Министров БССР приняли Постановление № 738 «О плане газификации городов и других населенных пунктов Белорусской ССР в 1959–1965 годах». Газификация республики началась.

Природный газ пришел в Беларусь

Первоначально индивидуальные и многоквартирные жилые дома в Беларуси снабжались сжиженным газом – от газобаллонных установок, а также систем газопроводов, спроектированных с учетом их последующего перевода на природный газ. СПГ доставляли с заводов Башкирии и Татарстана. За 1959–1965 годы в Беларуси было построено 7 газонаполнительных станций, затем – еще 9, что позволило уже тогда обеспечить бесперебойное газоснабжение части населения и других потребителей.

Но по-настоящему газификация страны развернулась в 1960-м, когда завершилось строительство магистрального газопровода Дашава – Минск. 30 октября природный газ пришел в столицу республики. В этот день была торжественно открыта задвижка, которая пустила газ в сети Минска. Первыми его получили дома в районе автозавода

и ТЭЦ-3. Это положило начало новому этапу в развитии республики, в первую очередь – ее энергетической отрасли.

После Минска были газифицированы все областные центры и прилегающие к ним территории. К концу 1970 года на использование природного газа перешли 1200 предприятий и учреждений.

Новый импульс газификации страны придало завершение строительства газопровода Торжок – Минск – Ивацевичи (1974) и вторых ниток газопроводов Кобрин – Брест (1976) и Торжок – Минск – Ивацевичи (1978). Природный

газ в те годы обеспечивал пятую часть потребности республики в первичной энергии и начал завоевывать доминирующие позиции в топливно-энергетическом балансе страны. Была выполнена крупномасштабная модернизация ТЭЦ и крупных котельных, после чего они также перешли на сжигание природного газа.

К 1993 году голубое топливо подавалось в 59 из 117 районов страны, уровень газификации составлял 50,4 %. Для того времени это было много, но оставались обширные территории, куда газ еще не пришел.

СПРАВОЧНО

ГПО «Белтопгаз» – многоотраслевая структура, успешно решающая сложные задачи обеспечения экономики и населения республики газообразными и твердыми видами топлива, развития газификации и систем газоснабжения, их качественной и безаварийной эксплуатации, разработки и изготовления широкого спектра газового оборудования, арматуры, приборов, автоматики для нужд всех категорий потребителей, в том числе на экспорт.





СПРАВОЧНО

В 2022 году на внутренний рынок страны поставлено 18,7 млрд м³ природного газа, за 9 месяцев 2023 года – 11,5 млрд м³. Общий объем реализации сжиженного углеводородного газа (СУГ) в прошлом году составил 46,9 тыс. т, в январе – сентябре текущего года – 33,9 тыс. т.

ГПО «Белтопгаз» обеспечивает природным газом порядка 2300 промышленных и 7300 коммунально-бытовых предприятий, СУГ – около 600 тыс. домовладений. Трубопроводным газом обеспечено более 3 млн квартир.

Начиная с 1994 года политика в газовой сфере была направлена на ускоренную газификацию, которая благодаря реализации ряда государственных программ приобрела интенсивный характер.

В настоящее время Беларусь является лидером на постсоветском пространстве по уровню газификации и занимает одно из ведущих мест по этому показателю в мире. В целом по республике уровень газификации жилья природным газом достиг 83,2 %, в сельской местности – 49,6 %, а протяженность газопроводов в стране превысила 67 тыс. км.

Государственная политика в сфере газификации

Реализацию политики государства в газовой сфере осуществляет государственное производственное объ-

единение по топливу и газификации «Белтопгаз».

В рамках Госпрограммы «Строительство жилья» на 2021–2025 годы в республике ежегодно строится около 100 газопроводов общей протяженностью порядка 50 км. За 2021–2023 годы в ходе реализации Госпрограммы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы построено 340 км подводящих газопроводов (из 600 км, запланированных на пятилетку). Активно проводятся мероприятия, предусмотренные Указом Президента Республики Беларусь от 2 июня 2006 года № 368 «О мерах по регулированию отношений при газификации природным газом эксплуатируемого жилищного фонда граждан».

В настоящее время техническое обновление газовой отрасли осуществляется в рамках Программы комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы,

утвержденной постановлением Минэнерго от 31 декабря 2020 года № 48. Программой предусмотрены: строительство новых объектов газораспределительной системы и подводящих газопроводов к населенным пунктам для перевода потребителей со сжиженного на природный газ; модернизация и реконструкция действующих объектов; проведение капитальных и текущих ремонтов, замена сетей и оборудования, выработавших свой ресурс; цифровая трансформация производственной деятельности газоснабжающих организаций.

В 2021–2023 годах в ходе реализации Программы построено 300 км газопроводов и 180 км закольцовок. Впервые подан природный газ более чем в 50 населенных пунктах республики. Построены подводящие газопроводы и распределительные сети к ряду агрогородков. Закольцовки газовых сетей выполнены в городах Брест, Витебск, Гомель, Бобруйск, Логойск, Слуцк, Чериков, городских поселках Краснополье, Хотимск, Руденск, Шумилино и других населенных пунктах. Эта работа будет продолжена.

В настоящее время формируется программа по совершенствованию и обновлению производств газовой сферы на 2026–2030 годы, реализация которой позволит обеспечить надежность, безопасность и эффективность газоснабжения потребителей.

Инновационные технологии и цифровая трансформация

Сегодня в газовой отрасли внедряются цифровые инструменты, элементы искусственного интеллекта, видеоаналитики и другие инновационные технологии, позволяющие обеспечивать непрерывный контроль за работой технологического оборудования в удаленном режиме, выполнять ремонтные работы без отключения газоснабжения,





осуществлять техническое диагностирование газораспределительных пунктов, полностью исключая человеческий фактор.

Важнейшим трендом современного развития республики стала цифровая трансформация. Сегодня уровень цифровизации газовой отрасли является одним из самых высоких в стране. Политика в этой области определена Стратегией информатизации и цифровой трансформации газовой и торфяной отрасли на период 2021–2025 годов.

В части внедрения современных программных комплексов отрасль независима от импорта, полностью самодостаточна и разрабатывает современные IT-продукты своими силами. В объединении на базе УП «Витебск-облгаз» создан офис цифровизации, разработан цифровой двойник газовой отрасли, функционирует единая трехуровневая автоматизированная система, работу которой обеспечивают МПК «Мириада», «Панорама»,

«Вершина» и ряд других программных комплексов.

В республике оцифрованы все газораспределительные сети, что дает возможность отслеживать работу оборудования в режиме онлайн, снижать производственные издержки, оперативно реагировать на нештатные ситуации и обеспечивать надежность газоснабжения. Ряд онлайн-сервисов, созданных офисом цифровизации, упрощает процедуры получения услуг в газоснабжающих организациях и повышает эффективность взаимодействия с потребителями.

Развитый производственный, научно-исследовательский и промышленный потенциал позволяет ГПО «Белтопгаз» реализовывать проекты разной сложности собственными силами, способствует внедрению новых технологических решений, выпуску наукоемкой конкурентоспособной продукции, повышению уровня обслуживания населения.

В ближайшей перспективе планируется продолжить обновление основных фондов газоснабжающих организаций, реализацию проектов, имеющих первостепенное значение для устойчивости газоснабжения, внедрение мер, направленных на повышение надежности и управляемости газораспределительной системы, качества предоставляемых услуг. Одной из важнейших задач отрасли является формирование кадрового состава, способного реализовывать решения в области цифровизации и повышения конкурентоспособности.

**Поздравляем работников
и ветеранов газового хозяйства
республики с 65-летием отрасли!**

*Подготовлено по материалам
ГПО «Белтопгаз», журнала
«Энергетическая стратегия»,
официальных сайтов Минэнерго
и ГПО «Белтопгаз»*



НАЗВАНЫ ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ – 2023»



11 ноября состоялась торжественная церемония награждения победителей IX Республиканского конкурса «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь – 2023». По традиции мероприятие приурочено к международному Дню энергосбережения. Организаторами конкурса выступили Департамент по энергоэффективности Госстандарта, БЕЛТЭИ, Институт энергетики НАН Беларуси и Центр поддержки предпринимательства «Деловые медиа». Конкурс проводится ежегодно с 2015 года.

«Энергоэффективность – неразрывная часть нашей национальной безопасности, включая энергетическую, экономическую, экологическую безопасность», – подчеркнула заместитель Министра энергетики О. Ф. Прудникова на церемонии награждения и отметила, что предприятия Министерства энергетики вносят свой вклад в энергосбережение. Заместитель Министра также поздравила победителей конкурса и призвала не останавливаться на достигнутых результатах.

В ходе церемонии было вручено 69 наград предприятиям и организациям разных отраслей экономики, занимающим лидирующие позиции в продвижении приоритетов энергоэффективности, ресурсосбережения и экологичности.

Предприятия энергетической сферы стали лауреатами конкурса в следующих номинациях:

«Предприятие года – лидер энергоэффективности»: РУП «Минск-



энерго», РУП «Витебскэнерго», УП «Витебскоблгаз», ОАО «Белсельэлектросетьстрой», УП «МИНГАЗ», УП «Гроднооблгаз» (дипломы 1-й степени);

«Энергоэффективный продукт года»: Учебный центр РУП «Витебскэнерго», РПУП «Гомельоблгаз», УП «Ви-

тебскоблгаз», ОАО «Белсельэлектросетьстрой», УП «МИНГАЗ» (дипломы 1-й степени); РУП «Белгазтехника» (диплом 2-й степени); УП «МИНСКОБЛГАЗ» (дипломы 1-й и 3-й степени);

«Зеленые» технологии и продукты» и «Энергоэффективные здания и сооружения, веденные



в эксплуатацию: УП «Витебскоблгаз» (дипломы 2-й и 3-й степени соответственно);

«Использование электрической энергии для повышения эффективности энергосистемы Беларуси»: УП «Витебскоблгаз» (диплом 1-й степени); РУП «Гродноэнерго» (диплом 2-й степени);

«Энергоэффективная технология года»: РПУП «Гомельоблгаз» (дипломы 1-й и 2-й степени); филиал «Белоозерск-энергоремонт» РУП «Брестэнерго», УП «МИНСКОБЛГАЗ» (дипломы 1-й степени); РУП «Гродноэнерго», ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры» (дипломы 2-й степени); УП «Витебскоблгаз», РУП «Могилевоблгаз», УП «МИНГАЗ» (дипломы 3-й степени);

«Цифровая трансформация, автоматизация, умные технологии»: УП «Брестоблгаз», Учебный центр РУП «Витебскэнерго», филиал «Мозырские электрические сети» РУП «Гомельэнерго» (дипломы 1-й

степени); УП «МИНСКОБЛГАЗ» (дипломы 1-й и 3-й степени);

«Технология, проект года на основе ВИЭ»: УП «МИНСКОБЛГАЗ», УП «Витебскоблгаз» (дипломы 1-й степени); НИИ «Белгипротопгаз» (диплом 2-й степени).

Гран-при за значительный вклад в развитие эффективной электроэнергетики получило РУП «Минскэнерго».

Специальным дипломом за успешное выполнение в 2023 году задания по энергосбережению в номинации «Самые активные ведомственные структуры в сфере энергосбережения» было отмечено ГПО «Белтопгаз».

Поздравляем победителей и лауреатов конкурса!



ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Водород как энергоноситель выполняет роль важного инструмента по сокращению выбросов парниковых газов, декарбонизации энергетики, транспортного сектора и промышленности. Именно водород сегодня находится в центре мировой энергетической повестки, и даже самые консервативные оценки говорят о том, что к 2050 году его роль в энергобалансе может составить порядка 18–20 %. Фактически он будет сопоставим с такими энергоносителями, как газ, нефть и уголь.

Роль водорода в энергобалансе будет возрастать по ряду причин. Во-первых, в мире идет процесс декарбонизации, перехода к безуглеродной энергетике. Во-вторых, остро стоит вопрос сбалансированности систем, построенных на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Для того чтобы обеспечить надежность такой энергосистемы, необходимо отработать технологии хранения энергии. В связи с этим роль водорода как элемента системы хранения также будет расти. В-третьих, все государства стремятся к энергобезопасности и энергонезависимости.

Принято выделять «цветовые» разновидности водорода, соответствующие способу его получения и степени экологичности.

В настоящее время порядка 75 % объема мирового производства водорода приходится на «серый» водород. Для его получения природный газ нагревают и смешивают с паром,

Таблица 1. Заявленные национальные цели по сокращению выбросов парниковых газов

Страна	Декларируемое сокращение выбросов
США	К 2025 году – на 26–28 % от уровня 2005 года
Канада	К 2030 году – на 30 % от уровня 2005 года
Германия	К 2030 году – на 40–55 %, к 2050 году – на 80–95 % от уровня 1990 года
Франция	К 2030 году – на 40 % от уровня 1990 года
Норвегия	К 2030 году – на 40 % от уровня 1990 года
Бразилия	К 2025 году – на 40 % от уровня 2005 года
Мексика	К 2030 году – на 22–36 % от базовой линии
Китай	К 2030 году сократить удельные выбросы парниковых газов на 1 доллар ВВП на 65 % с выходом на пик по абсолютной величине выбросов не позднее 2030 года
Австралия	К 2030 году – на 26–28 % от уровня 2005 года

Источник: Энергетический центр МШУ «Сколково»

что является самым дешевым и одновременно наименее экологичным способом производства, так как при этом выделяется большое количество углекислого газа.

Более 20 % относится к «коричневому» («бурому») водороду. Его по-

лучают путем газификации угля. Этот метод также оставляет после себя парниковые газы. «Голубой» водород получают из природного газа, при этом вредные отходы улавливаются для вторичного использования. Тем не менее идеально чистым этот метод назвать нельзя, поскольку диоксид углерода нужно утилизировать, а это снижает экономическую эффективность энергетике. «Розовый» («красный») водород производят при помощи атомной энергии.

Для получения «бирюзового» водорода природный газ нагревают до 900 °С в вакууме. Побочным продуктом такого метода производства является твердый углерод, который можно использовать в промышленности и легко утилизировать. Но самым экологически чистым считается «зеленый» водород – он производится на ВИЭ методом электролиза воды. Для этого необходимы вода, электролизер и большое количество электроэнергии. Именно на «зеленый» водород делают ставку в альтернативной энергетике, так как он в бу-

Способы получения водорода



Источники: ACIL ALLEN Consulting, ИЦ «Энерджинет»

дущем может полностью заменить ископаемое топливо.

Водород является мощным инструментом декарбонизации тех секторов экономики, где электрификация нецелесообразна. Расширение его использования может существенно повлиять на достижение целей, заявленных странами, подписавшими Парижское соглашение по климату. Для борьбы с глобальным изменением климата ведущие страны мира, отдельные регионы и крупные корпорации декларируют свои долгосрочные стратегические цели по снижению выбросов парниковых газов или углеродного следа в выпускаемой продукции (таблица 1).

Десятку лидеров по абсолютным значениям выбросов парниковых газов составляют такие страны, как Китай, США, Индия, Россия, Япония, Германия, Южная Корея, Иран, Саудовская Аравия и Канада, на долю которых в 2021 году пришлось 68 % общих мировых выбросов.

Согласно умеренному сценарию специалистов ИЦ «Энерджинет», принятому в качестве базового, к 2025 году мировой рынок водородной энергетики должен достичь \$ 26 млрд, при этом в период 2025–2040 годов цены на водородное топливо должны снизиться с \$ 4000 до \$ 2000 за тонну.

По прогнозам компании Persistence Market Research, в период 2020–2025 годов среднегодовой рост мирового рынка водорода в целом составит 6,1 % и к концу 2025 года его стоимость достигнет \$ 200 млрд.

Следует подчеркнуть, что водородный рынок – это не только сам водород, но и способы его производства, транспортировки и использования. Это большой зарождающийся рынок разнообразной продукции машиностроения, химической промышленности и новых материалов. Оценка его объемов на нынешнем этапе весьма приближительна. В настоящее время этого рынка, по сути, нет. Почти все 90 млн т производимого в мире водорода используются на месте, для удовлетворения собственных нужд. Согласно сценарию APS (Announced Pledges Scenario) МЭА, заложенный в соответствующих стратегиях государств объем годового производства водорода должен вырасти в среднем до 150 млн т в 2035 году и до 250 млн т – в 2050-м (таблица 2).

Таблица 2. Основные характеристики мирового рынка водорода

Показатель	Единица измерения	2020	2025	2035	2050
Производство энергии	ЭДж	589	620	661	674
Производство водорода	млн т	90	105	150	250
Доля энергетического водорода	%	1	5	25	50
Себестоимость взвешенная	\$ /кг	1,22	1,55	2,05	2,37
Общая себестоимость	\$ млрд	1	8	77	296
Экспорт водорода из РФ	млн т	0	0,2	2–12	15–50
Доля экспорта РФ на мировом рынке водорода	%	0	4	5–32	12–40

Источник: МЭА

Таблица 3. Выдержки из водородных стратегий некоторых стран мира

Страна	Название стратегии	Ориентиры
Япония	Базовая водородная стратегия 2017 года	Технологическая демонстрация возможности хранения и транспортировки водорода из-за рубежа к 2022 году; внедрение полномасштабного производства «зеленого» водорода в объеме 300 тыс. т примерно к 2030 году; реализация полноценного внутреннего использования водорода, не содержащего двуокиси углерода, в объеме 3–5 млн т примерно к 2050 году
ЕС	Развитие водородной стратегии для достижения цели климатически нейтральной Европы	Производство «зеленого» водорода к 2024 году в объеме до 1 млн т в год, к 2030 году – до 10 млн т в год, с 2030 по 2050 год – в системно значимых масштабах
Германия	Национальная водородная стратегия 2020 года	Производство до 152 тыс. т в год «зеленого» водорода к 2030 году
Франция	Национальная стратегия развития декарбонизации и водородной энергетики Франции	Производство около 197 тыс. т в год низкоуглеродного водорода к 2030 году, которое на 30 % основывается на производстве с применением атомной энергии
Россия	Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации	Запуск к 2024 году пилотных проектов с применением технологии улавливания и использования углекислого газа, а также электролиза воды; производство водорода на экспорт в объеме до 2 млн т в 2035 году, выход на серийное производство чистого водорода; поставка 15 млн т водорода на экспорт к 2050 году; переход на масштабное использование «зеленого» водорода за счет удешевления технологии производства на ВИЭ

Из приведенных данных видно, что официально декларируемая доля водородной энергетики в мировом масштабе в 2050 году в лучшем случае составит 0,5 % в массовом (в пересчете на тонны условного топлива), 2 % в энергетическом и 2,5 % в денежном исчислении. С финансовой точки зрения такая доля соответствует уровню сегодняшнего рынка каменного угля, с точки зрения энергоемкости – уровню рынка гидроэнергетики.

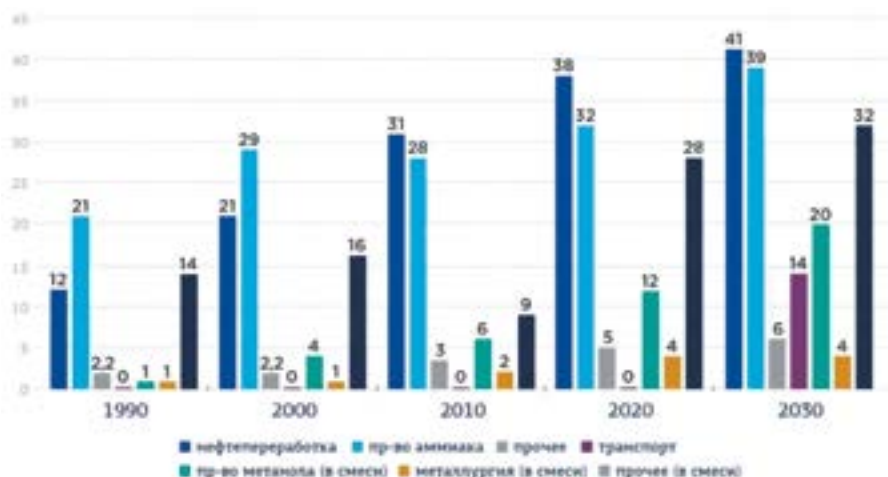
По прогнозу МЭА, к 2030 году общее потребление чистого водорода и водорода в смеси в мире составит 156 млн т,

что на 37 млн т превышает нынешний объем потребления этого продукта, оцениваемый в 119 млн т.

Несмотря на мировую тенденцию перехода на возобновляемые источники, большая доля технологий производства водорода в ближайшее время будет основываться на его получении из ископаемого сырья с улавливанием углекислого газа. Этот факт находит подтверждение в действующих национальных водородных стратегиях (см. таблицу 3).

Анализ водородных стратегий позволяет заключить, что начало мас-

Динамика потребления чистого водорода и водорода в смеси в мире по сегментам производства, млн т



Источник: МЭА

штабного производства чистого водорода в большинстве стран намечено на 2030-е годы. При этом в переходный период (до 2050-х годов) политика большинства стран в области применения водорода в качестве

энергоносителя не будет направлена на производство исключительно «зеленого» водорода. Как правило, страны намерены реализовывать декарбонизацию промышленности за счет сочетания нескольких произ-

водственных процессов, в том числе с использованием технологии улавливания CO₂ и атомной энергетики.

Свои стратегии, концепции и дорожные карты в сфере водородной энергетики обнародовали более 20 стран и объединений. Условно производителей водорода можно разделить на три группы:

- ориентированные на внутреннее производство и/или импорт водорода – страны Евросоюза (в частности, Германия), Япония, Республика Корея и др.;
- ориентированные на внутреннее производство и экспорт водорода – Россия, Австралия, Чили и др.;
- ориентированные на внутреннее производство и потребление водорода – Великобритания, Китай.

По материалам компании
DELOVOY PROFIL Group

К сведению

Топ-10 перспективных водородных технологий

Ранг	Технологии	Индекс значимости	Этап цепочки создания стоимости
1	Топливные элементы (ячейки) на основе водорода (электрохимические генераторы)	1.00	
2	Материалы для водородных компонентов	0.85	
3	Производство водорода на основе солнечной энергии	0.47	
4	Паровая конверсия метана (на основе природного газа)	0.38	
5	Крупные промышленные установки для производства водорода	0.35	
6	Подземная газификация угля	0.33	
7	Системы и методы хранения водорода (в газобразном, жидком виде, гибридные системы и др.)	0.28	
8	Автотранспорт на водородных топливных элементах	0.17	
9	Электрохимический метод получения водорода (электролиз)	0.17	
10	Технологии производства «зеленого» водорода	0.16	



Производство



Хранение



Потребление

Источник: данные Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ



УДК 621.311.25:621.039.58(476)

П.К. НАГУЛА,
к.т.н., заведующий
лабораторией
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
nagulapk@mail.ru



Д.Л. ТРЕТИННИКОВ,
старший научный
сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
trdl@list.ru



А.В. ДОЙНИКОВА,
научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
sirius1991dav_asa@mail.ru



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОРОДНОЙ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ НА БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Аннотация

Обеспечение водородной взрывозащиты является одной из ключевых задач для сохранения целостности защитного ограждения АЭС при тяжелых за- проектных авариях и недопущения выхода радиоак- тивности во внешнюю среду. В статье представлена информация о международных стратегиях и реко- мендациях по водородной безопасности АЭС. Рас- смотрены критерии оценки вероятности горения и взрыва водородсодержащей воздушной смеси в объ- еме защитной оболочки станции, а также устройство и основные преимущества применения пассивных каталитических рекомбинаторов водорода.

Ключевые слова: атомная электростанция, защитная оболочка, тяжелая авария, водородная безопасность, горение, пассивный каталитический рекомбинатор водорода

Annotation

Hydrogen safety is a priority task in maintaining the integrity of nuclear power plant containment during severe beyond design basis accidents and in preventing the release of radioactivity into the external environment. The article provides information on international strategies and recommendations for hydrogen safety of NPP. Criteria for assessing the probability of combustion and explosion of a hydrogen-containing air mixture in the containment of NPP are considered, as well as the design and main advantages of using passive catalytic hydrogen recombiners.

Keywords: nuclear power plant, containment, severe accident, hydrogen safety, combustion, passive catalytic hydrogen recombiner

Статья поступила в редакцию 10 ноября 2023 года

Часть 1

Концепция безопасности атомной станции в рамках проекта «АЭС-2006», к которому относится и Белору- ская АЭС, основана на принципе глубокоэшелони- рованной защиты, предусматривающем применение системы последовательных физических барьеров на пути распро- странения ионизирующего излучения и радиоактивных ве- ществ в окружающую среду. Последним, четвертым из этих барьеров является система защитных герметичных огра- ждений – защитная оболочка здания реактора (ЗО). Это ло- кализующая система безопасности, состоящая из двух обо- лочек – внутренней и внешней, ограждающих пространство вокруг реакторной установки. ЗО предназначена для исклю- чения или ограничения выхода радиоактивности в окружа- ющую среду и физической защиты реакторного отделения от внешних воздействий.

При протекании тяжелой аварии (ТА) – запроектной аварии с плавлением ядерного топлива – в результате мно- жественного отказа систем безопасности в объем реактора

и в помещения под ЗО поступает водород, который при на- коплении может образовать горючую смесь с воздухом. Такие аварии являются наиболее опасными, поскольку возникновение горения или взрыва водородсодержащей смеси (ВСС) представляет потенциальную угрозу целост- ности герметичных ограждений.

После аварий на АЭС «Три-Майл-Айленд» (США) в 1979 году и на Чернобыльской АЭС в 1986-м была инициирована разработка международных исследовательских программ по изучению водородной безопасности [1]. В результате был принят ряд стратегий по минимизации водородной опас- ности, представленных в документах МАГАТЭ [2, 3], в ко- торых определены доступные варианты снижения риска образования взрывоопасной ВСС в помещениях ЗО: пред- намеренное воспламенение, инертизация, смешивание и вентиляция атмосферы ЗО, а также каталитическая ре- комбинация водорода.

Первоначально в качестве основного варианта снижения концентрации водорода в ВСС рассматривали ее разбав- ление инертными газами (азотом, углекислым газом) или во-

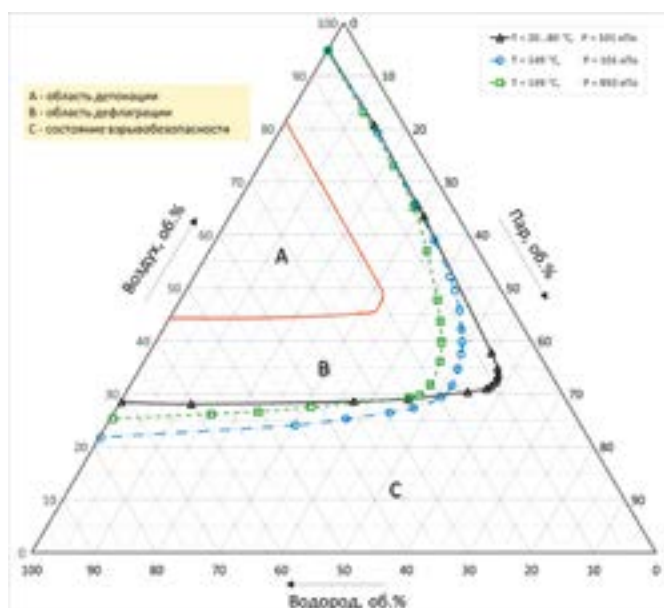


Рис. 1. Треугольная диаграмма Шапиро – Моффетти

дным паром. Исследования показали, что для надежного предотвращения воспламенения и распространения пламени в ВСС концентрация CO_2 или H_2O (пара) по объему должна превышать 60 об. %, а N_2 – 70 об. % [4]. Вместе с тем нагнетание газа или пара таких высоких концентраций труднореализуемо и может иметь негативные последствия из-за повышения давления в объеме ЗО.

В середине 1980-х годов была разработана технология, основанная на каталитическом окислении газообразного водорода кислородом, содержащимся в воздухе, с образованием водяного пара. В результате концентрация водорода снижается до уровня, исключающего возможность взрыва. Для этого используются специальные устройства – пассивные каталитические рекомбинаторы водорода (ПКРВ). Они применяются на большинстве российских и зарубежных атомных электростанций. На Белорусской АЭС ПКРВ входит в состав системы удаления водорода из ЗО.

Использование ПКРВ является одним из наиболее эффективных способов снижения концентрации водорода в объеме ЗО АЭС и рекомендовано МАГАТЭ [3].

Оценка вероятности горения и взрыва ВСС при тяжелой аварии

Основными источниками водорода при ТА являются металловодные реакции окисления циркония и стали и взаимодействие расплавленного коридума с конструкционным бетоном. Эти процессы могут приводить к выбросу большого количества водорода, а также угарного газа.

Экспериментально установлено, что для возникновения горения или взрыва ВСС необходимо критическое сочетание концентраций ее компонентов: горючего (H_2 , CO), окислителя (O_2) и флегматизаторов (H_2O , CO_2 , N_2). Под флегматизацией понимается разбавление ВСС путем введения в нее негорючих газов, например инертных (инертизация), или водяного пара до состояния, исключающего распространение пламени по смеси.

Рассчитав концентрационное распределение компонентов смеси по объему, можно с использованием треугольной диаграммы Шапиро – Моффетти установить точку состояния ВСС в определенном помещении ЗО в определенный момент времени (рис. 1) [5].

В количественном отношении возможность дефлаграции (воспламенения) и/или детонации ВСС в ЗО определяется скоростью образования водорода и его общим количеством, а также скоростью поступления и конденсации водяного пара.

Для обеспечения условий взрывобезопасности важна не только общая масса выделившегося водорода, но и его локальная концентрация. В начальные моменты протекания аварии максимальная концентрация водорода в ЗО будет наблюдаться в местах разгерметизации реакторного контура. Учитывая высокую летучесть и диффузионность газообразного водорода, следует ожидать достаточно быстрого его распространения по всему объему ЗО.

Возможность образования взрывоопасных смесей зависит также от размера и формы реагирующего объема, уровня турбулентности потока и наличия стенок, флегматизирующих и иницирующих факторов, полноты перемешивания компонентов газовой смеси и наличия источника воспламенения. В свою очередь, распределение водорода в пространстве (функция координат и времени) зависит от локализации течи в ЗО.

Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода

Расположение и общее количество ПКРВ внутри здания реактора определяется на этапе проектирования АЭС с помощью расчетного анализа ряда консервативных сценариев протекания ТА с наиболее неблагоприятными сочетаниями параметров, приводящих к образованию взрывоопасной ВСС. При этом определяющими аспектами являются: локализация предполагаемого места выброса; прогнозируемая скорость выделения водорода; оценка концентрационного распределения водорода по объему; геометрия и эксплуатационные ограничения зон обслуживания рекомбинаторов, а также их доступность.

Основным преимуществом ПКРВ является пассивный характер его работы – для запуска устройства или поддержания процесса рекомбинации не требуется внешнее вмешательство оператора. ПКРВ не зависит от функционирования датчиков и не нуждается во внешнем источнике энергии. Кроме того, он способен инициировать реакцию рекомбинации (удаление водорода) при очень низких концентрациях, что обеспечивает существенное снижение значения пика концентрации водорода в ЗО. Конвективный характер работы ПКРВ также можно использовать для улучшения перемешивания атмосферы ЗО.

В настоящее время в западных странах существует три основных разработчика рекомбинаторов: компании Atomic Energy Canada Ltd (AECL, с 2011 года принадлежит SNC-Lavalin Group, Канада), Framatome (в 2001–2018 годах Areva NP, Франция) и Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH (ФРГ) [6–8].



Рис. 2. Рекомбинатор FR90/1-1500 производства Framatome/AREVA:

А – вид корпуса (1) с блоком катализатора (2) в нижней части, входным (3) и выходным (4) отверстиями; В – вид снизу блока (2) с каталитическими пластинами (5)



В России разработка рекомбинаторов водорода проводилась в 2006–2008 годах при научном сопровождении Всероссийского теплотехнического института (ОАО «ВТИ») с использованием результатов многолетних исследований и испытаний различных образцов катализаторов и прототипов устройств. В настоящее время рекомбинаторы выпускает Инвестиционная научно-производственная компания «Русские Энергетические Технологии» (ООО ИНПК «РЭТ») [9].

Конструктивно ПКРВ представляет собой металлический прямоугольный корпус, имеющий открытый входной участок снизу и перфорированное выходное отверстие в верхней части. Как правило, блок катализатора размещен в нижней части устройства (рис. 2), но в некоторых конструкциях он может располагаться и в нижней, и в средней части (рис. 3). Для обслуживания блок катализатора можно извлекать из корпуса.

Каталитические элементы (пластины или стержни, установленные в рамки) расположены в блоке параллельно и с фиксированным зазором. Для увеличения площади каталитической поверхности их обычно покрывают высокопористой основой. На нее очень тонким слоем (толщина покрытия имеет субмикронный порядок) наносят катализатор, в качестве которого используются благородные металлы – платина и/или палладий (Pt, Pd). Тепло, выделяемое при реакции, создает конвекционный восходящий поток через корпус и способствует перемешиванию газовой среды внутри помещений 3О.

В соответствии с требованиями норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности АЭС не допускается, чтобы сам ПКРВ мог быть источником инициирования горения ВСС. В правильно спроектированных рекомбинаторах экзотермическая реакция не приводит к перегреву каталитических элементов и, следовательно, к непреднамеренному воспламенению ВСС.

При протекании ТА выделившийся водород непрерывно удаляется с помощью ПКРВ до тех пор, пока его концентрация в объеме 3О не упадет значительно ниже концентрационных пределов детонации. Таким образом, вероятность образования взрывоопасных смесей, представляющих



Рис. 3. Рекомбинатор РВК-3 производства ООО ИНПК «РЭТ»:

1 – корпус с блоками катализатора в нижней и средней части; 2 – каталитический блок с рамками; 3 – рамка с цилиндрическими стержнями катализатора

угрозу целостности герметичного ограждения, сводится к минимуму, а горение ВСС может возникнуть только в локальных зонах скопления водорода на непродолжительное время. Это подтверждается экспериментальными исследованиями и расчетно-аналитическими обоснованиями водородной безопасности АЭС с использованием специализированных программных средств.

Список литературы

1. Generic approach for designing and implementing a passive autocatalytic recombiner PAR-system in nuclear power plant containments / E. Bachellerie [et al.] // *Nuclear Engineering and Design*. – 2003. – Vol. 221, iss. 1–3. – P. 151–165. [https://doi.org/10.1016/S0029-5493\(02\)00330-8](https://doi.org/10.1016/S0029-5493(02)00330-8).
2. Mitigation of hydrogen hazards in water cooled power reactors, IAEA-TECDOC-1196. – Vienna: IAEA, 2001. – 48 p.
3. Mitigation of hydrogen hazards in severe accidents in nuclear power plants, IAEA-TECDOC-1661. – Vienna: IAEA, 2011. – 172 p.
4. Tsai, S.S. For inerting criteria for hydrogen-air mixtures / S.S. Tsai, N.J. Liparulo // *Proc. of the 2nd International workshop on the impact of hydrogen on water reactor safety*, Albuquerque, N.M. (USA), 3–7 Oct. 1982. – 1982. – Vol. 16, iss. 23. – P. 727–740.
5. Shapiro, Z.M. Hydrogen flammability data and application to PWR loss-of-coolant accident: Report WAPD-SC-545 [Electronic resource] / Z.M. Shapiro, T.R. Moffette; Westinghouse Electric Corp. – Pittsburgh, 1957. – Mode of access: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1024816/m2/1/high_res_d/4327402.pdf. – Date of access: 22.09.2023.
6. Hydrogen recombiner development at EACL / W.A. Dewit [et al.] // *Proceedings of NEA/CSNI Workshop on the Implementation of Hydrogen Mitigation Techniques*. – 1996. – P. 297–314.
7. Passive Autocatalytic Recombiner. Combustible Gas Control System [Electronic resource] // Framatome. – Mode of access: https://www.framatome.com/solutions-portfolio/docs/default-source/default-document-library/product-sheets/a0642-p-ge-g-en-201908-par.pdf?sfvrsn=748c9be2_2. – Date of access: 27.09.2023.
8. Passive Autocatalytic Recombiner – NIS-PAR [Electronic resource] // Siempelkamp. – Mode of access: <https://www.siempelkamp-nis.com/en/products-and-services/nuclear-and-decommissioning/new-construction-and-retrofitting/nis-par>. – Date of access: 27.09.2023.
9. Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода [Электронный ресурс] // Русские энергетические технологии. – Режим доступа: <https://www.retech.ru/krkv>. – Дата доступа: 27.09.2023.

О.М. ТИМОШЕНКО,
психолог I категории филиала «Учебный
центр подготовки, повышения
квалификации и переподготовки кадров
энергетики» РУП «Минскэнерго»



ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ

**За безопасность необходимо платить,
а за ее отсутствие – расплачиваться.**

Уинстон Черчилль

На протяжении последнего десятилетия концепция культуры безопасности как главного инструмента предупреждения производственного травматизма и профессиональных заболеваний является предметом дискуссий и изучения во многих отраслях экономики. Это результат осознания обществом того, что наряду с необходимостью создания технических систем безопасности важно обеспечить формирование отношения работников к безопасности как к безусловному приоритету.

По оценкам Международной организации труда, ежегодно регистрируется 340 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн случаев профзаболеваний. Основной причиной такого положения дел является неразвитая культура безопасности и пренебрежение стандартами охраны труда – многие люди и на производстве, и в быту не уделяют им должного внимания.

Безопасность на рабочих местах начинается с культуры безопасности [1]. Следование ее принципам способствует успешной деятельности в долгосрочной перспективе. С повышением культуры безопасности возрастает трудовая и производственная дисциплина, снижается уровень травматизма и аварийности, количество вынужденных простоев и брака, увеличивается надежность всех процессов, эффективность, качество и производительность труда.

Культура безопасности: критерии и признаки

Понятия «культура» и «безопасность» впервые были объединены Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1986 году в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Тогда эксперты признали, что одной из основных причин катастрофы явилось отсутствие культуры безопасности.

По определению Международной консультативной группы по ядерной безопасности (JNSAG) при генеральном директоре МАГАТЭ, культура безопасности – это такой набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что проблемам безопасности атомной станции, как обладающим высшим приоритетом, уделяется внимание, определяемое их значимостью [2].

Наиболее часто применяется краткое и содержательное определение профессора Стэнли Дитца: «Культура безопасности – это такая культура поведения, когда работник выполняет все инструкции, правила и регламенты в тот момент, когда за ним никто не наблюдает» [3].

Таким образом, в основе культуры безопасности – жизненная позиция, выражаемая в отношении к безопасности как к непреходящей ценности и разделяемая персоналом организации на всех уровнях. Она подразумевает осознание каждым работником рисков, связанных с деятельностью организации, а также постоянную оценку поведения, влияющего на безопасность.

Уровень культуры безопасности определяется следующими критериями:

- надежностью и эффективностью действий работника, направленных на предупреждение возможных ошибок и минимизацию их последствий на организационном этапе и в процессе выполнения работ;
- атмосферой доверия, позволяющей персоналу открыто и свободно получать и предоставлять информацию, имеющую отношение к безопасности;

СПРАВОЧНО

Наиболее распространенной причиной несчастных случаев является нарушение трудовой дисциплины, требований НПА, ТНПА и ЛНА по охране труда. Анализ причин несчастных случаев показывает их прямую зависимость от мотивированности и личной ответственности за выполнение норм и требований по охране труда работников среднего руководящего звена и организации в целом [7].



Таблица 1. Признаки культуры безопасности [2]

Признак	Пояснение
Ответственность	Установление и описание ответственности организации, должностных обязанностей сотрудников и понимание их отдельными лицами
Приверженность	Демонстрация высокого приоритета безопасности на уровне руководства и признание общих целей безопасности всеми работниками
Мотивация	Использование гибких методов управления, постановка целей, создание системы поощрений и наказаний, формирование внутренней позиции каждого работника
Надзор (контроль)	Практика ревизий и экспертиз, готовность реагировать на критическую позицию отдельных лиц
Личное осознание	Понимание важности обеспечения безопасности
Знания и компетентность (профессионализм)	Профессиональная подготовка, инструктаж персонала, его самоподготовка и общая культура

Таблица 2. Признаки позитивной культуры безопасности

Признак	Пояснение
Управляемость всех процессов деятельности, связанных с безопасностью, ведущая роль руководителя в ресурсном обеспечении этих процессов	Осознание и уверенность исполнительского персонала в том, что процессы, связанные с безопасностью, находятся под управлением руководства; приоритет безопасности в действиях персонала; демонстрация руководителями всех уровней личной приверженности безопасности
Двусторонняя (по вертикали и по горизонтали) коммуникация между работниками смежных видов деятельности с предоставлением достаточного числа каналов обмена информацией	Организация системы внутренних докладов о состоянии безопасности, инициируемых исполнительским персоналом; доступность руководителей всех уровней, их активный отклик на озабоченность персонала вопросами безопасности; развитие систем доступной связи и обмена информацией, полнота информации в области безопасности; обеспечение любого взаимодействия персонала, связанного с безопасностью, каналами связи
Вовлечение персонала в решение проблем безопасности в сфере ответственности каждого отдельного работника и всего коллектива	Привлечение персонала к обсуждению проблем на совещаниях и собраниях, к регламентации изменений, вносимых в производственные или технологические процессы; непосредственное общение с персоналом на рабочих местах; моральное и материальное стимулирование деятельности в области повышения безопасности; направление работников на обучение или организация обучения на месте при необходимости
Выявление проблем безопасности и непрерывное отслеживание их решения, анализ всех случаев нарушения безопасности в целях накопления опыта для их предупреждения	Создание системы мониторинга культуры безопасности; периодическое изучение отношения персонала к состоянию безопасности в организации и мероприятиям по уменьшению последствий возможных нарушений; развитие системы служебного расследования и анализа нарушений правил безопасности
Признание существования системных причин нарушения безопасности, перенос акцента с ошибки конкретного человека как причины небезопасного события на типичные ошибки персонала как симптом наличия проблем в системе	Формирование атмосферы доверия; осознание персоналом своей ответственности; создание правил и процедур классификации выявляемых недостатков (неисправностей) и их учета, а также дисциплинарного воздействия на персонал, ответственный за эти недостатки (неисправности)

● статусом и уровнем жизни личности, социально-психологическим климатом в семье и в коллективе, идеологией, философией и ценностями общества [4].

Основные признаки культуры безопасности приведены в таблице 1.

Культура безопасности формируется непосредственно на рабочих

местах и выражается в следующих показателях:

- качество персонала (общая и корпоративная культура, воспитание, образование, профессионализм, идеология и психология безопасности);
- качество оборудования (безопасность, эксплуатационная надежность, эргономичность и эстетичность);

● качество технологических процессов (безопасность, четкость документального оформления, а также оформления организационно-распорядительных документов и наглядной агитации).

Формирование культуры безопасности происходит на двух основных уровнях: индивидуальном (работник) и организационном (организация в целом) [5].

Индивидуальная культура безопасности выражается в формировании у работника таких качеств, как осознание приоритета безопасности, следование нормам безопасного поведения, четкое представление о безопасных и опасных ситуациях и способах действия, а также ответственности, дисциплинированности и других личностно-профессиональных качеств.

Организационная, или корпоративная, культура безопасности – это нормы и ценности, которые разделяются абсолютным большинством членов организации, а также внешние их проявления (корпоративное поведение). Организационная культура предполагает не только формальное соблюдение дресс-кода, стиля оформления рабочего пространства и правил взаимодействия с персоналом, но и неформальные ценности и установки коллектива, стиль принятия решений, общения и разрешения конфликтов – в той мере, в которой все это способствует достижению целей организации.

Позитивная культура безопасности

В зависимости от характера влияния на общую результативность деятельности организации выделяют «положительную» («позитивную») и «отрицательную» («негативную») корпоративную культуру [6]. Позитивной принято считать такую духовную атмосферу, которая формирует у персонала образ мышления, характеризующийся высокой ответственностью за свои действия и осознанием их возможных последствий для безопасности.

Признаки позитивной культуры безопасности охарактеризованы в таблице 2.

Таким образом, при формировании устойчивой культуры безопасности на предприятии руководители должны демонстрировать более широкий подход к управлению, сочетая фор-

мнения и ценности каждого работника, является важным фактором достижения производственной безопасности.

Заключение

Для успешного формирования культуры безопасности в организации необходимо обеспечить эффективное сотрудничество руководителя и персонала и двустороннюю информированность на всех уровнях. И то, и другое зависит от морально-психологического климата в организации. В конечном итоге высокий уровень культуры безопасности предполагает систематическое выполнение действий, нацеленных на создание технической, социальной и организационной системы высокого качества.



мальные методы (выделение времени на необходимые профилактические работы по охране труда или расследование несчастных случаев) с неформальными (личные встречи с персоналом для обсуждения вопросов безопасности и производительности труда). Культура охраны труда – это результат совместных усилий руководства и персонала по созданию безопасного климата в организации и заботы о его поддержании [6].

Концепция нулевого травматизма как составляющая высокой культуры безопасности

Важной составляющей общей культуры безопасности в энергетической отрасли является соблюдение «золотых» правил Концепции нулевого травматизма (Vision Zero), представленных на рисунке. Концепция, разработанная Международной ассоциацией социального обеспечения (МАСО), объединяет три направления – безопасность, гигиену труда и благополучие работников на всех уровнях производства. Основная цель Vision Zero – вовлечение персонала в обеспечение безопасных условий труда с использованием современных методов, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Правила Концепции являются универсальными и подходят для всех организаций [3].

Концепция нулевого травматизма определяет безопасные условия труда не как самоцель, а как результат, воз-

никающий в процессе взаимодействия. Внедрение Концепции формирует у персонала культуру безопасности, что оказывает положительное влияние на безопасность каждого члена коллектива и на эффективность производственного процесса в целом.

Высокая культура безопасности выражается в следующих преимуществах [3]:

- у персонала формируется четкое представление о безопасности как об одной из основных ценностей;
- повышается уровень соблюдения защитных мер безопасности;
- коллектив признает важную роль эффективных мер безопасности в успехе деятельности;
- сотрудники участвуют в решении задач в области обеспечения безопасности и несут за это ответственность;
- снижается риск возникновения инцидентов и нарушений в области обеспечения безопасности;
- повышается способность сотрудников выявлять подозрительные поведенческие характеристики/действия и сообщать о них;
- сотрудники глубже осознают свою ответственность за обеспечение безопасности;
- улучшается планирование и выполнение работ;
- уровень безопасности повышается без значительных расходов;
- более эффективно работают руководители и персонал;
- обеспечивается защита от риска возникновения несчастных случаев.

Таким образом, культура безопасности, оказывая влияние на поведение,

Список литературы

1. Абрамова, В.Н. Организационная психология, организационная культура и культура безопасности в атомной энергетике. Часть I. Психология и методы оценки организационной культуры и культуры безопасности на атомных станциях / В.Н. Абрамова. – М.: Обнинск: ИГ–СОЦИН, 2009. – 258 с.
2. Ташлыков, О.Л. Основы ядерной энергетики: учеб. пособие / О.Л. Ташлыков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 212 с.
3. Демченко, В. Навигатор по основам культуры безопасности [Электронный ресурс] / В. Демченко, Ю. Сотникова // Нефтегазстройпрофсоюз России, ROGWU.RU. – М., 2021. – 55 с. – Режим доступа: https://www.rogwu.ru/content/bl_files_docs/КБ%2004.04.19%20на%2014.40%20окончат.pdf. – Дата доступа: 21.07.2023.
4. Культура безопасности. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности [Электронный ресурс] // Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4 / МАГАТЭ. – Вена, 1991. – 51 с. – Режим доступа: <http://бжд.pdf/data/documents/KB-Doklad-Mezhdunarodnoy-konsultativnoy-gruppy-Magat.pdf>. – Дата доступа: 15.06.2023.
5. Грачев, А.А. Организационный подход к формированию культуры безопасности работника / А.А. Грачев // Знание. Понимание. Умение. – 2014. – № 1. – С. 276–287.
6. Культура безопасности [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Safety_culture. – Дата доступа: 21.07.2023.
7. Анализ травматизма, произошедшего в организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго», за 2022 год [Электронный ресурс]. – https://www.energo.by/content/infocenter/actual/analiz-proizvodstvennogo-travmatizma__11487. – Дата доступа: 29.06.2023.



С.А. ВЫСОЦКАЯ,
психолог филиала «Минские электрические сети»
РУП «Минскэнерго»

ПЯТЬ ФУНКЦИЙ ЭФФЕКТИВНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Особенностью деятельности руководителя является необходимость одновременно решать как профессиональные задачи, так и задачи психологического плана, в которые входят мотивация коллектива, достижение удовлетворенности работой, поддержание собственного авторитета. Как формируется профессионально-психологическая готовность управленца к работе с персоналом? Как руководитель справляется с психологическими проблемами? Будем разбираться!

Начнем с притчи, отражающей интересующую нас проблему в виде метафоры.

Когда-то давно один Мудрец открыл своему ученику жизненную истину:

– В каждом человеке идет борьба, похожая на борьбу двух волков. Один волк представляет зло: зависть, ревность, сожаление, эгоизм, амбиции, ложь. Другой представляет добро: мир, любовь, надежду, истину, доброту и верность.

Ученик задумался, а потом спросил:

– А какой волк в конце побеждает?

Мудрец улыбнулся и ответил:

– Всегда побеждает тот волк, которого вы кормите.

Руководитель в энергетической отрасли – тот же Мудрец. Чтобы управлять любым персоналом, он должен быть внимателен не только к работникам, но и к самому себе, своим сильным и слабым сторонам. И совершенствовать навыки руководства – «кормить волка» – таким образом, чтобы сильная сторона побеждала. Это и значит быть эффективным руководителем.

Управленцами становятся, как правило, опытные специалисты, люди со сформировавшейся профессиональной идентичностью. С переходом на руководящие позиции не только увеличиваются их полномочия – изменяются также функции и обязанности, а с ними появляются дополнительные психологические нагрузки. Возникает потребность в признании со стороны подчиненных, стремление самоут-

вердиться, самоактуализироваться в новой роли. Как показывает практика, психологические проблемы, обусловленные содержанием и особенностями процесса профессионального самоопределения, возникают у каждого руководителя.

Управленческие функции, как правило, выходят далеко за рамки обязанностей, прописанных в должностной инструкции руководителя. Поскольку мы пытаемся разобраться в психологической стороне руководства, то проанализируем лишь основные функции, выполнение которых может быть связано с личностными проблемами.

Любой управленческий процесс не обходится без планирования, организации работы, непосредственного общения с людьми в процессе руководства, а также мотивации и контроля. Соответственно, к основным функциям управленца относятся:

- стратегическая;
- администраторская;
- коммуникативно-регулирующая;
- мотивационная;
- контролирующая.

Стратегическая функция

Стратегическая функция – это планирование и формирование целей. Даже опытным управленцам бывает сложно с этим справиться, особенно когда нужно принимать решения в условиях дефицита времени.

Допустим, вам поступил звонок из вышестоящей организации с приглашением на следующий день на конференцию, где представителю вашей организации нужно будет поделиться опытом работы, выступить с докладом. Следует срочно решить, кого отправить на мероприятие. Как вы будете принимать решение – коллективно или единолично?

Коллективные (коллегиальные) решения обычно требуют больше времени и могут привести к конфликту, когда группа перекладывает все полномочия на одного по принципу: «у этого специалиста большой опыт, регалии, пусть и выступает». Однако важно помнить, что есть такое средство, как делегирование полномочий. Суть его проста: начальник не должен делать ту работу, с которой успешно справятся его подчиненные. Выгода при этом двойная: освобождается время у руководителя и возрастает самостоятельность работников, их уверенность в себе.

Делегирование полномочий эффективно, когда передающий эти полномочия умеет справляться со следующими состояниями:

1) *недоверие к персоналу*. Управленец полагает, что сделать что-либо самому надежнее, чем поручить подчиненному (ведь он обязательно надеется ошибок!). Таких «недоверчивых» можно узнать по следующим характерным признакам: они засиживаются в кабинете после официального окончания рабочего дня, постоянно загры-

жены бумажной работой, а возвращаясь из командировки (или редкого отпуска), находят свой стол заваленным корреспонденцией, документами;

2) **стремление все контролировать.** Это защитный механизм, в психологии получивший название «всемогущий контроль». Как правило, он скрывает глубинные страхи и направлен на то, чтобы избежать ощущения незащитности или беспомощности. Распознать одержимых «всемогуществом» можно по следующим признакам: они стремятся все предугадать, предусмотреть наперед, тратят много времени и сил на то, чтобы ничто не ускользнуло от их внимания, часто пребывают в плохом настроении. При этом их правила и жизненные устои очень жесткие, им сложно проявлять гибкость в общении.

Важно! Как патологическое неверие в компетентность подчиненных, так и мания тотального контроля чреваты перегрузками, выгоранием, депрессией и потерей вкуса к жизни в целом.

Администраторская функция

«Администратор» переводится с латинского как «управляющий». Администрирование является одним из важнейших направлений деятельности руководства всех уровней, в том числе в энергетической отрасли.

Применение разного рода наказаний и поощрений – это тоже составляющая администрирования. Как известно, самый распространенный способ воздействия на персонал – метод «кнута и пряника». И очевидно, что поощрять приятнее и безопаснее для психики руководителя, а вот если приходится наказывать, здесь могут возникнуть трудности и перегибы.

Частый «лозунг» нанимателей: провинившихся надо наказывать копеечкой! При этом провинившимися могут становиться буквально все, кто не согласен с точкой зрения руководителя, попал под горячую руку и т.д. Привычка к материальной «мести» приводит к кадровой текучке и нередко обращается против самого руководителя, которому не избежать жалоб.

Если вам приходится наказывать своих подчиненных, то следует поступать мудро: лучше сделать первое же наказание таким, чтобы применять его

вторично уже не потребовалось. Не забывайте также описать подчиненному желательный образец поведения.

Совет! Выбирая способ наказания, воспользуйтесь опытом японских управленцев: они наказывают подчиненных только за повторяющиеся ошибки.

Коммуникативно-регулирующая функция

Особенность этой функции в том, что руководитель не просто «общается» с коллективом. В процессе коммуникации начальника с подчиненными могут быть вскрыты проблемы и отрегулированы многие процессы в организации.

Тем не менее ошибки при общении с работниками, совершаемые руководителями, к сожалению, весьма разнообразны. Это могут быть стереотипные реакции («Это на вас похоже!», «Здесь ни на кого нельзя положиться!»), поспешные эмоциональные решения («Вы уволены!», «Вы профнепригодны!»), осуждение без осмысления ситуации («Почему вы сидите без дела?», «Почему вы не реагируете?»). А ведь работнику элементарно может быть плохо, он может быть погружен в другую задачу или принятие решения требует от него соблюдения субординации.

Рекомендуем! Будьте терпимы, учитывайте индивидуальные особенности подчиненных. Да и вообще, старайтесь почаще говорить с людьми, слушать и слышать их. И самое важное: организовать – это значит сначала оценить возможность, а уже потом ставить задачу.

Мотивационная функция

Мотивирование персонала – это создание у него заинтересованности в результатах и качестве труда. Общий смысл мотивации сводится к тому, что подчиненные «тоже люди» и у них есть свои потребности. Никто не работает за почетную грамоту или отличительный значок. Все хотят комфорта, уважения и материальной обеспеченности.

Представьте ситуацию: во время инспекционного рейда вы с группой подчиненных заблудились. Вы давно бродите по незнакомой местности, стемнело, дороги не видно, и нет сил идти

дальше. Люди начинают ненавидеть и работу, и вас – своего руководителя. Вы решаете мотивировать коллег, используя различные приемы: говорите им об общей цели, к которой необходимо стремиться, призываете исполнить трудовой долг. Однако все тщетно... Но тут ваши спутники замечают впереди огонек, и сразу все изменяется: без дополнительной мотивации, объяснений и принуждений у людей откуда-то появляются силы. Все идут на свет сами, несмотря на усталость и раздражение. Вывод таков: люди будут двигаться в ту сторону, где есть «энергия».

Помните! В современном мире и мотивация должна быть современной – руководитель обязан уметь «зажигать» персонал. А как стать «энергомотиватором» для подчиненных, ни один психолог вам не скажет – все приходит с опытом.

Контролирующая функция

Проблемы с осуществлением этой функции знакомы каждому управленцу: все хотят руководить, и никто не хочет подчиняться. Но контроль должен быть не только постоянным, но и оперативным, объективным, открытым. В свою очередь, мониторинг – это систематическое наблюдение, сбор и упорядочение информации, необходимой для управления персоналом, для принятия решений о способах воздействия на него, а также для предотвращения ухудшения обстановки в коллективе.

Как мониторинг, так и прямой контроль сотрудников помогает руководителю оценить и собственную работу, выяснить, правильно ли сформулированы и поняты поставленные им задачи, насколько он сам компетентен в том или ином вопросе.

Представьте двух руководителей, спорящих о механизмах управления. Один из них прочитал книгу «Управленческий менеджмент», а другой работает в должности директора уже 20 лет. Оба понимают, что собой представляют управленческие функции, основываются на одной и той же информации. Но первый говорит, что в основе управления – контроль персонала, а второй – что важнее мониторинг. Как вы думаете, кто из них более эффективен как руководитель? И кто у персонала в авторитете?



Парадокс! Позитивное отношение к контролю заключается в том, что контроль – не карательная акция, а проявление внимания к работнику. Ведь если вас никто не контролирует, значит, вами просто никто не интересуется. А работники, как известно, высоко ценят знаки внимания со стороны руководства.

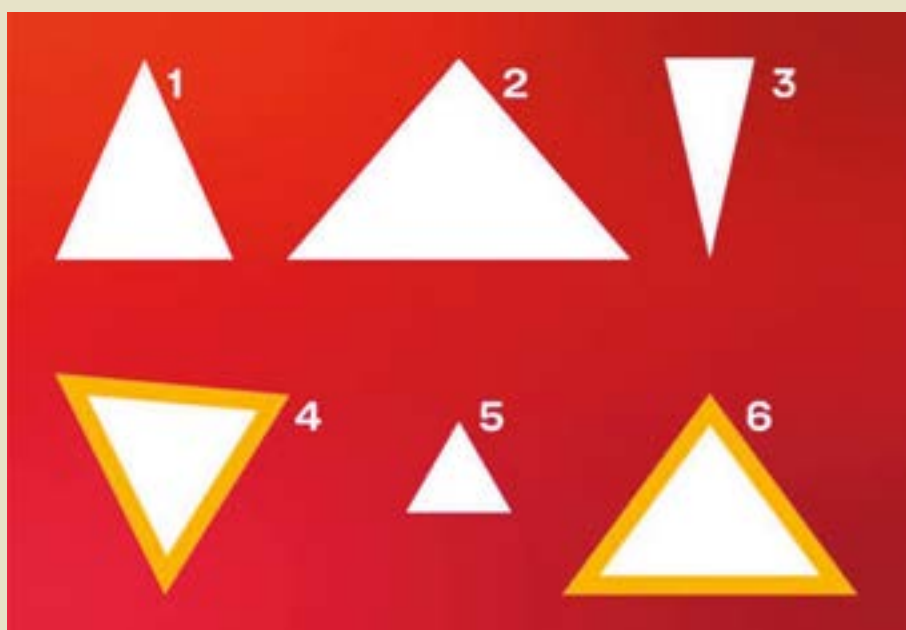
Заключение

Не каждый может стать руководителем. И не каждый руководитель может стать успешным. Секрет в том, что грамотными управленцами не рождаются. Ими становятся, пройдя трудный путь, работая над своими качествами и навыками. С психологи-

ческими проблемами сталкиваются все, разница лишь в том, что у одних проблем больше, у других – меньше. Важно принять свою роль и оставаться «крепким орешком», ведь каждый управленец, у которого за плечами многолетний опыт работы, может с уверенностью заявить: «Неразрешимых вопросов нет!»

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕСТ «Какой вы руководитель?»

Выберите треугольник, который нравится больше остальных, и читайте результаты.



Треугольник 1

Выбор говорит о вас как об авторитетном лидере. Вы всегда пытаетесь быть во всем первым и лучшим, а работу не оставляете, пока не сделаете все идеально. Вы на своем месте!

Треугольник 2

Вы постоянно в поиске баланса – пытаетесь всем угодить. Другие часто пользуются вами в своих интересах. Налицо проблема с делегированием полномочий, поэтому вы постоянно загружены и ваши силы на исходе. Пора пересмотреть приоритеты, чтобы избежать профессионального выгорания.

Треугольник 3

Вы немногословны, хорошо умеете концентрироваться на рабочих процессах и упорно идете к цели. Таких, как вы, ценят, однако могут возникать трудности с коммуникацией: вы интроверт, поэтому персоналу сложно выстроить с вами доверительные отношения.

Треугольник 4

Вы проявляете свою творческую натуру даже в управлении! Нестандартные решения и оригинальные подходы – это то, чем вы отличаетесь от других. Люди идут за вами, ведь сотрудничество с нестандартным лидером всегда интересно. Вы уверенно можете претендовать на статус эффективного управляющего.

Треугольник 5

Вы стали «молчаливым» управленцем, ограничив контакты с коллективом. Это произошло не потому, что вы замкнутый человек, а по причине эмоциональных перегрузок, обусловленных в том числе частыми проверками. Вы прошли огонь, воду и медные трубы. Вы устали. Срочно в отпуск!

Треугольник 6

Вы – хороший руководитель, который всегда всем поможет и будет отстаивать свой персонал до конца. Вас ценят за продуктивную работу в коллективе и умение построить отличную команду. Вы профессионал!

С.С. ДАВЫДОВСКИЙ,
заместитель начальника управления охраны труда, пожарной
и промышленной безопасности ГПО «Белэнерго»



ИЗМЕНЕНЫ ТРЕБОВАНИЯ К РАССЛЕДОВАНИЮ И УЧЕТУ ПОЖАРОВ

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.802-23

С 1 сентября введен в действие СТП 33240.20.802-23 «Инструкция по расследованию и учету пожаров в организациях», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 7 июля 2023 года № 205, с одновременной отменой СТП 33243.20.802-16 «Инструкция по расследованию и учету пожаров, происшедших на объектах энергетики».

СТП 33240.20.802-23 разработан в целях совершенствования отраслевой нормативной базы. Стандарт устанавливает единый порядок расследования и учета в аппарате управления ГПО «Белэнерго» и организациях, входящих в состав объединения (далее – организации), пожаров, происшедших на объектах энергетики и иных объектах организаций.

При разработке нового СТП учтены требования законодательных актов, технических регламентов Республики Беларусь и иных нормативных правовых актов Совета Министров Республики Беларусь, международных договоров, технических регламентов Евразийского экономического союза и др.

Документ состоит из 10 разделов и 5 приложений.

В разделе 4 «Общие положения» определены цели расследования и учета пожаров, а также случаи, которые не относятся к пожарам, подлежащим расследованию и учету. Введено новое требование: «В организациях (филиалах) в объем проверки знаний по охране труда должны включаться вопросы порядка расследования и учета пожаров для категорий персонала, перечень которых утверждается руководителем организации (филиала) в соответствии с СТП 33240.12.102».

Раздел 5 «Порядок сообщения о пожарах» устанавливает четкий алгоритм действий (обязанности) руководителя организации (филиала) в случае пожара и порядок сообщения о нем. Введено новое требование: «В организациях (филиалах), в составе которых отсутствует оперативный персонал, несущий круглосуточное дежурство, передача сообщения в указанные сроки о пожаре в диспетчерскую службу ГПО «Белэнерго» осуществляется в порядке, определяемом локальным правовым актом организации (филиала)».

Раздел 6 «Порядок расследования пожаров» регламентирует организацию расследования пожаров и создание комиссии, ее задачи, права и состав. Так, стандартом предусмотрено, что в зависимости от характера пожара в состав комиссии включаются: главный энергетик, главный бухгалтер, юристконсульт, специалист по охране труда, специалист по пожарной безопасности либо иное лицо, на которое возложены обязанности по пожарной безопасности, руководитель структурного подразделения, за которым закреп-

лен объект, на котором произошел пожар, представители внештатных пожарных формирований организации (филиала) и др. Определены сроки расследования, порядок оформления акта расследования причин возникновения пожара и перечень обстоятельств возникновения пожара, которые должны быть указаны в акте.

Раздел 7 «Обязанности организации при расследовании пожара» определяет обязанности руководителей организаций (филиалов):

- по обеспечению сохранности и неприкосновенности следов пожара и обстановки такой, какой она была сразу после его ликвидации, до прибытия представителей правоохранительных органов, которыми будет проводиться проверка по пожару;

- по обеспечению безопасности участников расследования пожара и обеспечению доступа к месту пожара органам дознания, следственным органам для осмотра места пожара с применением технических средств фиксации хода и результатов осмотра;

- по сбору объяснительных записок с работников организации, явившихся очевидцами, участниками ликвидации пожара либо причастных к его возникновению, а также с руководителей структурных подразделений. Все описания, объяснительные записки и другие документы должны быть удостоверены подписями и переданы в комиссию по расследованию;

- по направлению в уполномоченные органы (при необходимости и достаточном обосновании) ходатайства о проведении в соответствии с законодательством дополнительных мероприятий, направленных на всестороннее, полное и объективное исследование обстоятельств пожара.

В разделе 8 «Оформление графических, фото-, видеоматериалов» устанавливается порядок фиксации признаков места пожара с помощью составления графических планов, схем, эскизов, проведения фото- и видеосъемок, даются рекомендации по их оформлению.

Разделом 9 «Определение ущерба от пожара» предусмотрено, что размеры ущерба определяются на основании первичных учетных документов, документов, выданных страховыми организациями по застрахованной



собственности, иных полученных официальных документов. При этом учитывается ущерб, причиненный пожаром имуществу организации (основным средствам, сырью, материалам, топливу, готовой продукции и др.), который определяется на дату ликвидации пожара исходя из денежной оценки уничтоженного и (или) поврежденного имущества, числящегося в бухгалтерском учете, и (или) документов, отражающих денежную оценку имущества (уменьшенную на сумму амортизационных отчислений по основным средствам и нематериальным активам, рассчитанных в соответствии с законодательством).

При отсутствии документов, отражающих денежную оценку имущества, ущерб от пожара определяется исходя из регулируемых или свободных цен в соответствии с действующим законодательством. По результатам определения размеров ущерба составляется справка об ущербе по факту пожара за подписью руководителя и главного бухгалтера организации.

В разделе 10 «Учет пожаров» определено, что учет пожаров ведут все организации, в том числе филиалы. Изложены требования к оформлению журнала учета пожаров. Разделом также предусмотрено, что гибель людей или получение ими телесных повреждений устанавливается на основании документов установленной формы, полученных в лечебно-профилактических или экспертных учреждениях

и свидетельствующих о наличии причинно-следственной связи между гибелью (телесными повреждениями) и воздействием опасных факторов пожара.

По результатам учета пожаров должны составляться информационные сводки, обзоры и отчетные материалы. Лица, допустившие сокрытие фактов пожаров и их последствий от учета, несут дисциплинарную, административную, уголовную и иную ответственность в соответствии с законодательством.

В обязательных приложениях приведены формы следующих документов:

- оперативное сообщение о пожаре (**приложение А**);
- информационное сообщение о пожаре (**приложение Б**);
- акт расследования причин возникновения пожара (**приложение В**);
- журнал учета пожаров (**приложение Д**).

В рекомендуемом **приложении Г** представлена терминология, используемая при оформлении материалов расследования пожаров (непосредственные объекты пожара; наименование места возникновения пожара; наименование изделия, устройства; вид пожарной автоматики; первичные средства пожаротушения; водоисточники; условия, способствовавшие распространению пожара; участники тушения пожара; наименование причин возникновения пожара и источников зажигания).

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



О.Е. ПОЛЯКОВА,
старший преподаватель БНТУ



ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ АППАРАТОВ

Продолжаем публикацию материалов о безопасном использовании теплогенерирующих аппаратов и отопительных приборов. Эта тема становится особенно актуальной с наступлением осенне-зимнего периода. По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям, значительное количество пожаров обусловлено нарушениями правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих аппаратов на объектах юридических лиц. Этот вопрос требует регулярного напоминания о необходимости соблюдения требований противопожарной безопасности и детального их разъяснения.

Согласно Общим требованиям пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования (утверждены Декретом Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7), и Специфическим требованиям по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств (утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь

от 20.11.2019 № 779), к эксплуатации допускаются теплогенерирующие аппараты (ТГА) и отопительные приборы только промышленного (заводского) изготовления (кроме тепломеханических печей).

При этом должны соблюдаться положения Инструкции о требованиях к размещению и эксплуатации теплогенерирующих аппаратов и отопительных приборов промышленного (заводского) изготовления, утвержденной постановлением МЧС от 21.12.2021 № 82 (далее – Инструкция № 82).

Ряд требований к эксплуатации ТГА устанавливают Правила пожарной безопасности для жилых домов, строений и сооружений, расположенных на придомовой территории, садовых домиков, хозяйственных строений и сооружений, расположенных на земельном участке, предоставленном для ведения коллективного садоводства, дач, хозяйственных строений и сооружений, расположенных на земельном участке, предоставленном для дачного строительства, утвержденные постановлением МЧС от 25.03.2020 № 13 (далее – Правила № 13).

Требования Правил № 13

Согласно Правилам № 13 к эксплуатации допускаются только исправные ТГА и отопительные приборы промышленного (заводского) изготовления (за исключением печей). Они должны использоваться в соответствии с эксплуатационной документацией (ЭД) на них, а также с Правилами № 13.

При эксплуатации ТГА не допускается:

- применение для розжига легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ);
- использование дымовых труб, не соответствующих требованиям ТНПА;
- топка с открытыми дверцами;
- отключение автоматических средств контроля за режимом работы ТГА;
- топка без присмотра (если иное не оговорено в ЭД);
- применение видов топлива, не предусмотренных ЭД;
- дальнейшая работа ТГА при обнаружении неисправности.

Что касается печей, их эксплуатация не допускается при несоответствии их конструкции требованиям ТНПА, а также при несоблюдении относящихся к ним требований Правил № 13.

Дымовые трубы ТГА на твердом и жидком топливе, печей должны периодически очищаться от сажи исходя из условий эксплуатации, но не реже одного раза в год. Зола, угли и шлак, удаленные из ТГА, печей, должны быть пролиты водой до их полного затухания.

Требования Инструкции № 82

При эксплуатации ТГА не допускается:

- оставлять их без присмотра (если иное не оговорено в ЭД);
- отключать автоматические средства контроля за режимом работы ТГА;
- применять топливо, не предназначенное для данного вида ТГА;
- работать с негерметичными трубопроводами и соединительной арматурой;
- работать при неисправной автоматике контроля за режимом нагрева теплоносителей, а для ТГА, не оснащенных автоматизированными системами контроля показателей безопасности, – без контроля персонала за режимом топки;
- использовать вентиляционные и другие каналы, не предназначенные для удаления дыма, в качестве дымоотводов и дымовых труб (каналов);
- устранять неисправности оборудования во время его работы.

ТГА должны быть оснащены исправными автоматическими средствами контроля, отключающими аппарат в аварийных режимах. Эксплуатация ТГА с открытой камерой сгорания в зданиях не допускается.

При эксплуатации **ТГА на жидком или газообразном топливе** должны соблюдаться следующие требования:

- дымовые трубы и присоединительные дымоотводы (патрубки) должны быть выполнены из негорючих материалов. Дымовые трубы для отвода продуктов сгорания должны соответствовать требованиям ТНПА, быть вертикальными и без уступов;
- топливо к ТГА должно подаваться по металлическому трубопроводу, защищенному от механических повреждений и оснащено не менее чем двумя перекрывными кранами (рядом с топливным баком и ТГА);
- горелки, соединения и арматура на топливопроводах должны быть заводского изготовления. Горелки должны устойчиво работать без отрыва пламени и проскока его внутрь горелки в пределах необходимого регулирования тепловой нагрузки ТГА;
- розжиг топок должен осуществляться только системами зажигания аппаратов.

При эксплуатации ТГА на жидком или газообразном топливе не допускается:

- использовать ТГА с механическими повреждениями, неисправной автоблокировкой, прекращающей подачу топлива при погасании пламени, неотрегулированной форсункой, а также при выявлении утечек топлива;
- устраивать ограждения из горючих материалов рядом с ТГА или топливным баком;
- отогревать топливопроводы открытым пламенем;
- зажигать рабочую смесь через смотровой глазок;
- регулировать зазор между электродами свечей при работающем ТГА.

При эксплуатации **ТГА на твердом топливе** должны соблюдаться следующие требования:

- дымовые трубы должны быть выполнены в соответствии с требованиями ТНПА, проектной, технической и эксплуатационной документацией;
- дымовые трубы (каналы) должны периодически очищаться от сажи исходя из условий эксплуатации, но не реже одного раза в год;
- топка ТГА должна прекращаться не позднее чем за 2 часа до окончания работы объекта, а на объектах с круглосуточным пребыванием людей – не менее чем за 2 часа до отхода проживающих ко сну согласно распорядку дня;
- зола, угли и шлак, удаляемые из ТГА, должны быть пролиты водой до их полного затухания.

При эксплуатации твердотопливных ТГА не допускается применять для розжига ЛВЖ и ГЖ, а также осуществлять топку ТГА:

- при имеющихся неисправностях и (или) несоответствии требованиям ТНПА, проектной, технической и эксплуатационной документации;
- с открытыми дверцами;
- без присмотра (если иное не оговорено в ЭД). Не допускается также поручать надзор за ТГА малолетним детям.

При эксплуатации многотопливных ТГА, а также ТГА на газообразном, жидком и твердом топливе, служащих для приготовления пищи, должны учитываться требования



Инструкции № 82 к эксплуатации ТГА, работающих на соответствующих видах топлива.

Требования к размещению ТГА относительно горючих веществ и материалов

Что касается требований Правил № 13 и Инструкции № 82 к расстояниям от ТГА до горючих веществ и материалов, а также к защите пола перед топочным отверстием твердотопливных ТГА, печей, их можно суммировать в следующих формулировках:

- не допускается размещать горючие вещества и материалы на ТГА или на расстоянии от него, способном привести к их возгоранию;
- минимальные расстояния от поверхностей ТГА (отверстий выброса нагретого воздуха) и отопительных приборов до горючих веществ и материалов должны соответствовать значениям, указанным в проектной, технической и эксплуатационной документации на ТГА или отопительный прибор. При их отсутствии должно быть обеспечено расстояние, исключающее загорание горючих веществ и материалов;
- участок пола из горючих материалов перед топочным отверстием эксплуатируемых ТГА (печей), работающих на твердом топливе, должен быть защищен негорючим материалом шириной не менее 0,5 м и длиной не менее 0,7 м. Не допускается размещать на нем горючие вещества и материалы, а при отсутствии такой защиты – применять для розжига ЛВЖ и ГЖ, осуществлять топку ТГА.

Согласно Специфическим требованиям по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств, на строительной площадке не допускается устанавливать баллоны с горючим газом на расстоянии менее 1 м от радиаторов отопления ТГА, отопительных приборов и менее 5 м – от источников открытого огня. ТГА с открытыми нагревательными элементами запрещается применять для сушки одежды и обуви.

Противопожарный режим в помещениях с ТГА, обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре

Противопожарный режим – это комплекс противопожарных мероприятий при выполнении работ и эксплуатации объекта, предусмотренный НПА и обязательными для соблюдения ТНПА, содержащими требования системы противопожарного нормирования и стандартизации.

Для обеспечения пожарной безопасности и противопожарного режима руководитель субъекта хозяйствования обязан:

обеспечить:

- соблюдение и контроль выполнения требований пожарной безопасности на объекте;
- работоспособность и исправность средств противопожарной защиты и пожаротушения, противопожарного водоснабжения, связи, защиты от статического электричества, наружных пожарных лестниц, ограждений крыш зданий, а также постоянную готовность к применению этих средств;

организовать:

- разработку инструкций по пожарной безопасности;
- подготовку работников по программам пожарно-технического минимума, определяемым МЧС, и проведение

противопожарных инструктажей, а также обучение работников мерам пожарной безопасности;

- проведение технологических процессов в соответствии с эксплуатационной и технологической документацией;
- информирование работников о состоянии пожарной безопасности субъекта хозяйствования;
- размещение стендов с информацией о пожарной безопасности и их своевременное обновление;
- уборку территории от сухой растительности и горючих отходов.

В случае проведения массового мероприятия до его начала следует организовать осмотр помещений на предмет соблюдения требований пожарной безопасности, а также назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность, и обеспечить их дежурство.

Эксплуатация сушилок и пылеприготовительных установок

При эксплуатации сушилок:

необходимо:

- после каждого погасания факела проветривать топку и помещение в течение 5 минут с целью недопущения скопления паров топлива;
- удалять золу из топочного пространства, осадочных камер, циклона-искрогасителя и камеры смешения после каждой смены работы сушилки. Зола должна быть пролита водой до полного затухания;
- очищать лотки и сушильные камеры от опавшей тресты и различных отходов каждый раз перед загрузкой новой тресты;
- проводить уборку предназначенных для размещения ТГА помещений зерносушилок от горючих отходов и отложений не реже двух раз в смену;
- во время работы сушилки следить за исправным состоянием выпускных механизмов и не допускать их засорения;
- задерживать выпуск зерна из помещения зерносушилки без предварительного прекращения подачи агента сушки;
- при круглосуточной работе сушилки периодически, но не реже одного раза в 10 дней освобождать шахты от зерна, очищать и осматривать шахты, воздухораспределительные устройства и выпускные механизмы. Обнаруженные при осмотре неисправности устранять незамедлительно;
- при обнаружении загорания зерна прекратить работу сушилки, провести выгрузку зерна для его охлаждения и изъятия участков со следами загорания;
- обеспечить герметичность топливных баков с ЛВЖ и ГЖ, при обнаружении течи освобождать бак от топлива и ремонтировать его. Для заполнения баков использовать специальные насосы или топливозаправщики;
- производить крепление топливopодводящих шлангов специальными стяжными хомутами, обеспечивающими надежность их присоединения и герметичность. Проводить своевременную уборку пролитого топлива;

не допускается:

- оставлять работающую топку без присмотра;
- устраивать колосники над печью. Колосники со стороны печи должны иметь ограждения высотой до перекрытия (покрытия);
- хранить ЛВЖ и ГЖ, твердые горючие вещества и материалы в помещениях зерносушилок.

При эксплуатации пылеприготовительных установок: **необходимо:**

- перед остановкой на длительный срок удалить пыль из бункеров и кратковременно заполнить их инертным газом. Заполнение инертным газом также проводится при простое системы пылеприготовления котла более суток;
- в течение рабочей смены убирать просыпи топлива под конвейерными лентами;
- в случае аварийной остановки разгрузить конвейеры в кратчайшие сроки;
- при переходе на длительное сжигание газа или мазута и перед остановкой на капитальный ремонт систем подачи

твердого топлива полностью опорожнить бункеры и системы подачи от твердого топлива;

не допускается:

- открывать люки и лазы на работающей установке;
- эксплуатировать установку в случае обнаружения наружных очагов пыления;
- осуществлять подачу твердого топлива на конвейеры и его сброс в бункеры при признаках загорания (кроме аварийных случаев остановки конвейеров, нагруженных топливом).

В.П. ОРЛОВА,
главный специалист технического
отдела РУП «Белэнергосетьпроект»

ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ В УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

Комментарии к Изменению № 1 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 33240.43.105-22

С 20 октября приказом ГПО «Белэнерго» от 09.10.2023 № 280 введено в действие Изменение № 1 стандарта СТП 33240.43.105-22 «Трансформаторные масла. Указания по эксплуатации».

Изменением № 1 стандарта СТП 33240.43.105 уточнены требования к контролю качества свежих, эксплуатационных и восстановленных нефтяных трансформаторных масел, используемых на электрических станциях и подстанциях. При разработке документа были учтены изменения нормативной базы, практика применения требований стандарта, а также решения совещания специалистов ГПО «Белэнерго» от 26.01.2023 по применению СТП 33240.43.105 «Трансформаторные масла. Указания по эксплуатации» (№ ПС 21).

Изменения в нормативных ссылках

В связи с отменой ТКП 169-2018 (33130) «Правила технической эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов» и СТП 34.43.302-91 (РД 34.43.301-91) «Методические указания по использованию отработанных турбинных и трансформаторных масел на технологические нужды энергетических предприятий» ссылки на них исключены. При этом ссылки на ТКП 169 заменены ссылками на Правила технической эксплуатации складов хранения нефтепродуктов, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.01.2023 № 85.

В связи с пересмотром ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ...» и СТП 33240.20.501-19 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь. Второе издание» ссылки на эти документы заменены ссылками на ТКП 339-2022 (33240) и СТП 33240.20.501-23 (третье издание) соответственно.

Изменения, принятые согласно решению совещания специалистов ГПО «Белэнерго»

В таблице 5.2 стандарта показатель качества 2 «Стабильность против окисления» рекомендовано применять в значениях, предусмотренных стандартом ПАО «Россети» СТ-ИА-30.2-2.1-27-02-2016 «Область применения и порядок смешения трансформаторных масел» (см. рисунок 1).

Уточнено, что при определении показателя качества трансформаторного масла «класс чистоты» в условиях отсутствия соответствующего приборного парка механические примеси допускается определять по ГОСТ 6370, если иное не установлено изготовителем оборудования.

В таблицу 5.6 «Требования к качеству эксплуатационных масел» внесены следующие коррективы:

- к пункту 1 добавлены номер и текст сноски, конкретизирующей значения пробивного напряжения: для выключателя ММО-110/1600/31,5 У1 при доливе – 35 кВ, в эксплуатации – 22 кВ (в разрывах), в изоляционной приводной колонне – 25 кВ;
- в пункте 2 текст последней графы изложен в новой редакции: «Силовые трансформаторы: заменить масло или принять меры по восстановлению его качества. Измерительные трансформаторы – заменить масло».

При достижении кислотного числа 0,07 мг КОН/г рекомендуется заменить сорбент в термосифонных либо адсорбционных фильтрах силовых трансформаторов.

При достижении кислотного числа 0,10 мг КОН/г рекомендуется выполнить анализ на содержание водораство-



Наименование показателя качества	Значение показателя для масел		
	Высокой стабильности	Средней стабильности	Низкой стабильности
2 Стабильность против окисления, по ГОСТ 981, условия процесса: – температура, °C	155	130	120
– продолжительность, ч	14	20	14
– расход кислорода, см³/мин	50	50	200
– кислотное число окисленного масла, мг КОН/г, не более	0,10	0,20	0,1
– содержание осадка, % массы, не более	0,015	0,01	0,01
– масса летучих кислот, мг КОН/г, не более	0,04	0,04	0,005 ²⁾

Рис. 1. Фрагмент таблицы 5.2 СТП 33240.43.105 согласно Изменению № 1

римых кислот и щелочей (количественно). При достижении показателя (7) предельно допустимого значения провести регенерацию или замену масла.

Силовые и измерительные трансформаторы: при выявлении осадка (показатель 9) и одновременного возрастания значения кислотного числа на 0,02 мг КОН/г и более по сравнению с предыдущими значениями: заменить масло или принять меры по восстановлению его качества»;

• в пункте 3 для показателя качества эксплуатационного трансформаторного масла «температура вспышки в закрытом тигле» установлено предельно допустимое значение «не ниже 125 °C», а в графе «Рекомендации при достижении предельно допустимых значений» второй абзац изложен в новой редакции: «При снижении более чем на 5 °C в сравнении с предыдущим анализом выяснить причины ухудшения данного показателя»;

• **примечание** к таблице дополнено следующим текстом: «При эксплуатации электрооборудования напряжением до 110 кВ допускается определение класса чистоты визуальным методом с учетом рекомендаций приложения Э настоящего стандарта, если иное не установлено изготовителем оборудования. При отсутствии прибора для определения класса чистоты по ГОСТ 17216 допускается определение показателя по ГОСТ 6370, если иное не установлено изготовителем оборудования».

При определении показателя качества трансформаторного масла «тангенс угла диэлектрических потерь» по ГОСТ 6581 допускается применять требования МЭК 60247 (ГОСТ Р МЭК 60247), если иное не установлено изготовителем оборудования.

Изменения, обусловленные практикой применения стандарта

Изменения, внесенные с учетом практики применения стандарта, в основном касаются **раздела 9 «Диагностирование развивающихся дефектов маслонаполненного электрооборудования по результатам ХАРГ»**.

Пункт 9.1.1 дополнен разъяснением приведенных в таблицах предельных уровней концентраций газов, обозна-

ченных как 1, 2 и 3. Этим обозначениям соответствуют состояния маслонаполненного оборудования «бездефектное», «нормальное рабочее» и «дефектное» соответственно.

В практике эксплуатации отмечались случаи, когда CO₂ являлся основным, а СО – характерным газом, что указывало на деструкцию целлюлозных материалов, поэтому в **пункте 9.1.3** уточнены требования в части классификации газов СО или CO₂: основной газ при $a_{\max}^i$ (СО или CO₂ – основной газ, если СО или CO₂ > 1). Соответствующие уточнения были внесены и в **пункт 9.1.4**.

В **пункте 9.1.6** изменены условия использования диагностических схем, основанных на соотношениях газов. В частности, предусмотрено, что концентрации отдельных газов, которые входят в соотношения, должны быть в три раза выше предела обнаружения, приведенного в таблице 9.1, а концентрация хотя бы одного из газов в паре должна превышать допустимые значения. В **таблице 9.2** определено следующее:

- если соотношение C_2H_2/C_2H_4 находится в пределах 0,6–2,5, возможно наличие разрядов высокой энергии (дуги);
- если соотношение $C_2H_2/C_2H_4 < 0,1$, возможно наличие термического дефекта с температурой в пределах $300 < T < 700$ °C.

Ввиду трудностей применения при диагностировании **формулы (9.2)** внесены необходимые пояснения в части использования скорости нарастания газа за сутки и в пересчете за месяц, то есть $V_{абсi}^м = V_{абсi} \cdot 30$ – скорость нарастания i-го газа, %/мес., а $V_{абсi}$ – скорость нарастания i-го газа, % об/сут.

Пункт 9.2.10 дополнен требованием о необходимости определения начальных концентраций газов, растворенных в масле при вводе в эксплуатацию новых или прошедших ремонт силовых трансформаторов. Установлено, что, если концентрации превышают значения, приведенные в таблице 9.4, рекомендуется дегазация масла. Если же возможности ее проведения нет, то измеренные перед вводом в эксплуатацию значения концентраций растворенных в масле газов принимаются в качестве исходных.

В **разделе 9** уточнен порядок диагностирования маслонаполненного электрооборудования на основе результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов, а именно:

- если относительная скорость нарастания концентрации газа (газов) превышает 10 % в месяц, это указывает на быстроразвивающийся дефект и является основанием для постановки на учащенный контроль;
- если уровни концентраций отдельных углеводородных газов, H_2 и ΣC_xH_y в послегарантийный период не превышают пределы уровня 2 согласно таблице 9.3 для соответствующего оборудования и класса напряжения, а концентрации CO₂ или СО превышают допустимые, а также если абсолютные скорости нарастания превышают значения $CO_2 \geq 0,0015$ % об/сут или $CO \geq 0,0005$ % об/сут (при этом влияние эксплуатационных факторов не обнаружено), то предполагается интенсивное разрушение изоляции и рекомендуется запланировать вывод трансформатора (реактора) из работы для проведения обследования и выявления причин.

Параметр	Норма
Пробивное напряжение, кВ, не менее	
на напряжение 110 кВ	60/40
на напряжение 220 кВ	65/50
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,01/0,15
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	135/125
Влагосодержание, мг/кг масла, не более	15/25
Примечание – Выше косой черты приведены значения ФХА масла при вводе в эксплуатацию, ниже – в ходе эксплуатации.	

Рис. 2. Таблица 9.18 согласно Изменению № 1

В таблице 9.18 уточнены предельно допустимые значения физико-химических показателей масла для трансформаторов тока негерметичного исполнения напряжением 110–330 кВ (рис. 2).

Оборудование		Концентрация газов, % об.						
Класс напряжения	Срок эксплуатации	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂ *
Трансформаторы 10–35 кВ с РПН	≤ 10 лет	0,003	0,003	0,0007	0,007	0,003	0,03	0,6
	>10 лет	0,005	0,005	0,001	0,01	0,004	0,04	0,8
Трансформаторы 110 кВ	≤ 10 лет	0,005	0,003	0,0015	0,007	0,003	0,04	0,6
	>10 лет	0,007	0,005	0,002	0,01	0,005	0,06	0,8
Трансформаторы 220 кВ	≤ 10 лет	0,005	0,005	0,0003	0,007	0,003	0,05	0,4/0,6
	>10 лет	0,007	0,007	0,0005	0,01	0,005	0,06	0,5/0,7
Трансформаторы 330 кВ	≤ 10 лет	0,007	0,007	0,0005	0,007	0,003	0,05	0,5/0,7
	>10 лет	0,01	0,01	0,0007	0,01	0,005	0,06	0,6/0,8
Реакторы управляемые 330 кВ	Согласно рекомендациям изготовителей							
Трансформаторы 750 кВ	≤ 10 лет	0,002	0,0015	0,0007	0,0015	0,0007	0,05	0,3
	>10 лет	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,06	0,4
Реакторы 750 кВ	≤ 10 лет	0,007	0,002	0,0007	0,0007	0,0007	0,05	0,3
	>10 лет	0,01	0,003	0,001	0,001	0,001	0,06	0,4
Примечание – Для CO ₂ – выше косой черты приведено значение для трансформаторов с азотной или пленочной защитами масла, ниже косой черты – для трансформаторов со свободным дыханием.								

Рис. 3. Таблица в приложении Р СТБ 33240.43.105 согласно Изменению № 1

Изменения в приложениях к стандарту

С учетом требований, предъявляемых к объему отчетной документации, и показателей, необходимых для диагностики состояния электротехнического оборудования, внесены изменения в обязательное приложение П – форма протокола, выдаваемого по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов, представлена в новой редакции. Для определения вида предполагаемого дефекта в протоколе указываются значения уровней концентраций газов H₂, C_xH_y, CO, CO₂ и их соотношения, значение суммы газов H₂+ΣC_xH_y и абсолютные скорости нарастания их концентраций.

Справочное приложение Р дополнено таблицей применявшихся в организациях ГПО «Белэнерго» до 01.11.2022 граничных концентраций растворенных в масле газов (рис. 3), что позволит более обоснованно принимать диагностические решения.

В рекомендуемом приложении Ш уточнены некоторые особенности проведения и обработки результатов испытаний при определении остаточного влагосодержания сорбентов:

- при проведении испытания рекомендуется взвесить 1,5–2,0 г адсорбента с погрешностью не более 0,0002 г в предварительно высушенной до постоянной массы бюксе. Приоткрыв бюксу, поместить ее в сушильный шкаф и сушить при температуре 150±5 °С до постоянной массы не менее 3 ч;
- при обработке результатов испытаний рекомендуется за результат испытания принимать среднее арифметическое результатов двух определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5 % при доверительной вероятности P = 0,95.

Новое издание



ПОЛОЖЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сборник нормативных
правовых актов Республики
Беларусь

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодokument»
energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ



НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 сентября 2023 года начал действовать СТБ ИЕС 62832-1-2023 «Измерение, управление и автоматизация промышленных процессов. Структура цифровой фабрики. Часть 1. Общие принципы». Стандарт определяет основные принципы базовой структуры цифровой фабрики (ЦФ), представляющей собой совокупность элементов модели и правил моделирования производственных систем. Базовая структура ЦФ применима к трем типам производственных процессов: массовое, серийное или единичное производство в любой отрасли промышленности.

Стандарт не распространяется на требования и спецификации программных инструментов для поддержки базовой структуры ЦФ. Представление производственной системы согласно стандарту организовано на всех этапах ее жизненного цикла: проектирование, строительство, эксплуатация, техническое обслуживание.

С той же даты вступил в силу ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Дополнительные требования к трансформаторам тока». Стандарт распространяется на индуктивные трансформаторы тока нового поколения, предназначенные для использования с электрическими измерительными приборами и электрическими защитными устройствами при номинальных частотах от 15 до 100 Гц.

С 1 января 2024 года вводится в действие ГОСТ ISO/CIE 20086-2021 «Свет и освещение. Энергетическая эффективность освещения в зданиях». Документ определяет методы оценки эффективности энергетических систем освещения для обеспечения общего освещения внутри нежилых зданий и для расчета или измерения количества энергии, требуемой или используемой для освещения внутри зданий.

Стандарт не распространяется на требования к освещению, проектированию систем освещения, планированию осветительных установок, характеристикам осветительного оборудования (лампы, устройства управления и светильники) и систем, используемых для подсветки витрин, настольного освещения или светильников, встроенных в мебель. В документе не установлены процедуры для динамического моделирования настройки сцены освещения.

С 1 февраля 2024 года вступает в силу ГОСТ ИЕС/ТС 60079-42-2021 Взрывоопасные среды. Часть 42. Устройства безопасности для контроля потенциальных источников воспламенения в составе Ex-оборудования». Документ определяет требования к проектированию, конструкции и испытаниям оборудования, в котором используются устройства безопасности для снижения вероятности активации потенциальных источников воспламенения во взрывоопасных средах. Стандарт также может применяться к комбинации элементов, выполняющих функцию безопасности (например: датчик, система управления, исполнительный оконечный элемент). Стандарт также может использоваться для независимой оценки устройства безопасности, не рассчитанного на конкретное оборудование.

Действие стандарта не распространяется на оборудование с простым добавлением устройства безопасности для увеличения уровня защиты; механическое контрольное оборудование (предохранительные клапаны, механические регуляторы и другие механические предохранительные устройства); газоанализаторы; контрольное оборудование для предотвращения возникновения взрывоопасных сред (системы рециркуляции и системы вентиляции; подавление взрыва).

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC)

IEC TS 63384-1:2023 «Контроль устойчивости энергосистемы. Часть 1. Руководство по проектированию структуры контроля устойчивости энергосистемы» (принят 28.03.2023);

IEC TS 61936-0:2023 «Установки энергетические напряжением свыше 1 кВ переменного тока и 1,5 кВ постоянного тока. Часть 0. Принципы для соблюдения при проектировании и монтаже высоковольтных установок. Безопасность высоковольтных установок» (принят 04.05.2023);

IEC 61156-13:2023 «Кабели многожильные и симметричные двужильные/четырёхжильные для цифровой связи. Часть 13. Кабели симметричные двужильные с характеристиками передачи до 20 МГц. Горизонтальная напольная прокладка проводов. Групповые технические условия» (принят 30.05.2023).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

Национального фонда технических нормативных правовых актов (ТНПА) – tnpa.by

Госстандарта – gosstandart.gov.by

БелГИСС – belgiss.by

Телефон «горячей линии» Национального фонда ТНПА – +375 17 269-68-74

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 27.11.2023 № 313-З

«О ратификации Меморандума об обязательствах Республики Беларусь в целях получения статуса государства – члена Шанхайской организации сотрудничества»

Ратифицирован Меморандум об обязательствах Республики Беларусь в целях получения статуса государства – члена Шанхайской организации сотрудничества, подписанный в г. Нью-Дели 4 июля 2023 года.

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 02.10.2023 № 307

«О важнейших параметрах прогноза социально-экономического развития Республики Беларусь на 2024 год»

Определены следующие важнейшие параметры прогноза социально-экономического развития Республики Беларусь на 2024 год к уровню 2023 года:

- валовой внутренний продукт – 103,8 % (в сопоставимых ценах);
- реальные располагаемые денежные доходы населения – 103,5 %;
- инвестиции в основной капитал – 103,9 % (в сопоставимых ценах);
- экспорт товаров и услуг – 107,6 %.

Нацбанку совместно с Совмином поручено принять необходимые меры по ограничению в 2024 году инфляции, измеряемой индексом потребительских цен, на уровне, не превышающем 6 % (декабрь 2024 года к декабрю 2023-го).

Указ вступил в силу с 4 октября 2023 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 27.11.2023 № 375

«Об объявлении 2024 года Годом качества»

Правительству и Администрации Президента поручено внести предложения по учреждению Государственного знака качества, его изображению и порядку присвоения, а также с участием облисполкомов, Минского горисполкома разработать и утвердить республиканский план мероприятий по проведению в 2024 году Года качества.

Правовой акт направлен на:

- дальнейшее повышение качества жизни белорусского народа;
- обеспечение конкурентоспособности национальной экономики на мировой арене;
- стимулирование инициативы;
- формирование в обществе ответственности за результаты своего труда и чувства сопричастности к будущему страны.

Указ вступил в силу с 29 ноября 2023 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 29.11.2023 № 381

«О цифровом развитии»

Определены основные направления цифрового развития в Республике Беларусь до 2030 года:

- развитие отечественных программно-технических средств, информационных и других передовых технологий;
- внедрение информационных и других передовых технологий, включая создание и использование государственных цифровых платформ, масштабирование результатов пилотных проектов в сферах промышленности, сельского хозяйства, образования, здравоохранения, транспорта и связи, строительства, торговли, государственной статистики, экологии, жилищно-коммунального хозяйства, государственного управления, а также в социально-трудовой сфере;
- организация обмена данными в рамках ЕАЭС;
- региональное цифровое развитие, включая создание государственной цифровой платформы «Умный город (регион)»;

- совершенствование оказания государственными органами и организациями, а также хозяйственными обществами, в отношении которых Республика Беларусь либо административно-территориальная единица, обладая акциями (долями в уставных фондах), может определять решения, принимаемые этими хозяйственными обществами, электронных услуг и осуществления административных процедур в электронной форме в проактивном формате;
- перевод не менее 75 % административных процедур в электронную форму.

Указом также определен порядок реализации и финансирования мероприятий и пилотных проектов в сфере цифрового развития.

Утверждены:

- Положение о порядке реализации и финансирования мероприятий в сфере цифрового развития, осуществления государственных закупок в данной сфере;
- Положение о порядке реализации и финансирования пилотных проектов в сфере цифрового развития.

Определен перечень «офисов цифровизации».

Внесены изменения в Указ от 07.04.2022 № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации».

Указ вступает в силу с 3 марта 2024 года, за исключением положений, вступивших в силу с 3 декабря 2023 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.10.2023 № 700

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

Внесены изменения в постановление Совмина от 03.02.2021 № 71 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 30 ноября 2020 г. № 447», в том числе в Положение о порядке приемки в эксплуатацию пусковых комплексов блоков Белорусской атомной электростанции:

- увеличен с 7 до 30 календарных дней после окончания комплексного опробования блока АЭС на номинальной мощности предельный срок выдачи органами государственного надзора положительного заключения или мотивированного отказа в его выдаче;
- установлено, что приемка работ по устранению несоответствий (дефектов), сроки которых перенесены, производится в порядке, определенном эксплуатирующей



организацией по согласованию с Минэнерго совместно с генеральным подрядчиком;

– дополнен перечень документов, представляемых эксплуатирующей организацией органам государственного надзора и (или) приемочной комиссии.

Постановление вступило в силу с 18 октября 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.11.2023 № 760

[«О предоставлении В.М. Каранкевичу полномочий на проведение переговоров по проекту международного договора и его подписание»](#)

Совмин постановил уполномочить Министра энергетики В.М. Каранкевича на проведение переговоров по проекту Протокола о внесении изменений в Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в строительстве на территории Республики Беларусь атомной электростанции от 15 марта 2011 года, разрешив при необходимости вносить в него изменения, не имеющие принципиального характера, а также на подписание данного Протокола при достижении договоренности в пределах одобренного проекта.

Постановление вступило в силу с 2 ноября 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.11.2023 № 770

[«Об утверждении акта приемки в эксплуатацию пускового комплекса блока АЭС, законченного строительством»](#)

Утвержден акт приемки в эксплуатацию пускового комплекса блока АЭС, законченного строительством (объект строительства «Белорусская АЭС. Пусковой комплекс № 2»).

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.11.2023 № 783

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2015 г. № 662»](#)

Скорректировано Положение о порядке установления, распределения, высвобождения и изъятия квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии, утвержденное постановлением Совмина от 06.08.2015 № 662.

В новой редакции изложена форма квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии, установленная приложением 1 к постановлению № 662.

Постановление, за некоторым исключением, вступает в силу с 1 января 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.11.2023 № 834

[«Об утверждении Соглашения о взаимодействии государств – участников СНГ при обмене данными мониторинга радиационной обстановки»](#)

Утверждено Соглашение о взаимодействии государств – участников СНГ при обмене данными мониторинга радиационной обстановки, подписанное в г. Сочи 8 июня 2023 года.

В соответствии с частью первой статьи 4 Соглашения Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь определено уполномоченным органом, на который возлагается реализация Соглашения.

Постановление вступило в силу с 5 декабря 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.11.2023 № 841

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

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

- нефть сырая, мазут, отработанные нефтепродукты, вазелин и парафин, битум нефтяной – 24,7 долл. США;
- прямогонный бензин – 13,5 долл. США;
- легкие дистилляты, средние дистилляты, дизельное топливо, бензины товарные, бензол, толуол, ксилолы, масла смазочные – 7,4 долл. США.

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.12.2023 № 846

[«О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 30 мая 2023 г. № 155»](#)

Постановлением в числе прочего определено, что в садоводческих товариществах, передавших в собственность государства электросети напряжением 10 кВ, трансформаторные подстанции 0,4/10 кВ и иные воздушные и кабельные линии электропередачи и трансформаторные подстанции, заключение договора электроснабжения с членами товарищества и иными лицами, которым земельные участки, расположенные в границах товарищества, принадлежат на праве собственности, пожизненного наследуемого владения или аренды, осуществляет государственная энергоснабжающая организация после присвоения номеров лицевого счета принадлежащим им садовым домикам, а при отсутствии садовых домиков – хозяйственным постройкам и иным сооружениям.

Постановление вступило в силу с 2 декабря 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.12.2023 № 853

[«О проведении переговоров по проекту Меморандума между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации об углублении стратегического сотрудничества в области использования атомной энергии в мирных целях и смежных высоких технологий и его подписании»](#)

Одобен проект Меморандума между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации об углублении стратегического сотрудничества в области использования атомной энергии в мирных целях и смежных высоких технологий в качестве основы для проведения переговоров.

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.12.2023 № 862

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 6 октября 2021 г. № 558»](#)

Внесены изменения в постановление Совмина от 06.10.2021 № 558 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 5 апреля 2021 г. № 137», в том числе в положения:

- о порядке осуществления контроля за выполнением лицензиатами законодательства о лицензировании, лицензионных требований и условий осуществления деятельности в области использования атомной энергии и источников

ионизирующего излучения, в том числе особых лицензионных требований и условий;

– о порядке проведения экспертизы безопасности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения.

Постановление вступило в силу с 7 декабря 2023 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 15.11.2023 № 68

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

Скорректирована Инструкция о порядке установления и применения тарифа на передачу тепловой энергии, утвержденная постановлением МАРТ от 19.02.2018 № 13.

Документом определено, что изменение базового тарифа на передачу тепловой энергии допускается в течение расчетного периода регулирования в исключительных случаях – при изменении в указанном периоде в том числе сумм затрат по элементам (статьям) в сторону их увеличения по отношению к суммам затрат, учтенным при расчете базового тарифа на передачу тепловой энергии, в связи с изменением законодательства.

Постановление вступило в силу с 26 ноября 2023 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15.11.2023 № 57

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 4 февраля 2022 г. № 6»

Постановлением скорректированы некоторые регламенты административных процедур, утвержденные ведомственным постановлением от 04.02.2022 № 6. В частности, уточнены документы и сведения, необходимые для осуществления административных процедур, касающихся обращения с радиоактивными отходами и источниками ионизирующего излучения, которые осуществляются в отношении субъектов хозяйствования, по пп. 19.16.1, 19.16.2 и 19.23.1 Перечня № 548.

Постановление вступило в силу с 9 декабря 2023 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15.11.2023 № 58

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16 апреля 2020 г. № 18»

Внесены изменения в Инструкцию о порядке обучения и проверки (оценки) знаний по вопросам ядерной и радиационной безопасности, утвержденную постановлением МЧС от 16.04.2020 № 18.

В частности, установлено следующее:

- лица, привлекаемые для осуществления педагогической деятельности при обучении работников по вопросам ядерной и радиационной безопасности, проходят первичную проверку (оценку) знаний в комиссии Госатомнадзора до проведения обучения;
- внеочередная проверка (оценка) знаний указанных лиц проводится в комиссии Госатомнадзора при изменении

актов законодательства в области ядерной и радиационной безопасности, используемых ими при обучении, или при перерыве в работе более 1 года.

Также скорректирован перечень категорий работающих, подлежащих обучению и проверке (оценке) знаний по вопросам ядерной и радиационной безопасности.

Постановление вступило в силу с 3 декабря 2023 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15.11.2023 № 60

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 сентября 2021 г. № 64»

Внесены изменения в требования к составу и содержанию документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности, утвержденные ведомственным постановлением от 21.09.2021 № 64.

Также скорректированы:

- перечень сведений по обеспечению учета и контроля ядерных материалов, источников ионизирующего излучения и радиоактивных отходов;
- перечень сведений по обеспечению физической защиты объектов использования атомной энергии.

Постановление вступило в силу с 6 декабря 2023 года.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 01.11.2023 № 41

«О признании утратившим силу постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 25 октября 2010 г. № 59»

Признано утратившим силу постановление Минэнерго от 25.10.2010 № 59 «Об утверждении Инструкции о порядке подготовки решений Министерства энергетики Республики Беларусь по приему в собственность Республики Беларусь находящихся в собственности садоводческих товариществ и безвозмездно передаваемых в соответствии с их уставами высоковольтных электрических сетей».

Постановление вступило в силу с 2 декабря 2023 года.

Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 21.11.2023 № 69/46

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

Скорректирована Инструкция по определению групп потребителей электрической и тепловой энергии, по которым могут дифференцироваться тарифы на электрическую и тепловую энергию, утвержденная постановлением МАРТ и Минэнерго от 27.02.2017 № 15/6.

Документом уточнены потребители электрической и тепловой энергии, относимые к тарифным группам:

- религиозные организации;
- электрическая энергия, используемая для производства сельскохозяйственной продукции защищенного грунта.

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2023 года.



ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2023 ГОДУ

НОВОСТИ		
Государство и общество	№ 3 № 4 № 5 № 6	2 4 2 4–9
ТЭК Беларуси	№ 1 № 2 № 3 № 4 № 5 № 6	5–8 2–5 3–5 5–7 3–6 10–12
Итоги работы организаций Минэнерго за 2022 год	№ 1	9
Белорусская АЭС – гарант энергетической безопасности республики <i>По итогам пресс-тура белорусских и российских СМИ на БелАЭС</i>	№ 1	10–11
Беларусь – Россия. Курс на дальнейшее расширение интеграции	№ 2	6–7
Второй энергоблок БелАЭС: от первых киловатт-часов до опытно-промышленной эксплуатации	№ 3	6–7
Евразийская интеграция в многополярном мире <i>По итогам II Евразийского экономического форума</i>	№ 3	8–9
Белорусские энергетики готовы к интеграционному партнерству в рамках ЕАЭС <i>По итогам Международной выставки «Евразия – наш дом» Моисеева Е.Н.</i>	№ 3	10–11
Беларусь следует общемировым трендам электромобилизации Фащук Т.С.	№ 3	12
Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами Фащук Т.С.	№ 4	8–9
Лучшие выпускники БНТУ награждены дипломами Белэнерго Фащук Т.С.	№ 4	10
МГЭК сегодня: обучение на основе инноваций Журавлева В.В.	№ 4	11
Приоритеты развития энергетики Беларуси и ШОС созвучны	№ 5	7
Состоялись общественные слушания перед выдачей лицензии на эксплуатацию второго энергоблока БелАЭС	№ 5	8–9
Мировая энергетика	№ 1 № 2 № 3 № 4 № 5 № 6	12–14 8–10 13–15 12–13 10–11 13–15
ПРИОРИТЕТЫ		
Vision Zero – инновационный подход к профилактике производственного травматизма <i>Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь Д.Р. Мороза</i>	№ 2	11–13
Обеспечить безопасную рабочую среду позволит смена вектора мышления Медведок А.С.	№ 2	14–16
Изменились требования к работе с персоналом в организациях электроэнергетики Гордиенко В.В.	№ 2	17–20
Внесены изменения в правила по обеспечению промышленной безопасности Поляков В.И.	№ 2	21–23
Важно объединить усилия для обеспечения энергобезопасности стран ЕАЭС Закревский В.А.	№ 3	16–18
В приоритете – надежность и безопасность газоснабжения Гончар О.В.	№ 4	14–16
Направления успешной работы Беларуси по выполнению обязательств в рамках Конвенции о ядерной безопасности Луговская О.М.	№ 4	17–20
Российская энергетическая неделя. Новая реальность и перспективы мировой энергетики	№ 5	12–14
ENERGY EXPO 2023: современные тренды, инновационные технологии и стратегическое партнерство	№ 5	15–18
Готовность к работе в осенне-зимний период 2023/2024 обеспечена Шкурко П.А.	№ 5	19–20
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА		
Микропроцессорная система определения и локализации места повреждения изоляции относительно земли Рогач Ю.А.	№ 1	15–17
Косвенное управление электрическими нагрузками в АПК. Совершенствование тарифов на электроэнергию для сельхозпотребителей Забелло Е.П., Прищепова Е.М.	№ 1	18–22
Об основных несоответствиях, выявляемых при оценке компетентности испытательных лабораторий Котляров А.В., Драко М.А.	№ 1	23–27
Прогнозирование показателей работы энергоисточников с использованием программного комплекса автоматизированного расчета ТЭП Дубровенский А.Н., Ненахов С.А., Богдан Е.В.	№ 1	28–31
Провалы напряжения в системах электроснабжения. Часть 1 Лосенков Д.М.	№ 2	24–26

Цифровизация электроэнергетики: особенности различных технических решений Быков А.Ю.	№ 2	27–29
О концепции создания цифрового двойника Белорусской энергосистемы Кашин М.А.	№ 3	27–29
Провалы напряжения в системах электроснабжения. Часть 2 Лосенков Д.М.	№ 3	30–32
Анализ опыта и перспективы строительства в Беларуси цифровых подстанций с учетом ограничений на поставку энергооборудования Перцев С.Г.	№ 4	21–25
От точечной автоматизации к умным котлоагрегатам Жешко А.Г.	№ 4	26–27
Основные аспекты эксплуатации устройств РЗА и перспективы развития релейной защиты Пашкович Н.П.	№ 5	21–23
Комплексы постоянного контроля выбросов ООО «Евротехлаб». Путь импортозамещения	№ 5	24–25
Управление уровнем напряжения в распределительных электрических сетях Калентионюк Е.В., Волков А.А.	№ 5	26–28
Энергетика должна быть эффективной <i>Интервью первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмакова</i>	№ 6	16–19
Преимущества применения трехжильного кабеля в сетях среднего напряжения Сазонов П.А., Короткевич А.М.	№ 6	20–24
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ		
Трансформация IT-ландшафта предприятий энергетического комплекса как средство повышения живучести промышленного кластера Республики Беларусь Сазонов П.А.	№ 4	28–30
Локализация отечественных программных комплексов на примере ПС 110 кВ «Аульс» Хоха В.А.	№ 6	25–26
Возможности предиктивной диагностики состояния энергетического оборудования и перспективы ее использования в Белорусской энергосистеме Кабанов П.А.	№ 6	27–29
ГАЗОСНАБЖЕНИЕ		
Пилотные проекты УП «Гроднооблгаз» в сфере цифровизации Прохненко П.В., Титко Р.Г.	№ 3	36–38
Опыт создания интеллектуальной системы управления газоснабжением Кассиров Д.А., Морозов А.А.	№ 4	35–38
Приоритизация подземных стальных газопроводов на основе критериальной оценки безопасности Седнин В.А., Абрамовский А.А., Струцкий Н.В.	№ 5	29–32
65 лет назад Беларусь вступила в эпоху газификации	№ 6	37–38
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ		
Названы победители конкурса «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь – 2023»	№ 6	40–41
ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА		
Мониторинг радона-222 в зоне влияния Белорусской АЭС для оценки дозовых нагрузок на население при эксплуатации станции Хакимов Д.А., Гусак К.В., Маковская Н.А., Василевский Л.Л., Лукашевич Ж.А., Николаенко Е.В.	№ 1	32–34
Долговременное прогнозирование объемов производства электроэнергии в Республике Беларусь: статистический подход Попов Б.И.	№ 2	30–34
Международные обязательства Республики Беларусь по ядерному нераспространению Шурпо Е.И., Гурко О.Б.	№ 2	35–38
Беларусь завершила выполнение очередного цикла Конвенции о ядерной безопасности в новом статусе Луговская О.М.	№ 3	19–22
Общие принципы выполнения оперативных переключений на технологическом оборудовании Белорусской АЭС Воробьев Д.Ф., Комисаренко С.А.	№ 4	31–34
Развитие концепции лидерства и ключевые компетенции лидера в атомной отрасли Едчик А.В.	№ 6	30–32
Динамика общественного мнения о развитии ядерной энергетики в Беларуси и о проекте «Белорусская АЭС» Мартышенкова Е.В.	№ 6	33–36
В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА		
Договор электроснабжения: ответственность сторон Якимович Д.М.	№ 1	35–36
Защитное автоматическое отключение питания в системах TN. Требования к устройству Шалаев Д.В.	№ 3	33–35
НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ		
Энергоэффективное использование горючих отходов как фактор развития ресурсосберегающей экономики Хрусталев Б.М., Пехота А.Н., Пехота Е.А.	№ 1	37–42
Анализ вариантов взаимодействия электрозарядных станций с энергосистемой Бринь А.А., Шевчик Н.Е., Павленко В.Н.	№ 2	39–42
Перспективы использования суглинков в составе подстилающего экрана пункта захоронения очень низкоактивных радиоактивных отходов БелАЭС Баклай А.А., Маковская Н.А., Леонтьева Т.Г.	№ 2	43–46
Обоснование стратегии обращения с высокоактивными РАО, образующимися в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС. Часть 1. Актуальность и исходные данные Жемжуров М.Л.	№ 3	39–42



Обоснование стратегии обращения с высокоактивными РАО, образующимися в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС. Часть 2. Концептуальные и технологические решения Жемжуров М.Л.	№ 4	39–43
Исследование переходного сопротивления изоляционных покрытий подземных газопроводов методом катодной поляризации Седнин В.А., Абразовский А.А., Струцкий Н.В., Гориченко С.Ф., Редкозубов Ю.А.	№ 4	44–48
Система диагностирования неисправностей трансформаторов на основе сверточных нейронных сетей Дробов А.В., Галушко В.Н., Громыко И.Л.	№ 4	49–53
Влияние гидрогеологических и климатических факторов на долговременную безопасность пункта захоронения РАО Горбачева Н.В., Кузьмина Н.Д., Кулич Н.В., Яцко С.Н., Корчева Ю.А.	№ 5	33–36
Обеспечение водородной взрывозащиты на Белорусской АЭС Нагула П.К., Третинников Д.Л., Дойникова А.В.	№ 6	45–47
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ОПЫТ		
Атомная энергия XXI века: доступность, экологичность, надежность Новак А.	№ 1	43–45
Торфяная промышленность стран Балтийского региона. Современное состояние и перспективы развития Осипов А.В.	№ 1	46–48
МИРОВОЙ ОПЫТ		
Спрос-предложение на рынке нефти: ключевые факторы Тукаев А.К.	№ 2	49–51
Торфяная промышленность Швеции и Ирландии. Современное состояние и экологические аспекты Осипов А.В.	№ 2	52–53
Глобальный рынок электроэнергии: точки роста <i>По материалам отчета Международного энергетического агентства</i> Петровский С.	№ 3	43–46
Торфяная промышленность Финляндии. Современное состояние и импортозамещение Осипов А.В.	№ 3	47–49
Гидроэнергетика Таджикистана: потенциал сегодня и возможности завтра	№ 4	55–57
Торфяная промышленность Канады и США Осипов А.В.	№ 4	58–59
Условия и вызовы энергоперехода сегодня	№ 5	37–39
Водородная энергетика: ключевые направления развития	№ 6	42–44
ПОДГОТОВКА КАДРОВ		
Прокрастинация. Почему мы откладываем дела на потом Тимошенко О.М.	№ 3	50–53
Селективное восприятие, или Слепота невнимания Высоцкая С.А.	№ 4	60–62
Подготовка персонала – приоритетная задача при обеспечении безопасности Белорусской АЭС Ерин А.А.	№ 5	40–42
Смарт-обучение как эффективный способ повышения компетенций кадрового резерва Новиков М.Н.	№ 5	43–45
Совершенствование Национальной системы квалификаций Саранцев В.В., Сычева Ю.С.	№ 5	46–48
Управление персоналом: три способа воздействия Высоцкая С.А.	№ 5	49–51
Пять функций эффективного руководителя Высоцкая С.А.	№ 6	51–53
БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА		
Нам удалось сформировать позитивный имидж в области охраны труда <i>Интервью первого заместителя генерального директора ГПО «Белтопгаз» Д.В. Шавловского</i>	№ 3	23–25
На заметку потребителю газа	№ 3	26
Формирование культуры безопасности в организации Тимошенко О.М.	№ 6	48–50
СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО		
Национальный фонд ТНПА – энергетике	№ 1 № 2 № 3 № 5 № 6	64 65 62 64 61
Новое в законодательстве об обращениях граждан и юридических лиц Кришеник Е.Н.	№ 1	49–51
О порядке установления охранных зон электросетей, размерах и режиме их использования. Часть 1 Дерягин Д.А.	№ 1	52–55
Анализ основных изменений требований к устройству электроустановок на напряжение до 750 кВ Лосенков Д.М.	№ 1	56–59
Обновлены требования к применению и выбору нелинейных ограничителей перенапряжений <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.47.620-22</i> Юрчик А.С.	№ 1	60–61
Установлены требования к нормативно-технической документации по топливоиспользованию атомных электростанций <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.34.102-22</i> Акулич И.Ф.	№ 1	61–62

Обновлена типовая инструкция по эксплуатации электродвигателей в установках собственных нужд электростанций и тепловых сетей <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.45.509-22</i> Ходаков А.И.	№ 1	63
Изменились требования к приемке в эксплуатацию автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (мощности) <i>Комментарии к ТКП 308-2022 (33240)</i> Шкурко П.А.	№ 2	54–55
Анализ основных изменений требований к устройству электроустановок на напряжение до 750 кВ. Часть 2 Лосенков Д.М.	№ 2	56–59
Переизданы правила технической эксплуатации электрических станций и сетей <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.501-23</i> Тарашук А.М.	№ 2	60–62
Установлены основные технические требования к выполнению сборочно-сварочных работ на БелАЭС <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.34.714-22</i> Долячко В.П., Сталенков С.А.	№ 2	63
Введены новые указания по предотвращению феррорезонанса в распределительных устройствах 6 кВ и выше <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.171-23</i> Ямный О.Е., Хилько Н.А.	№ 2	64
Приняты правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением Поляков В.И.	№ 3	54–55
Установлены требования к применению и выбору устройств синхронизированных векторных измерений <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.304-23</i> Телюк Е.Л.	№ 3	56–57
Введены новые требования в области технического нормирования в электроэнергетике <i>Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго», введенным в 2023 году</i> Якушев А.А.	№ 3	58–60
Определены требования к оценке уровня культуры безопасности в эксплуатирующей организации <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.33.100-23</i> Зданевич Н.Е., Ёдчик А.В.	№ 3	60–61
Изменился порядок подготовки и переподготовки работников субъектов перевозки опасных грузов Поляков В.И.	№ 4	63–64
Введена в действие Методика обследования башенных и вентиляторных градирен <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.22.301-23</i> Романовский А.А.	№ 4	64–65
Введены новые требования к средствам индивидуальной защиты <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.03.607-23</i> Гордиенко В.В.	№ 5	52–53
Нормативные требования к безопасности теплогенерирующих аппаратов Поляков В.И., Полякова О.Е.	№ 5	53–57
Изменились требования к эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики <i>Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.519-23, СТП 33240.35.520-23, СТП 33240.35.521-23</i> Пашкович Н.П., Мешкова А.Н.	№ 5	58–59
Разработано пособие для расчета величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения Черковский Н.М.	№ 5	59–60
О необходимости изменения подходов к нормированию надежности электроснабжения Лосенков Д.М.	№ 5	61–63
Изменены требования к расследованию и учету пожаров <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.802-23</i> Давыдовский С.С.	№ 6	54–55
Требования пожарной безопасности при размещении и эксплуатации теплогенерирующих аппаратов Поляков В.И., Полякова О.Е.	№ 6	55–58
Внесены изменения в указания по эксплуатации трансформаторных масел <i>Комментарии к Изменению № 1 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 33240.43.105-22</i> Орлова В.П.	№ 6	58–60
Новости законодательства	№ 1 № 2 № 3 № 4 № 5 № 6	65–67 66–68 63–65 66–68 65–67 62–64
ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ		
По итогам XXIX Международного ИКТ-форума «ТИБО-2023»	№ 2	47–48
Технологический суверенитет в условиях глобальных вызовов <i>По итогам XIII Международной промышленной выставки «ИННОПРОМ»</i> Лемехова Д.Д.	№ 4	54
ПАМЯТИ УШЕДШИХ		
Ушел из жизни белорусский ученый – Иван Иванович Лиштва	№ 1	68
«Я счастлив, что выбрал именно этот профессиональный путь...» <i>Памяти Эдуарда Федоровича Товпенца</i>	№ 3	66–67
Ученый, педагог, поэт... <i>Памяти Евгения Петровича Забелло</i>	№ 3	68

Пусть новый, 2024 год
оправдает самые светлые ожидания
и откроет новые возможности!

Редакционная коллегия, редакция журнала
«Энергетическая стратегия»

Алиса и 100 идей для безопасности работников

В конце ноября в ГПО «Белэнерго» подвели итоги конкурса «100 идей для безопасности работников».

Победителем конкурса признан анимационный ролик, созданный специалистами ОАО «Экономэнерго». Над идеей и ее воплощением работала команда редакционно-издательского отдела организации: Елена Моисеева, Мария Кошель, Анастасия Данюкова и Ольга Ященко. Специально для проекта

был разработан образ девушки Алисы – сегодня это имя ассоциируется с надежным помощником, проводником в мире информации. Темой ролика стало обеспечение безопасности и гигиены на рабочих местах. Так звучит золотое правило № 5 Концепции нулевого травматизма (Vision Zero).

Поскольку у многих работников энергетической отрасли рабочий день про-



ходит за компьютером, задачей ролика стало привлечь внимание к правилам поведения в офисном помещении. Ведь опасности могут подстеречь нас везде, даже в офисе – хотя здесь они могут быть менее очевидными и серьезными, чем на улице или на производстве.

«Благодарим комиссию конкурса за высокую оценку проекта. Эту работу мы делали с душой и большим творческим вдохновением», – сказала руководитель проекта Елена Моисеева корреспонденту журнала.

Второе и третье места заняли проекты команды в составе С.А. Ковальчука, Г.Б. Лигера, Е.А. Данильчик (филиал «Агрофирма «Старый Дворец» РУП «Гродноэнерго») и В.О. Анищенко (Государственное предприятие «Белорусская АЭС») соответственно.



Посмотреть ролик-победитель можно на energystrategy.by



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЭКОНОМЭНЕРГО»

**ИНФОРМАЦИОННОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ**

www.energystrategy.by

15
лет

■ **ЖУРНАЛ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ»**

■ **ЭНЕРГОДОКУМЕНТ** www.energodoc.by

■ **ВЫПУСК ТНПА В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ**

■ **ВЫСТАВОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

■ **РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ**

■ **ЦИФРОВАЯ ПОЛИГРАФИЯ**



220088, г. Минск, ул. Захарова, 59

Тел./факс +375 17 293 46 82

+375 17 286 08 28

E-mail info@energystrategy.by

МТС +375 33 319 11 04

А1 +375 29 399 11 04

2934682@mail.ru

УНП 100071379