

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 5 (101) сентябрь–октябрь 2024



ENERGY EXPO

Итоги
форума
читайте на стр. 37

4 Энергетика в многополярном мире: итоги Российской энергетической недели – 2024
стр.

30 Развитие системы захоронения радиоактивных отходов в Беларуси
стр.

60 Подготовка персонала в области пожарной безопасности
стр.

МИРТЕК®

Подробнее
на стр. 28

изобретая будущее

www.mirtekgroup.com

«УМНЫЕ» ПРИБОРЫ УЧЕТА ГАЗА

ISSN 2310 - 6735

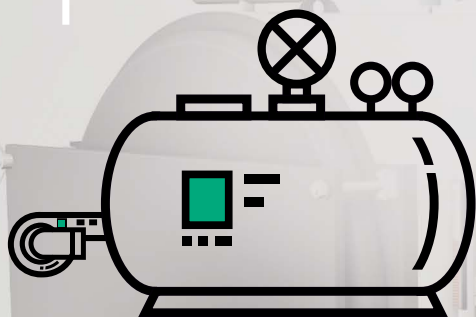


9 772310 673007



+375 (17) 388-75-05 +375 (29) 388-75-05

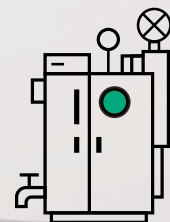
Г. МИНСК, 1-Й ТВЕРДЫЙ ПЕРЕУЛОК, 7/1



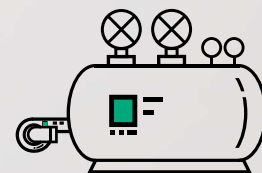
ПАРОВЫЕ
КОТЛЫ



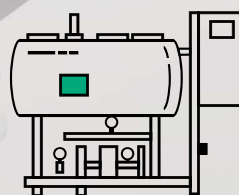
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ



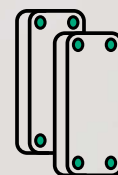
ГАЗОВЫЕ
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ



ВОДОГРЕЙНЫЕ
КОТЛЫ



ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ
КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ТЕПЛОБМЕННЫЕ
АППАРАТЫ

УНП 192001685

ТЭО

ПОСТАВКА

МОНТАЖ

ПНР

ТО

Белорусский производитель
кабельной продукции

210036, г. Витебск
Московский пр-т, 94Б

УНП 300528652

Лидер
отрасли

vikab.by

+375 (17) 215-04-35
+375 (17) 215-04-65
+375 (212) 48-01-12



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»
- Грунтович Н.В.**, д.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика и эффективное использование ТЭР» УО «ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»
- Жемжуров М.Л.**, д.т.н., доцент, заведующий лабораторией ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси
- 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
- Ковалев Д.В.**, заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго»
- Майоров В.В.**, генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
- Панченко А.В.**, генеральный директор ГПО «Белэнерго»
- Пенязьков О.Г.**, д.ф.-м.н., академик НАН Беларуси, директор Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси
- Прищепов М.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
- Рыков А.Н.**, к.т.н., заместитель главного инженера по тепломеханической части РУП «Белнипиэнергопром»
- Седнин В.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ
- Шавловский Д.В.**, первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз»
- Издатель: открытое акционерное общество «Экономэнерго»

Редакция:

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редактор	Лемехова Д.Д.
Компьютерный дизайн и верстка	Кошель М.В.
Яценко О.А.	
Реклама	Тропашко С.А.

По вопросам размещения рекламы обращайтесь по тел.:

+375 17 2860828, +375 29 3991104, +375 33 3191104

Адрес редакции: 220088, г. Минск, ул. Захарова, 59.
Т/ф: +375 17 2860828, +375 17 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».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий №2/172 от 18.12.2014. Ул. Сурганова, 11, 220072, г. Минск.
Подписано в печать 25.10.2024 г., формат 60x90/4, тираж 1340 экз., заказ № 2196.

© ОАО «Экономэнерго», 2024



НОВОСТИ

- 2** Государство и общество
- 4** Энергетика в многополярном мире: в поисках баланса
По итогам Российской энергетической недели – 2024
- 6** Алексей Кушнарченко: «Нельзя останавливаться на достигнутом»
По итогам пресс-тура по объектам газовой и торфяной отраслей
- 8** Беларусь планирует расширять сотрудничество с МАГАТЭ
- 9** Парламентарии Союзного государства обсудили перспективы рынка газомоторного топлива
- 10** ТЭК Беларуси
- 13** Подготовка к отопительному сезону 2024/2025 года завершена
П.А. Шкурко
- 15** Мировая энергетика

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 18** Показатели качества электроэнергии в сетях. Измерение, анализ и выявление виновников их несоответствия нормам. Часть 1
В.Р. Колик, М.А. Драко, О.А. Мойсеенко
- 23** Методология двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию
Б.В. Пекелус

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- 30** Развитие системы захоронения радиоактивных отходов в Республике Беларусь
М.Е. Хололович

МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

- 32** О целесообразности ввода новых ядерных энергоблоков в энергосистему Республики Беларусь. Часть 1
Б.И. Попов

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

- 37** EnergyExpo-2024: цифровизация, безопасность, научно-техническое партнерство
По итогам XXVIII Белорусского энергетического и экологического форума

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

- 40** Исследование ресурса эксплуатации подземных полиэтиленовых газопроводов
В.И. Поляков, А.А. Абрамовский, А.А. Чухнов

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 44** Разработка технической концепции сооружений приповерхностного захоронения радиоактивных отходов Белорусской АЭС. Часть 1. Актуальность и нормативные требования
М.Л. Жемжуров, Д.И. Павлов, А.М. Жемжуров
- 48** Оценка ресурса эксплуатации мастичных защитных покрытий подземных газопроводов по результатам измерения переходного электрического сопротивления
В.А. Седнин, А.А. Абрамовский, Н.В. Струцкий, С.Ф. Гориченко
- 52** Применение научного подхода к перспективному планированию объемов технического обследования стальных подземных газопроводов
Н.В. Струцкий, В.Н. Романюк

МИРОВОЙ ОПЫТ

- 56** Государственное регулирование электроэнергетической отрасли Казахстана
Е.Н. Кришеник

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 60** Практическая подготовка персонала в области обеспечения пожарной безопасности
В.В. Саранцев, С.С. Давыдовский
- 63** О концепции «Нулевой травматизм» в контексте действующего законодательства и практики работы по охране труда
В.П. Семич

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 66** Психологические основы целевого инструктажа при допуске персонала к производству работ в электроустановках
В.А. Гончар

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО

- 69** Введены новые требования к организации противоаварийного управления в энергосистеме
Г.Р. Ширма
- 70** Новости законодательства (сентябрь–октябрь)

БЕЛАРУСЬ ГОТОВА К ПОЛНОПРАВНОМУ ЧЛЕНСТВУ В БРИКС

Президент Беларуси принял участие в XVI саммите БРИКС, прошедшем 22–24 октября в г. Казани. В рамках своего визита Глава государства провел ряд двусторонних переговоров с лидерами ряда зарубежных стран, пообщался с коллегами в кулуарах и дал несколько интервью средствам массовой информации – ВВС, ВГТРК и китайскому телеканалу CGTN.

Во второй день саммита состоялись мероприятия в формате «аутрич» / «БРИКС плюс». Расширенный формат помимо членов «десятки» включал страны СНГ, Азии, Африки, Ближнего Востока и Латинской Америки, а также ряд международных организаций. Представители делегаций обсудили вопросы устойчивого развития, искоренение бедности, адаптацию к изменению климата, обмен технологиями и знаниями, борьбу с терроризмом и трансграничной преступностью.

Выступая 24 октября на пленарном заседании саммита, Александр Лукашенко подтвердил готовность Беларуси к полноправному членству в организации: «Мы полностью разделяем философию БРИКС. Беларусь идет к вам с конкретными идеями и проектами, призванными содействовать решению общечеловеческих проблем. Мы готовы стать активным участником объединения».

Глава государства заявил: «Географическое положение в центре Европы, опыт и достижения позволяют с уверенностью говорить о том, что Беларусь станет еще одним важным пазлом в складывающемся образе будущего нашей организации. Участие Беларуси расширяет границы возможностей объединения, делая его более универсальным и всеобъемлющим».

В числе направлений, в реализации которых Беларусь может сыграть весомую роль, Александр Лукашенко назвал устойчивое развитие, безопасность, в том числе продовольственную, образование, создание спутниковых систем и др. Он отметил имеющиеся в республике воз-



можности «коммерциализировать инновации и быстро осваивать технологии».

Президент подчеркнул, что Беларусь – традиционно ответственный и эффективный партнер. Страна готова предложить свой исторический опыт – как стать сильнее самим и сделать сильнее других, как вопреки санкционному давлению и попыткам цветных революций сохранять и приумножать человеческий потенциал, обеспечивать высокие социальные стандарты и достойное качество жизни.



УТВЕРЖДЕНЫ ВАЖНЕЙШИЕ ПРОГНОЗНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ НА 2025 ГОД

Указом Президента Республики Беларусь № 384 от 1 октября утверждены важнейшие прогнозные параметры развития страны на 2025 год. Документ сохраняет направленность экономической политики на обеспечение устойчивости экономики и повышение благосостояния населения.

Рост ВВП прогнозируется до 104,1 % за счет трех сопряженных программ: производственной, экспортной и инвестиционной. Устанавливаются также целевые ориентиры для их выполнения. Ожидается, что экспорт товаров и услуг

увеличится на 5,4 %, при этом ключевым фактором его роста станет наращивание физических объемов. В экономику планируется инвестировать на 7,8 % больше, чем в текущем году. Прогнозируется, что реальные располагаемые денежные доходы населения вырастут на 4 %.

Сохранится политика по сдерживанию цен. Перед Национальным банком и Правительством ставится целевая задача по ограничению инфляции на уровне, не превышающем 5 %.

ПРЕЗИДЕНТ БЕЛАРУСИ ОТМЕЧЕН ВЫСШЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАГРАДОЙ РОССИИ

8 октября в Кремле состоялся официальный саммит СНГ, в котором принял участие Президент Беларуси Александр Лукашенко.

Выступая на мероприятии, Глава государства призвал более эффективно использовать потенциал региональной интеграции. В частности, он сказал: «Общая цель понятна. Нам нужен крепкий союз сильных, экономически самодостаточных суверенных государств. О равных условиях и уважении национальных интересов мы говорим постоянно. Много уже сделано, но есть и к чему стремиться». Президент Беларуси обозначил несколько направлений развития интеграции: укрепление международного статуса СНГ; противодействие насаждению чуждых экстремистских идеологий, попыткам вовлечения граждан в противоправную, в том числе террористическую, деятельность; достижение технологического суверенитета на пространстве Содружества; продвижение и культивирование собственной системы ценностей.

На заседании в расширенном составе Александр Лукашенко представил совместное Обращение к народам стран Содружества и мировой общественности в связи с 80-летием Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов. Глава белорусского государства отметил: «Историческая правота наших народов является препятствием в реализации долгосрочных геополитических планов Запада, в которых нет места другим сильным державам».

В последний день рабочего визита состоялась встреча Александра Лукашенко с Владимиром Путиным в Кремле, в которой приняли также участие члены делегаций с обеих сторон. По завершении встречи прошла торжественная церемония награждения Президента Беларуси высшей государственной наградой Российской Федерации – орденом Святого апостола Андрея Первозванного. «Награждение



вас орденом Андрея Первозванного отражает признательность России за ваш выдающийся вклад в развитие российско-белорусских отношений союзничества и стратегического партнерства», – подчеркнул российский лидер.

Со своей стороны Александр Лукашенко поблагодарил Президента России за высокую награду: «Рассматриваю ее как признание заслуг всего белорусского народа, следовательно укрепляющего единство с нашей братской Россией. Для нашей страны Россия всегда была и будет больше, чем соседнее государство».

В БЕЛАРУСИ ОТКРОЕТСЯ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОФИС ЖЕНСКОГО ДЕЛОВОГО АЛЬЯНСА БРИКС



В рамках четвертого Евразийского женского форума, который состоялся в Санкт-Петербурге 18–20 сентября, подписан Меморандум о взаимопонимании между Женским деловым альянсом БРИКС и общественным объединением «Белорусский Союз женщин». Документ подписали председатель БСЖ Ольга Шпилевская и председатель российской части Альянса Анна Нестерова.

Ольга Шпилевская констатировала, что благодаря этому событию сделан первый шаг к открытию регионального офиса Женского делового альянса БРИКС на территории Республики Беларусь. Офис станет новой площадкой для развития женского предпринимательства в нашей стране, откроет новые возможности для белорусских женщин.

Выступая на пленарном заседании форума, председатель Совета Республики Беларусь Наталья Кочанова отметила достижения республики и миролюбивый характер ее политики, подчеркнула особую миссию женщин в новом глобальном мире, важность сохранения семейных, традиционных ценностей и призвала к объединению всех сил доброй воли во имя сохранения человечества.

ЭНЕРГЕТИКА В МНОГОПОЛЯРНОМ МИРЕ: в поисках баланса

По итогам Российской энергетической недели – 2024



26–28 сентября в Москве состоялся Международный форум «Российская энергетическая неделя». В нем приняли участие более 5000 делегатов из 84 стран мира, в том числе руководители крупнейших энергетических компаний и организаций, ученые и эксперты. Белорусскую делегацию возглавлял вице-премьер Республики Беларусь Виктор Каранкевич. Участие в мероприятиях форума принял Министр энергетики Беларуси Алексей Кушнаренко.

Главной темой РЭН-2024 стало энергетическое сотрудничество в многополярном мире. Деловая программа форума, прошедшего в седьмой раз, включала более 50 мероприятий, в том числе тематические сессии и бизнес-диалоги по следующим направлениям: «Международная повестка: сотрудничество для развития», «Устойчивое развитие энергетики», «Технологии и данные как основа лидерства», «Развитие отраслей ТЭК России: стратегия и регулирование», «Социально ориентированный ТЭК».

На площадке Центрального выставочного зала «Манеж» участники форума обсудили роль углеводородов в энерге-

тике будущего, проблемы энергоэффективности, роботизацию топливно-энергетического комплекса, применение искусственного интеллекта в сфере энергобезопасности и ряд других тем.

Заместитель Премьер-министра Беларуси Виктор Каранкевич выступил на панельной сессии «Мировая энергетика как основа экономического роста и благополучия: в поисках баланса». Отмечая преимущества ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС, вице-премьер заявил: «Мирный атом – гарант стабильности и энергетической самостоятельности Беларуси». В 2023 году БелАЭС обес-





печила 28 % общего объема потребления электроэнергии в стране. За 9 месяцев текущего года этот показатель составил 12,5 млрд кВт·ч – больше, чем за весь прошлый год. В дальнейшем республика будет стремиться к тому, чтобы за счет атомной генерации обеспечивать до 40 % потребности страны в электрической энергии.

Виктор Каранкевич констатировал, что спрос на электроэнергию стимулирует использование электрических котлов, электрификацию жилья, а также развитие электротранспорта. Особое внимание уделяется внедрению общественного электротранспорта белорусского производства. В частности, уже реализован перевод городского транспорта на электрический в Жодино и Шклове. В ближайшей перспективе такой проект планируется осуществить в Новополоцке.

Министр энергетики Республики Беларусь Алексей Кушнарченко принял участие в пленарном заседании форума и панельной сессии, посвященной мировой энергетике, а также в сессии «Низкоуглеродная энергетика: основа устойчивого будущего», организованной при поддержке Госкорпорации «Росатом».

На полях РЭН состоялись переговоры заместителя Премьер-министра Республики Беларусь Виктора Каранкевича и заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Александра Новака. Они обсудили вопросы торгово-экономического сотрудничества, условия поставок энергоносителей и топлива, формирование единой про-

мышленной политики Союзного государства и развитие проектов в области импортозамещения. Большое внимание было уделено расширению мощностей атомной генерации Беларуси при участии «Росатома», а также реализации новой комплексной программы сотрудничества в области ядерных неэнергетических проектов в сфере медицины, систем накопления энергии, аддитивных технологий.

В рамках встречи Министра энергетики Беларуси Алексея Кушнарченко и генерального директора Госкорпорации «Росатом» Алексея Лихачева стороны обсудили текущие и перспективные проекты двустороннего взаимодействия в атомной области. В частности, были затронуты вопросы сервисного обслуживания БелАЭС, поставок топлива для станции, совместных проектов в сфере ядерного топливного цикла. Одной из тем встречи стала реализация новых инициатив неатомного характера, направленных на обеспечение технологического суверенитета Союзного государства.

Одним из основных мероприятий форума стала выставка оборудования и технологий для ТЭК в Гостином дворе. Свои экспозиции на выставке представили более 50 ведущих поставщиков и производителей оборудования всех отраслевых направлений ТЭК из России, Беларуси и Китая. В рамках РЭН компании и государственные организации подписали 28 соглашений и меморандумов о сотрудничестве.

По традиции РЭН-2024 завершилась Молодежным днем, в ходе которого молодые специалисты, студенты и школьники представили свои перспективные проекты.

Российская энергетическая неделя в очередной раз подтвердила свой статус крупнейшей дискуссионной площадки международного уровня для обсуждения тенденций развития мирового топливно-энергетического комплекса, определения основных направлений развития отраслей и поиска оптимальных решений в ответ на глобальные вызовы.

*А.Ю. Тимашенок,
начальник отдела внешнеэкономической
деятельности и международного сотрудничества
Министерства энергетики*

Алексей Кушнарченко: «НЕЛЬЗЯ ОСТАНАВЛИВАТЬСЯ НА ДОСТИГНУТОМ»

По итогам пресс-тура по объектам газовой и торфяной отраслей

Основной темой пресс-тура, который прошел 27 августа в Гомельской области при поддержке Министерства энергетики, стали достижения и перспективы развития торфяной и газовой отраслей ГПО «Белтопгаз». Мероприятие было посвящено 30-летию института президентства в Беларуси и Дню работников нефтяной, газовой и топливной промышленности. Участие в пресс-туре приняли Министр энергетики Республики Беларусь Алексей Кушнарченко и первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» Дмитрий Шавловский.



Окно возможностей для торфяной промышленности

Первым объектом, который посетили представители СМИ, стал ЗТМ «Большевик», который сегодня является флагманом торфяного машиностроения. Продукция завода пользуется спросом как на внутреннем, так и на внешних рынках. На белорусские торфопредприятия он поставляет уборочную технику, фрезерные барабаны, сепараторы, дробилки, вагоны для транспортировки торфа и многое другое. Завод успешно зарекомендовал себя на рынке Российской Федерации: за последние четыре года для нужд торфяной промышленности России были поставлены техника и запчасти на сумму свыше \$ 620 тыс.

В ходе встречи с участниками пресс-тура Министр энергетики Алексей Кушнарченко рассказал журналистам, что в начале 90-х годов стоял вопрос о самом существовании торфяной промышленности. В 2008 году при поддержке Президента была разработана Государственная программа «Торф», которая дала новый импульс развитию отрасли. За 30 лет была выполнена реконструкция и модернизация 18 брикетных производств, что позволило увеличить их суммарную мощность до 1,3 млн т продукции в год.

В настоящее время Беларусь является одним из лидеров по добыче торфа в мире. Предприятия отрасли ежегодно добывают около 2 млн т торфа. При этом 45 % торфяных брикетов и сушенки поставляется цементным

заводам республики – за последнее десятилетие объем таких поставок вырос более чем в пять раз, что дало возможность каждый год замещать порядка 245 тыс. т импортируемого каменного угля.

В 2024 году белорусская торфопродукция отгружалась в 18 стран ближнего и дальнего зарубежья. Особое внимание уделялось налаживанию сотрудничества с компаниями Китая. Всего за семь месяцев текущего года на экспорт поставлено 76,1 тыс. т торфяной продукции на сумму порядка \$ 6,1 млн.

Особенно востребован за рубежом белорусский верховой торф. В отрасли производятся торфогрунты для различных растений (более 50 рецептов), а также покровный материал для выращивания шампиньонов. По заказу потенциальных покупателей из Вьетнама ведется разработка грунта для культивации кокосовой пальмы.

На текущем этапе развитие организаций отрасли осуществляется в рамках Программы комплексной модернизации торфяных производств на 2021–2025 годы, в которой основной акцент сделан на расширении сырьевой базы торфопредприятий.

«Преимущество нашей торфяной промышленности в том, что мы всё делаем собственными силами. У нас белорусские технологии, оборудование и техника. Мы в принципе не ощутили негативного влияния санкций, а, наоборот, увидели для себя окно возможностей. Отрасль самодостаточна и самообеспечена», – отметил Министр.

Инновационное развитие газовой отрасли

Рассказывая журналистам о развитии газовой отрасли, Алексей Кушнаренко сообщил, что в период с 1994 по 2024 год природный газ был подан в 1,77 млн квартир, включая около 400 тыс. в сельской местности, газифицировано сжиженным газом более 360 тыс. квартир, построено и введено в эксплуатацию около 55,9 тыс. км газопроводов природного газа, из них 33,6 тыс. км – в сельской местности.

На сегодняшний день уровень обеспеченности квартир природным газом по республике составляет 83,5 %, на селе – 50,4 %. Так, природным газом газифицировано более 3 млн квартир, сжиженным – 600,5 тыс. (в сельской местности – свыше 490 и 484,5 тыс. квартир соответственно). Протяженность газовых сетей составляет 67 896,6 км. В 2023 году в стране введено в эксплуатацию порядка 1000 км газопроводов различных категорий, природный газ впервые подан в 17 населенных пунктов. За I полугодие 2024 года прирост сетей природного газа в целом по стране составил 375 км.

Министр констатировал высокий уровень цифровизации, диспетчеризации и автоматизации предприятий газовой отрасли и подчеркнул, что внедрение новейших технологий, современных приборов и оборудования нацелено на повышение безопасности систем газоснабжения и качества услуг, предоставляемых потребителям.

Завершая встречу с журналистами, Алексей Кушнаренко отметил: «Нам действительно есть чем гордиться. При этом понимаем, что нам ни в коем случае нельзя останавливаться на достигнутом. Нужно ставить перед собой амбициозные задачи и стремиться их выполнять».



ровать на различные чрезвычайные ситуации, что является важным аспектом повышения профессиональных навыков.

На полигоне аварийная бригада ПУ «Гомельгаз» продемонстрировала журналистам слаженную эффективную работу по ликвидации аварийной ситуации в загазованной зоне.

В завершение пресс-тура первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» Дмитрий Шавловский рассказал о главных результатах и перспективах развития газовой отрасли. Он отметил, что благодаря успешной работе газовиков в прошлом году в распределительных сетях объединения не произошло ни одной аварии или инцидента. В этом году в рамках текущего ремонта с учетом комплексного приборного обследования планируется построить 7700 км и провести диагностику 700 км сетей, заменить 113 тыс. единиц газоиспользующего оборудования у потребителей.

Грандиозные планы у газовиков на 2025 год. «Мы очень щепетильно изучили опыт природных катаклизмов, произошедших в нашей республике, и сделали серьезные выводы, – отметил Дмитрий Шавловский. – В следующем году завершится наша программа комплексной модернизации газовых производств. Планируется разработать новую программу на 2026–2030 годы, в которой будут учтены все полученные уроки».

*Подготовила Ольга Гончар,
фото Анастасии Данюковой*



Участники пресс-тура ознакомились с возможностями учебно-тренировочного полигона ПУ «Гомельгаз» РПУП «Гомельоблгаз» и современными техническими средствами для обучения персонала. В частности, с помощью симулятора «Работник газовой службы», который является собственной разработкой Офиса цифровизации объединения, газовики в виртуальной среде учатся быстро реаги-

Беларусь планирует расширять сотрудничество с МАГАТЭ



1 октября состоялся рабочий визит в Беларусь делегации МАГАТЭ во главе с Генеральным директором Агентства Рафаэлем Гросси. В Минске главу МАГАТЭ принял Президент Беларуси. Стороны обсудили важность АЭС для экономики, технического развития и благополучия населения республики. Глава государства высоко оценил вклад Агентства в обеспечение безопасности атомных станций и отметил, что Беларусь привержена миру и сделает все зависящее для обеспечения региональной ядерной безопасности.

В тот же день глава МАГАТЭ совершил свой первый визит на Белорусскую АЭС, где ознакомился с работой всего комплекса станции. Эксперты Агентства посетили ключевые объекты БелАЭС, в том числе центральный пульт управления и турбинное отделение первого энергоблока, а также учебно-тренировочный центр.

Как заявил вице-премьер Беларуси Виктор Каранкевич на рабочей встрече с Рафаэлем Гросси, МАГАТЭ на всех этапах сооружения БелАЭС оказывало Беларуси техническую и экспертную поддержку. «Наша страна учла все рекомендации, полученные по итогам оценочных миссий Агентства, и следовала им, выполняя национальные планы действий», – подчеркнул заместитель Премьер-министра.

Сотрудничество с МАГАТЭ продолжается и на этапе эксплуатации БелАЭС. Беларусь начала подготовку к очередной миссии по оценке эксплуатационной безопасности, разрабатываются новые проекты программы технической помощи, а также планируется к реализации проект по строительству республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов. «Были бы благодарны вам за всевозможное содействие в сооружении этого объекта. В целом мы заинтересованы в использовании всего инструмента возможностей МАГАТЭ для изучения лучшего мирового опыта», – сказал Виктор Каранкевич.

Со своей стороны Рафаэль Гросси отметил: «Мы взаимодействовали с самого начала – по вопросам выбора локации станции, разработки правил взаимодействия в рамках чрезвычайных ситуаций, работы в начальной операционной стадии. Сейчас мы имеем возможность говорить о сопровождении станции. Мы готовы продолжить нашу коммуникацию в рамках взаимодействия по вопросам переработки отходов».

Отвечая на вопросы журналистов, Генеральный директор МАГАТЭ констатировал, что операционные работы, проходящие на БелАЭС, полностью соответствуют всем международным нормам и стандартам. «Мы заверили друг друга, что МАГАТЭ и Беларусь продолжат сотрудничество. Об этом мы условились с Президентом и вице-премьером», – сообщил Генеральный директор Агентства.



ПАРЛАМЕНТАРИИ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА ОБСУДИЛИ ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА



19 сентября в Китайско-белорусском индустриальном парке «Великий камень» прошло совместное заседание комиссий Парламентского Собрания Союзного государства по энергетике, транспорту, промышленности и торговле. Участие в заседании принял заместитель Министра энергетики Денис Мороз.

Парламентарии обсудили перспективы развития рынка газомоторного топлива Союзного государства, реализацию совместных проектов по расширению использования компримированного (КПГ) и сжиженного природного газа (СПГ) в качестве топлива и по насыщению рынка современной автомобильной техникой.

Выступая на заседании, Денис Мороз отметил, что тренд на замещение традиционных видов топлива газомоторным достаточно активен. Эксперты прогнозируют, что к 2030 году в общем объеме потребляемого в мире топлива доля газа составит порядка 10 %. Вопросом топливного применения газа Беларусь занимается достаточно давно, с 1980-х годов. В настоящий момент в республике работают 28 заправочных станций, реализующих такое топливо реальному сектору экономики и населению.

Беларусь обладает достаточно большим транзитным потенциалом, и использование природного газа в качестве топлива в первую очередь должно быть ориентировано на логистические маршруты. Размещение заправок позволяет использовать этот вид топлива на участках трассы Брест – Москва, Санкт-Петербург – Гомель.

Перспективы топливного применения природного газа на территории Республики Беларусь определяет прежде всего ценовой фактор, подчеркнул Денис Мороз. В настоящий момент наблюдается все более активное использование СПГ малым и средним бизнесом. К примеру, по итогам 2023 года Беларусь занимает третье место по дешевизне такси. Переход на газ позволяет таксистам достаточно существенно снизить затраты на эксплуатацию автомобилей и, соответственно, на стоимость транспортных услуг.

В республике есть четкое понимание того, что любой вид топлива имеет свои плюсы и минусы, констатировал Денис Мороз. «Мы всегда подходим очень осторожно и взвешенно к глобальным переходам и трансформациям. Необходимо отметить, что для Беларуси природный газ сам по себе является импортным продуктом. Это оказывает определенное влияние на наши стратегии по развитию его применения в качестве газомоторного топлива. В связи с вводом атомной электростанции у нас реализуется ряд государственных программ, принимаются нормативно-правовые акты, направленные на стимулирование увеличения электропотребления в стране. И одно из существенных направлений в этой работе – развитие электротранспорта, который, безусловно, является конкурентом для газомоторного», – отметил заместитель Министра.

Подготовлено по материалам БЕЛТА

ТЭК БЕЛАРУСИ

Утверждены правила функционирования общего электроэнергетического рынка ЕАЭС

Евразийский межправительственный совет, заседание которого состоялось 1 октября в г. Ереване (Армения), утвердил Правила информационного обмена на общем электроэнергетическом рынке ЕАЭС. Это завершающий документ в комплекте правил функционирования общего рынка электроэнергии, принятие которых предусмотрено Договором о ЕАЭС.



Правила регламентируют информационное взаимодействие субъектов рынка, уполномоченных органов государств – членов союза в сфере энергетики и Евразийской экономической комиссии, определяют состав информации, подлежащей раскрытию в рамках функционирования рынка.

Документ также создает правовую основу для использования национальных электронных цифровых подписей в электронном документообороте на общем электроэнергетическом рынке ЕАЭС.

Завершился первый планово-предупредительный ремонт энергоблока № 2 БелАЭС

14 октября энергоблок № 2 Белорусской АЭС включен в сеть после завершения первого планово-предупредительного ремонта. В ходе ППР произведена замена отработавшего ядерного топлива на свежее – в активную зону реактора загружено около 25 % тепловыделяющих сборок. Кроме того, в полном объеме выполнено техническое обслуживание порядка 12 тыс. единиц оборудования.

Проведен эксплуатационный контроль металла корпуса реактора, трубопроводов и оборудования АЭС, радиографический контроль металла 748 сварных соединений. Общее количество объектов контроля превысило 20 тыс. Для ремонтной кампании было использовано более 26 тыс. единиц запчастей, инструментов и принадлежностей.

Ремонт осуществлялся силами ремонтного персонала БелАЭС, специалистов ОАО «Белэнергоремналадка», а также АО «Русатом Сервис» и АО «Атомстройэкспорт» (Россия).

В соответствии с международной практикой плановые ремонтные работы ежегодно проводятся на каждом энергоблоке АЭС для подтверждения надежности оборудования и технологических систем.

Члены КОТК обсудили вопросы разработки единой нормативной базы

19–20 сентября белорусская делегация под руководством заместителя генерального директора по оперативной работе – главного диспетчера ГПО «Белэнерго» Дениса Ковалева приняла участие в 45-м заседании Комиссии по оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии (КОТК) в г. Ташкенте (Узбекистан).

Особое внимание участники заседания уделили вопросам разработки единой нормативной базы для обеспечения надежного функционирования энергосистем, а также развития накопителей электрической энергии и ВИЭ.

По результатам обсуждения члены КОТК согласовали документы, регламентирующие основные технические требования к системам накопления электроэнергии (на базе электрохимических накопителей), а также к участию электростанций в нормированном первичном регулировании частоты и автоматическом регулировании частоты и активной мощности.

Белорусская сторона предложила выполнить оценку эффективности внедрения системы мониторинга запасов устойчивости на межгосударственном сечении России и Беларуси.

Белорусская торфопродукция нетопливного назначения будет поставляться в Россию

С 10 по 12 сентября делегация ГПО «Белтопгаз» приняла участие в XIV Международной выставке цветов, растений, техники и технологий для цветоводства и ландшафтного дизайна «Цветы Экспо 2024» в Москве. В экспозиции объединения была представлена белорусская торфяная продукция нетопливного назначения: профессиональные торфяные субстраты и покровный материал для выращивания шампиньонов.

В ходе переговоров достигнуты договоренности о подписании контрактов на поставку в Московскую и Воронежскую области России торфяной продукции ориентировочным объемом до 30 тыс. м³ в год.

КАДРОВЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ



Коллективу ГПО «Белэнерго» представлен новый генеральный директор объединения

9 октября Министр энергетики Алексей Кушнаренко представил коллективу аппарата управления ГПО «Белэнерго» нового руководителя объединения – Андрея Панченко. «Важно, что на эту высокую должность назначен человек, имеющий большой опыт работы в энергосистеме. Главная задача для нового руководителя – сохранить и приумножить ранее достигнутые результаты», – отметил Министр.

Андрей Васильевич Панченко родился 3 июня 1969 года в г. Чашники Витебской области. В 2005 году окончил БНТУ по специальности «Автоматизация и управление энергетическими процессами», в 2019 году – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Экономика и управление на предприятии промышленности». Прошел путь от слесаря ремонтной мастерской до генерального директора РУП «Витебскэнерго».

С 10 октября работает в должности генерального директора ГПО «Белэнерго».

Рассмотрены актуальные вопросы технологического взаимодействия системных операторов Беларуси и России

8 октября в ГПО «Белэнерго» прошла встреча с представителями АО «Системный оператор Единой энергетической системы» и ПАО «Интер РАО». С белорусской стороны во встрече принимал участие заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго» Денис Ковалев. Российскую делегацию возглавил директор по управлению режимами ЕЭС – главный диспетчер АО «СО ЕЭС» Михаил Говорун.

В рамках встречи стороны обсудили актуальные вопросы технологического взаимодействия системных операторов Беларуси и России при осуществлении функции оперативно-диспетчерского управления параллельной работой ЕЭС России и ОЭС Беларуси.

Российские коллеги ознакомились со структурой оперативно-диспетчерского управления энергосистемой Беларуси, подходами и техническими средствами, используемыми ГПО «Белэнерго» при его осуществлении.

Сотрудничество с Тюменской областью будет расширяться

16–19 сентября делегация под руководством Министра энергетики Беларуси Алексея Кушнаренко приняла участие в мероприятиях Промышленно-энергетического форума TNF, который прошел в г. Тюмени.

Белорусская делегация ознакомилась с тенденциями развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, посетила ряд предприятий региона, обеспечивающих производство и сервисное обслуживание нефтехимического и газотурбинного оборудования, а также проведение геологоразведочных, геофизических и геохимических работ в области изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы.

В рамках состоявшихся встреч и переговоров с представителями руководства региона, энергетических ведомств России рассмотрены вопросы, связанные с выполнением ранее достигнутых договоренностей, намечены дальнейшие шаги по активизации сотрудничества. Особое внимание уделено участию холдинга «БЕЛГАЗСТРОЙ холдинг» в реализации программ развития газоснабжения и газификации российских регионов.

Подписан меморандум о взаимопонимании в сфере газоснабжения

10 октября в рамках Петербургского международного газового форума Министр энергетики Республики Беларусь Алексей Кушнаренко, губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко и Председатель Правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер подписали Меморандум о взаимопонимании между Правительством Ленинградской области, ПАО «Газпром» и Министерством энергетики Республики Беларусь.

Документ предусматривает сотрудничество по вопросам производства и поставки оборудования бе-



ЭНЕРГЕТИКИ ОТМЕЧЕНЫ ВЫСОКИМИ НАГРАДАМИ



10 октября во Дворце Республики Премьер-министр Республики Беларусь Роман Головченко вручил энергетикам государственные награды и благодарности Главы государства, которых они были удостоены Указом Президента Республики Беларусь от 21 марта 2024 года № 108.

За добросовестный труд, высокий профессионализм и значимый вклад в реализацию проекта по строительству Белорусской атомной станции медали «За трудовые заслуги» вручены представителям Белорусской энергосистемы, среди них: **Павел Дрозд**, до 9 октября возглавлявший ГПО «Белэнерго»; **Андрей Реут**, генеральный директор государственного предприятия «Белэнергострой» – управляющая компания холдинга и работники данного предприятия **Владимир Горбачев**, **Виктор Унятов** и **Виталий Ковалевич**; **Сергей Алехнович**, генеральный директор ОАО «Белэлектромонтажналадка»; представители государственного предприятия «Белорусская АЭС»

Борис Парамонов, **Сергей Быльчинский**, **Валерий Емельянов**, **Виталий Козлов**, **Дмитрий Лагун**, **Андрей Лазовский**, **Евгений Лобанов**, **Андрей Пинчук**.

Благодарностями Президента Республики Беларусь отмечены **Константин Баенков**, заместитель директора по тепломонтажным работам филиала АО «Атомстройэкспорт» в Арабской Республике Египет, и **Александр Бернюкевич**, старший электромонтер электрического цеха государственного предприятия «Белорусская АЭС».

Ранее Президент вручил орден Отечества III степени **Виктору Каранкевичу** (ныне вице-премьер), орден Трудовой Славы – первому генеральному директору государственного предприятия «Белорусская АЭС» **Михаилу Филимонову**, орден Почета – первому заместителю генерального директора – главному инженеру атомной электростанции государственного предприятия «Белорусская АЭС» **Анатолию Бондарю**.

Поддравляем с заслуженными наградами!

лорусских предприятий для реализации проектов газификации на территории Ленинградской области, включая проектирование, производство, поставку, монтаж и сервисное обслуживание оборудования.

С целью согласования позиций по актуальным вопросам двустороннего взаимодействия на полях форума по инициативе белорусской стороны проведены рабочие встречи с представителями руководства российских регионов и ПАО «Газпром», а также с Министром иностранных дел и внешней торговли Венгрии Петером Сийярто.

Беларусь и Венгрия договорились о развитии партнерства в атомной энергетике

1–3 октября состоялся визит экспертной группы из Венгрии на БелАЭС для изучения белорусского опыта в сфере подготовки и повышения квалификации персо-

нала АЭС. Делегация посетила учебно-тренировочный центр атомной станции, отметила высокий уровень организации его работы.

В рамках визита прошло заседание белорусско-венгерской рабочей группы по сотрудничеству в атомной отрасли. Стороны рассмотрели возможности расширения взаимодействия двух стран, обозначили перспективные направления дальнейшего сотрудничества, среди которых – обмен опытом в сфере обращения с радиоактивными отходами.

Венгерские эксперты также встретились с руководством БелАЭС и Департамента по ядерной энергетике Министерства энергетики.

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



П.А. ШКУРКО,
заместитель начальника производственно-технического управления – начальник отдела энергетики и газоснабжения Министерства энергетики Республики Беларусь

ПОДГОТОВКА К ОТОПИТЕЛЬНОВОМУ СЕЗОНУ 2024/2025 ГОДА ЗАВЕРШЕНА

В целях подготовки к устойчивой работе в осенне-зимний период Советом Министров Республики Беларусь 28 мая 2024 года принято постановление № 380 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2024/2025 года». Государственным органам и организациям поручено обеспечить реализацию организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение надежного и бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами потребителей в отопительном сезоне.

В целях реализации поставленных Правительством задач Министерством энергетики разработаны организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение устойчивого и надежного топливо- и энергоснабжения потребителей в осенне-зимний период 2024/2025 года (ОЗП), изданы соответствующие организационно-распорядительные документы и сформированы составы:

- оперативных групп по координации подготовительных и ремонтных работ, созданию необходимых запасов топлива;
- аварийно-восстановительных бригад, при этом определен порядок их действий при ликвидации аварийных ситуаций, предусмотрено укомплектование транспортными средствами высокой проходимости, необходимыми материалами, инструментом и спецодеждой, запасными частями и комплектующими.

Утверждены графики ограничения и отключения потребителей от электрических и тепловых сетей при возникновении аварийных ситуаций, а также республиканский график ограничения снабжения природным газом организаций-регуляторов и очередности их отключения от системы газоснабжения в случае нарушения технологического режима работы данной системы в результате аварий или изменения режимов газопотребления.

Энергоснабжение

К началу отопительного сезона энергоснабжающие организации ГПО «Белэнерго» выполнили намеченные ремонты основного тепло- и электротехнического оборудования согласно годовым графикам (см. таблицы 1, 2). При этом оборудование, выведенное в ремонт в начале отопительного периода или находящееся в ремонте, вводится в эксплуатацию в соответствии с годовыми графиками ремонтов и режимами работы энергосистемы и не влияет на качество и надежность энергоснабжения.

К 1 октября энергоснабжающими организациями заменено и смонтировано 246,9 км тепловых сетей в однотрубном исчислении (94 % от плана, см. таблицу 3),

выполнен капитальный ремонт ВЛ 0,4–750 кВ протяженностью 15 690 км (72 % от плана), а также реализован ряд других мероприятий по повышению надежности работы электротехнического оборудования и электрических сетей.

Во взаимодействии с юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, энергоснабжающие организации ежегодно проводят работы по расширению просек ВЛ напряжением 35 кВ и выше. За январь – сентябрь текущего года расширено 295 км просек.

С момента издания Распоряжения Президента Республики Беларусь от 28 мая 2020 года № 93рп «О повышении надежности электроснабжения» расширены просеки протяженностью 3,5 тыс. км. Уже сегодня среднегодовое количество аварийных отключений ВЛ из-за падения деревьев на провода ВЛ снизилось на 38 %, а количество нарушений электроснабжения населенных пунктов – на 31 %.

В настоящее время Министерством энергетики в рамках решений (поручений) Главы государства, Администрации Президента Республики Беларусь и Совета Министров по вопросам повышения надежности электроснабжения потребителей подготовлен проект изменений в Распоряжение Президента Республики Беларусь № 93рп, которым предусматривается проведение работ по расширению просек ВЛ не только в границах земель лесного фонда, но и на землях иных категорий, с завершением данных работ к концу 2028 года.

В качестве резервных источников питания энергоснабжающими организациями используются передвижные дизельные электростанции, назначены лица, ответственные за обеспечение их готовности к эксплуатации.

Энергоснабжающими организациями ГПО «Белэнерго» созданы достаточные запасы топочного мазута: к 1 октября текущего года их объем составил 263,9 тыс. т (104 % от плана).

Газоснабжение и топливообеспечение

Газоснабжающие организации ГПО «Белтопгаз» в рамках подготовки к работе в ОЗП выполняют комплексное при-

Таблица 1. Информация о ходе выполнения капитальных ремонтов теплотехнического оборудования по состоянию на 1 октября 2024 года

Теплотехническое оборудование	План на 2024 год, ед.	Выполнено	Выполнение плана, %
Энергетические котлы	21	12	57
Турбины	22	11	50
Водогрейные котлы	11	7	64
Паровые котлы	4	3	75

Таблица 2. Информация о ходе выполнения капитальных ремонтов электротехнического оборудования по состоянию на 1 октября 2024 года

Электротехническое оборудование	План на 2024 год, ед.	Выполнено, ед.	Выполнение плана, %
Генераторы	22	13	59
Силовые трансформаторы	5	3	60
Высоковольтные выключатели 220–330 кВ	15	11	73
Комплексный капитальный ремонт ПС 35–10 кВ	167	90	67

Таблица 3. Информация о ходе выполнения плана по замене и строительству тепловых сетей в разрезе областей по состоянию на 1 октября 2024 года

РУП-облэнерго	План на 2024 год, км	Выполнено, км	Выполнение плана, %
РУП «Брестэнерго»	15,6	16,9	108
РУП «Витебскэнерго»	43,1	42,9	100
РУП «Гомельэнерго»	33,6	33,7	100
РУП «Гродноэнерго»	33,6	27,7	83
РУП «Минскэнерго»	116,7	105,1	90
РУП «Могилевэнерго»	19,6	20,5	104
ГПО «Белэнерго»	262,2	246,9	94

борное обследование и оценку технического состояния подземных газопроводов со сроком службы 40 и более лет. Наряду с этим производится замена оборудования ГРП и ШРП, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет. Особое внимание уделяется замене морально устаревшего бытового газового оборудования (см. таблицу 4).

За январь – сентябрь специалистами газоснабжающих организаций проведено обследование более 554 тыс. единиц газоиспользующего (отопительного и водогрейного) оборудования в жилых помещениях граждан, а также проверка соответствия условий его эксплуатации требованиям законодательства. В целях предотвращения аварий и несчастных случаев отключено более 8 тыс. единиц оборудования, не соответствующего нормативным документам, в том числе 584 единиц – по причине неисправности дымоходов и вентканалов, а также отсутствия актов проверки их технического состояния. При этом о каждом случае отключения информируются местные исполнительные и распорядительные органы.

За апрель – сентябрь торфопредприятия ГПО «Белтопгаз» добыли порядка 2 млн т торфа, что составляет

Таблица 4. Информация о ходе выполнения ремонта и замены основного оборудования газораспределительных сетей по состоянию на 1 октября 2024 года

Наименование мероприятия	План на 2024 год	Выполнено	Выполнение плана, %
Комплексное приборное обследование подземных газопроводов, км	7726	7941	103
Замена оборудования ГРП, ШРП, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет, шт.	400	328	82
Оценка технического состояния подземных газопроводов со сроком службы 40 и более лет, км	776	718	92
Задание по замене морально устаревшего бытового газового оборудования за счет его собственников, шт.	113 199	101 822	90

97 % сезонного задания, при этом произведено 0,61 млн т продукции (100 %), в том числе 0,52 млн т топливных брикетов и 0,09 млн т торфяной сушенки.

Надзорная деятельность

В целом по республике подлежали регистрации в филиалах Госэнергонадзора 29 209 паспортов готовности к работе в ОЗП потребителей тепловой энергии и 10 410 паспортов готовности теплоисточников (в прошлом году – 29 642 и 10 319 паспортов соответственно). По состоянию на 30 сентября зарегистрированы все паспорта готовности.

Следует подчеркнуть, что с момента перевода Госэнергонадзором данной административной процедуры в электронный вид через единый портал электронных услуг был зарегистрирован 1181 паспорт готовности, в том числе паспорта потребителей тепловой энергии и теплоисточников системы Министерства энергетики.

В период подготовки к работе в ОЗП персоналом Госэнергонадзора обследовано:

- 46 906 электро- и (или) теплоустановок теплоисточников и потребителей тепловой энергии;
- 43 293 газифицированных многоквартирных жилых дома, в том числе 9358 жилых домов с установленным отопительным и (или) водогрейным оборудованием.

В связи с выявлением фактов невыполнения в установленные сроки мероприятий по подготовке организаций к работе в ОЗП электро- и (или) теплоустановок, теплоисточников и потребителей тепловой энергии, а также в связи с другими проблемными вопросами государственным органам и организациям было направлено более 1 тыс. писем для безотлагательного принятия действенных мер по обеспечению устойчивого и надежного энергоснабжения потребителей в ОЗП.

Таким образом, организациями, входящими в систему Минэнерго, своевременно выполнена подготовка энергетической, газовой и торфяной отраслей к работе в ОЗП 2024/2025 года и обеспечена готовность к надежному и устойчивому снабжению потребителей тепловой и электрической энергией, природным и сниженным газом, торфяным топливом.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Мировому спросу на энергоресурсы по-прежнему прогнозируют рост

За последнее десятилетие рост глобального спроса на энергию составил 13–14 %. Прогнозируется, что в ближайшие 20 лет он будет расти более динамичными темпами. При этом аналитики считают, что возобновляемая энергетика не сможет покрыть возросшие потребности в энергии.



По мнению экспертов, электропотребление в мире к 2045 году вырастет почти на четверть. Соответственно, необходимо будет обеспечить 25-процентный прирост мощностей.

Несмотря на незначительное снижение спроса на углеводороды, они продолжают доминировать в энергетической повестке. Ожидается, что ежегодный рост глобального спроса на нефть до 2050-го составит 1–2 % и выйдет на уровень 120 млн б/с.

Потребление газа будет стабильно увеличиваться и, по прогнозам, к 2050 году вырастет примерно на 35 %. Значительного спада спроса в долгосрочной перспективе не предвидится.

Риски для мирового рынка нефти опасно повысились

Эксперты американской компании Carlyle Group считают, что эскалация на Ближнем Востоке и угроза полномасштабной войны между Ираном и Израилем создает для глобального нефтяного рынка очень высокие риски.

Перебои с поставками сырья на мировой энергетический рынок могут оказаться более разрушительными, чем в первой половине 1970-х годов, когда они привели к масштабному экономическому кризису. Тогда участники Организации арабских стран – экспортеров нефти (ОАПЕК) вместе с Сирией и Египтом одновременно ввели эмбарго на поставки сырья Великобритании, Канаде, Нидерландам, США и Японии, поддержавшим Израиль в так называемой войне Судного дня.

Названы страны Евросоюза, максимально зависимые от импорта нефтепродуктов

Статистическая служба ЕС (Eurostat) выстроила рейтинг зависимости европейских стран от импорта продукции нефтепереработки. Для этого определялась доля импорта в общем объеме нефтепродуктов, который оставался в распоряжении страны после экспорта. На первом месте по этому показателю в первой половине текущего года оказалась Мальта. Соотношение импорта к объему «осевших» в стране нефтепродуктов составило 622 %.

В число наиболее зависимых от ввоза этой продукции стран ЕС также попали Нидерланды (304 %), Словения (210 %) и Латвия (133 %). Замыкает пятерку Эстония (125 %).

Больше половины необходимых нефтепродуктов ввозят Дания (90 %), Ирландия (87 %) и Словакия (76 %). Высокая зависимость наблюдается в Швеции (74 %), Финляндии (62 %), Франции (58 %), Венгрии (55 %), Австрии (53 %) и Чехии (50 %).

Болгария, Испания, Польша, Португалия, Румыния, Германия и Греция закупают за рубежом треть, Италия и Литва – четверть от своей суммарной потребности в продуктах нефтепереработки.

Франция, согласно информации Eurostat и платформы ООН Comtrade, сильно зависит не только от импорта нефтепродуктов, но и от поставок российского урана. Эксперты отмечают, что в период с января 2023-го по июнь 2024 года 60,5 % всего французского импорта этого топлива пришлось на Россию. Среди других активных покупателей урана из числа недружественных России стран оказались Германия, Южная Корея и США.

Великобритания полностью отказалась от угля

В Великобритании закрыли последнюю в стране угольную электростанцию, таким образом полностью отказавшись от самого вредного для планеты топлива. Речь идет о предприятии Ratcliffe-on-Soar в Ноттингемшире, которое 57 лет снабжало государство энергией. Его закрытие положило конец почти полуторазековой эпохе угольной генерации в стране.



В 1882 году Великобритания первой в мире запустила электростанцию на угле. И она же стала первым государством, которое почти 10 лет назад объявило, что полностью прекратит использование этого энергоресурса к 2025 году.

В мае 2024 года страны G7, включая Великобританию, договорились об отказе от угля к 2035 году. К такому соглашению они пришли по итогам двухдневных переговоров в Турине. Согласно принятому документу странам «Большой семерки» разрешается продолжать использовать уголь для производства электроэнергии лишь при условии, что электростанции оборудованы эффективными технологиями улавливания углерода.

Норвегия отказалась экспортировать водород в Германию

Норвежская газовая компания Equinor отказалась от планов экспорта водорода в Германию, так как сочла проект слишком дорогим. Решение компании стало неожиданностью для ФРГ.

Equinor договорилась о поставках с немецкой RWE в 2022 году. Предполагалось, что они будут осуществляться через первый в мире морской водородный трубопровод. Однако шведская сторона решила отказаться от проекта на ранней стадии, в связи с тем что экспорт водорода на фоне низкого спроса и дороговизны является нежизнеспособным решением.



Параллельно Норвегия, считающаяся главным конкурентом России на европейском газовом рынке, значительно нарастила добычу природного топлива. Среднесуточные объемы добываемой нефти, конденсата и широкой фракции легких углеводородов в Норвегии в июле увеличились на 0,9 % в годовом выражении и достигли отметки 2,079 млн баррелей.

Экспорт российского газа в Китай продолжает расти

Поставки газа в Китай по газопроводу «Сила Сибири» в первом полугодии выросли на 43 % по сравнению с тем же периодом годом ранее. Точный объем поставок и их стоимость не называются.

Магистраль начала работать в 2019 году. На тот момент предполагалось, что в 2024-м она выйдет на полную мощность – 38 млрд м³ в год. Однако контрактный объем

для этого года составил 30 млрд м³. Полноценно газопровод должен заработать с декабря.

В российском Институте энергетики и финансов (ИЭФ) полагают, что к 2030 году экспорт газа в Китай может вырасти до 64 млрд м³ в год. Наряду с трафиком по сибирской магистрали еще 10 млрд м³ республика будет получать по дальневосточному маршруту, до 9 млрд м³ составят спотовые поставки через Казахстан, а остальное придется на сжиженный природный газ.

Накопители стали вторым по значимости драйвером роста электроэнергетики в США

Ввод новых мощностей в электроэнергетике США в первом полугодии 2024 года достиг 20,2 ГВт, превысив прошлогодний показатель за тот же период на 3,6 ГВт (более чем на 20 %). По данным Управления энергетической информации (EIA), установленная мощность ветровых и солнечных генераторов увеличилась на 12 и 2,5 ГВт соответственно, а накопителей энергии – на 4,2 ГВт, то есть накопители стали вторым по значимости драйвером развития электроэнергетики в США. Калифорния обеспечила 37 % ввода мощностей для хранения энергии, Техас – 24 %, а Аризона и Невада – 19 % и 13 % соответственно.

Согласно прогнозу EIA, во второй половине текущего года ввод новых мощностей США достигнет 42,5 ГВт, из них 25 ГВт будет приходиться на солнечные панели, 10,8 ГВт – на накопители, 4,6 ГВт – на ветроустановки и лишь 2,1 ГВт – на все прочие типы электростанций.

Вывод мощностей из эксплуатации по итогам первого полугодия 2024 года достиг 5,1 ГВт. Более 90 % таких объектов составили угольные и газовые электростанции. Это в том числе энергоблоки угольных ТЭС Seminole Electric Cooperative (Флорида) и Homer City (Пенсильвания) по 626 МВт каждый, а также шесть блоков газовой ТЭС Mystic (Массачусетс), третьей по величине в штатах Новой Англии, общей мощностью 1413 МВт.

При этом внутренний спрос на газ растет. В 2024 году США увеличили его закупку из Канады на 6 %. Импорт трубопроводного газа позволяет стране обеспечивать свой газовый баланс в условиях снижения темпов добычи газа, истощения сланцевых месторождений и сокращения финансирования геологоразведки.

Западные страны продолжают покупать топливо из России

Центр исследований энергетики и чистого воздуха (CREA) и Центр изучения демократии (CSD) сообщили, что, несмотря на введенные санкции, западные страны продолжают покупать топливо из России благодаря лазейке в законодательстве.

Западные рынки остались открыты для российских энергоресурсов благодаря поставкам топлива с трех нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) в Турции – Star Aegean, Tupras Izmit и Tupras Aliaga Izmir. Так, первый из них на 98 % загружается российским сырьем, 73 % которого поставляет «Лукойл».

В первой половине 2024 года турецкие НПЗ закупили российской нефти на сумму € 1,2 млрд для производства нефтепродуктов, которые затем были проданы странам ЕС, Великобритании и Соединенным Штатам. На первом месте по закупкам продукции заводов – Евросоюз (больше всего купила Румыния), на втором – США. Причем поставки в Штаты за первые шесть месяцев этого года выросли на 335 %.

К 2030 году доля угольной генерации в Индии превысит 50 %

Индия заявила, что намерена увеличить мощность угольных электростанций примерно на 90 ГВт к 2032 году. Это в два раза больше, чем планировалось ранее. В связи с этим страна наращивает импорт российского угля. Ожидается, что к 2030 году в стране на объекты угольной генерации будет приходиться около 54 % выработки электроэнергии.



В прошлом году Индия ввезла из России 26,2 млн т угля – почти в четыре раза меньше, чем Китай. Тем не менее прогнозируется, что к 2030 году она станет главным покупателем этого энергоресурса. Экспорт коксующегося угля также начнет смещаться в сторону Индии, где растет спрос на продукцию металлургии. Аналитики считают, что через 20 лет основная доля закупок угля из России будет приходиться на Юго-Восточную Азию – Тайвань, Вьетнам и др.

В ЕС спорят о сроках перехода на электромобили

В Европе опасаются кризиса в автомобильной отрасли, если планы ЕС к 2035 году отказаться от выпуска новых машин на бензине и дизельном топливе не будут скорректированы.

Пересмотр темпов отказа от продажи новых автомобилей с ДВС планируется провести только в 2026 году. Между тем в Италии считают, что нельзя ждать еще два года: за это время европейский автопром может быть просто уничтожен. В свою очередь Германия отклонила предложение Италии о скорейшем пересмотре.

Переход к электрокарам и «гибридам» связан исключительно с зеленой повесткой. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), 24 % выбросов CO₂ от использования энергии приходится на транспорт. Чтобы подтвердить свою приверженность климатическим целям, в 2021 году ряд автопроизводителей (Ford, Mercedes-Benz,

General Motors, Volvo), а также правительства 30 стран пообещали постепенно отказаться от новых автомобилей на традиционном топливе к 2040 году.

Между тем эксперты считают, что расширение производства электромобилей достаточно затратно с точки зрения создания инфраструктуры и утилизации этого вида транспорта. Ряд рисков создает и производство литий-ионных аккумуляторов, при котором затрачивается больше энергии и выделяется больше CO₂, чем при выпуске автомобилей с ДВС.

Несмотря на разногласия, в марте прошлого года страны ЕС утвердили закон, который потребует от всех новых автомобилей нулевых выбросов CO₂ с 2035 года, что фактически является запретом на дизельные и бензиновые двигатели.

Ввод новых угольных ТЭС опережает темпы закрытия старых

Согласно данным Global Energy Monitor, с января по июнь 2024 года по всему миру было введено 15,6 ГВт угольных ТЭС и 12,0 ГВт – выведено из эксплуатации. Свыше 70 % (11,5 ГВт) новых мощностей обеспечили Китай и Индия, выведя при этом порядка 1,3 ГВт.

Новые угольные ТЭС также вводили Южная Корея (1,1 ГВт), ЮАР (800 МВт), Вьетнам (716 МВт), Бангладеш (660 МВт), Индонезия (380 МВт), Зимбабве (335 МВт), Филиппины (150 МВт) и Монголия (50 МВт).

Большинство закрытых ТЭС пришлось на Германию (5,3 ГВт) и США (3,0 ГВт). Отработанные мощности также выводили из эксплуатации Канада (880 МВт), Япония (372 МВт), Чили (277 МВт), Словакия (220 МВт), Марокко (165 МВт), Финляндия (80 МВт) и Польша (53 МВт).



Важным трендом стал рост эффективности угольной генерации, который должен привести к снижению нагрузки на окружающую среду. Речь о распространении «ультрасверхкритических» технологий, позволяющих преобразовывать тепловую энергию в электричество с КПД 44–46 % (у сверх- и субкритических угольных ТЭС – 37–40 % и 33–37 % соответственно). По оценке экспертов ассоциации «Глобальная энергия», в структуре действующих угольных мощностей Китая доля «ультрасверхкритики» к июлю текущего года достигла 32 %, в структуре строящихся – 95 %. Для остальных стран мира эти показатели составили 10 % и 23 % соответственно.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

В.Р. КОЛИК,
начальник отдела учета и
качества электроэнергии
РУП «Белэнергосетьпроект»



М.А. ДРАКО,
м.т.н., заведующий
ЭТЛ отдела учета и
качества электроэнергии
РУП «Белэнергосетьпроект»



О.А. МОЙСЕЕНКО,
заместитель заведующего
ЭТЛ отдела учета и
качества электроэнергии
РУП «Белэнергосетьпроект»



ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ. ИЗМЕРЕНИЕ, АНАЛИЗ И ВЫЯВЛЕНИЕ ВИНОВНИКОВ ИХ НЕСООТВЕТСТВИЯ НОРМАМ

В статье рассматриваются проблемы обеспечения показателей и норм качества электрической энергии, установленных ГОСТ 32144-2013, в сетях разного номинального напряжения. В частности, представлены методы измерения этих показателей и выявления виновников их несоответствия нормам в части несинусоидальности напряжения (высших гармоник) с определением их фактических вкладов.

Часть 1

В наше время электроэнергия является товаром, качество которого регламентируется государственным стандартом [1]. Это обусловлено тем, что работоспособность промышленных и бытовых электроприемников зависит от показателей качества электроэнергии (ПКЭ). Нарушение норм в этой области, как правило, проявляется в виде вредоносных воздействий на сетевое электрооборудование и электроприемники потребителей. Последствия этих воздействий широко освещаются в научной литературе и периодических изданиях.

Специфика электроэнергии как товара состоит в том, что на показатели ее качества в электрической сети в общем случае оказывают влияние все подключенные субъекты электроэнергетики: электрические станции, сети и потребители. При этом в большинстве случаев потребители адресуют претензии, связанные с ненадлежащим качеством электроэнергии (КЭ), энергоснабжающей организации (ЭСО), хотя зачастую сами являются виновниками его ухудшения.

В настоящее время наиболее инициативной стороной, заинтересованной в устранении факторов, негативно влияющих на ПКЭ, являются ЭСО, поскольку, с одной стороны, они несут ответственность за надлежащее КЭ

перед потребителями, а с другой – находятся под контролем соответствующих проверяющих органов. В свою очередь, большинство потребителей, обновляя свой парк электрооборудования, не уделяют должного внимания возможным искажающим воздействиям подключаемых устройств на КЭ и не принимают меры по устранению или минимизации этих воздействий.

Сегодня вопрос обеспечения надлежащего КЭ находится в стадии актуализации. Специалисты уделяют данной теме достаточно много внимания, поскольку приходит общее понимание того, что без решения этой проблемы цивилизованное развитие электроэнергетики невозможно.

Нормативно-техническое обеспечение качества электроэнергии

Как было сказано выше, основополагающим ТНПА в области КЭ является ГОСТ 32144-2013 [1]. В стандарте изменения характеристик напряжения электропитания делятся на две группы – продолжительные изменения и случайные события (таблица 1). Для каждого вида изменений документ определяет соответствующие значения ПКЭ (для продолжительных изменений это нормативные

величины, для случайных событий – справочные данные).

Область применения [1] охватывает точки передачи электроэнергии пользователям электрических сетей. В обоснованных случаях возможно и целесообразно расширение области применения документа за счет распространения его норм на другие точки электросети (например, точки раздела балансовой принадлежности между субъектами электроэнергетики, точки подключения искажающих устройств и т.д.).

В [2] регламентированы основные требования к организации и проведению контроля ПКЭ с целью определения их соответствия нормам, установленным в [1]. Методы измерения ПКЭ определены в [6, 7], требования к средствам измерения ПКЭ – в [3].

Методы анализа ПКЭ, определения источников и виновников их несоответствия нормам [1], а также фактического вклада (ФВ) каждого виновника регламентируются [5] (в России – [6]). Следует отметить, что [5] и [6], практически не имея отличий, содержат ряд положений, которые крайне сложно реализовать на практике. Более подробно это будет проиллюстрировано ниже.

В [7] и [8] приведены рекомендации по выполнению соответствующих технических требований при подключении установок, создающих помехи, к общественным системам электро-

Изменения характеристик напряжения и показатели качества электроэнергии

Продолжительные изменения характеристик напряжения	
Изменения характеристик напряжения	Показатели качества электроэнергии
Отклонение частоты	Отклонение значения основной частоты напряжения электропитания от номинального значения, Гц
Медленные изменения	Отклонение напряжения от номинального/согласованного значения, %: – отрицательное – положительное
Колебания и фликер	Доза фликера: – кратковременная – длительная
Несинусоидальность	Гармонические составляющие напряжения, %: – значения коэффициентов – суммарный коэффициент
Несимметрия в трехфазных системах	Коэффициент несимметрии напряжений, %: – по обратной последовательности и – по нулевой последовательности
Напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям	Не определены
Случайные события	
Изменения характеристик напряжения	Справочные данные
Прерывания напряжения	Количество прерываний в зависимости от их длительности. Пороговое значение начала прерывания (кВ) и характеристики кратковременных провалов по длительности
Провалы напряжения	Количество провалов в зависимости от их остаточного опорного напряжения и длительности
Перенапряжения	Возможные предельные значения напряжения, кВ
Импульсные напряжения	Значения импульсных перенапряжений, вызываемых молниевыми разрядами и коммутациями, кВ

снабжения различных номиналов напряжения электросети. Выполнение этих требований позволяет обеспечить соответствие нормам ПКЭ для всех подключенных потребителей. Кроме того, данные ТНПА разграничивают ответственность ЭСО и потребителя в части обеспечения норм ПКЭ.

Причины несоответствий ПКЭ нормам, адресное выявление их виновников и корректирующие мероприятия

Отклонение частоты. В Белорусской энергосистеме данное несоответствие практически не наблюдается, в связи с чем в настоящей статье не рассматривается.

Медленные изменения напряжения. Виновником несоответствия нормам [1] положительного и отрицательного отклонений напряжения, как правило, является ЭСО. Недопустимые отрицательные отклонения имеют место, когда в определенных

режимах (в частности, при возрастании нагрузки) сеть не обеспечивает требуемую пропускную способность. В результате возникают большие потери напряжения в цепи от точки питания до точек передачи потребителям. Когда при снижении нагрузки потери напряжения в сети снижаются, в отдельных точках напряжение превышает верхний предел допустимой нормы. Наиболее эффективными корректирующими мероприятиями в этом случае являются:

- усиление определенных участков сети;
- совершенствование диспетчерского управления в части регулирования уровней напряжения с возможным применением вольторегулирующих устройств;
- работа с проблемными потребителями (в некоторых случаях).

Проблемы с медленными изменениями напряжения наиболее распространены на сельских ЛЭП 0,4 кВ. Как правило, эти ЛЭП построены давно и были рассчитаны на более низкую

нагрузку. С тех пор нагрузки потребителей значительно выросли, и пропускной способности линий недостаточно для обеспечения надлежащих уровней напряжения. В последние годы существенное влияние на рост нагрузки в таких сетях оказывает также государственная политика, направленная на стимулирование использования электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения. В результате у потребителей, более удаленных от начала линии, имеют место стабильно низкие уровни напряжения. В этом случае требуется реконструкция ЛЭП или/и новое сетевое строительство. Могут также применяться вольторегулирующие устройства с независимым регулированием напряжения по фазам, подключаемые в рассечку линии.

Нередко недопустимые уровни фазных напряжений обусловлены неравномерным распределением по фазам нагрузок однофазных потребителей или/и неудовлетворительным состоянием электрических контактов.

Гораздо более редкой причиной стабильно низких уровней напряжения на линиях 0,4 кВ является недостаточная мощность трансформаторов 10/0,4 кВ. Тогда требуется увеличение трансформаторной мощности.

В низковольтных электросетях Белорусской энергосистемы стандартное номинальное напряжение составляет: 220/380 В – у потребителей (см. примечание а к таблице 1 [20]), 230/400 В – у источников и преобразователей электроэнергии (см. п. 3 [21]).

Если рассматриваемая точка является одновременно источником электропитания и точкой раздела балансовой принадлежности между ЭСО и потребителем(-ями) (точкой передачи электроэнергии), то, по нашему мнению, в качестве номинального следует применять напряжение 230/400 В, что позволит обеспечить для потребителей, наиболее удаленных от центров питания, надлежащие уровни напряжения.

Несинусоидальность напряжения. Высшие гармоники напряжения в электросетях обусловлены эмиссией высших гармоник тока, которую вызывают искажающие электроприемники и преобразовательные устройства, имеющие нелинейную вольт-амперную характеристику. Речь идет главным

образом о силовой полупроводниковой электронике. В промышленном секторе это в первую очередь преобразователи частоты для управления асинхронными двигателями, в электрических сетях ЭСО – управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы (УШР), а у непромышленных потребителей – практически любые технические устройства достаточной мощности, имеющие на входе блок питания (выпрямитель). Виновниками несинусоидальности напряжения чаще всего являются потребители, реже – ЭСО.

Методология адресного выявления виновников несоответствий в части высших гармоник и расчета их ФВ, как указывалось выше, изложена в [5]. В основе данной методологии лежит принцип, применяемый отдельно для каждой гармоники, если для нее выявлено несоответствие. Алгоритм выявления виновника следующий:

- если в данной точке электрической сети на отходящем присоединении активная мощность данной гармоники направлена от смежной точки к указанной, то источником и потенциальным виновником является смежная точка;

- если источник гармоники один, то он же является виновником, а его ФВ равен коэффициенту несинусоидальности;

- если источников гармоники больше одного, то их ФВ устанавливаются путем распределения коэффициента несинусоидальности между выявленными источниками пропорционально векторам соответствующих токов данной гармоники. Затем ФВ источников сравниваются с допустимыми вкладами (ДВ). Значение ДВ по умолчанию равно норме [1], но может приниматься и меньшая величина, например, согласно Договору на электроснабжение. Превышение ФВ над ДВ говорит, что данный источник является виновником.

Практическое применение описанной методологии объективно сопряжено с рядом проблем. Ниже мы проиллюстрируем это примерами из практической деятельности авторов статьи.

Для борьбы с высшими гармониками применяются:

- дроссели и силовые трансформаторы;
- пассивные и активные фильтры;

- фильтрокомпенсирующие устройства.

Дроссель представляет собой катушку индуктивности. Его индуктивное сопротивление прямо пропорционально частоте:

$$X = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L, \quad (1)$$

где j – мнимая единица; f – частота, Гц; L – индуктивность катушки, Гн.

Таким образом, дроссели понижают амплитуды высших гармоник тока и напряжения. Эффективность устройств линейно нарастает по мере увеличения номера гармоники. Однако если какая-либо гармоника сильно проявлена (то есть ее амплитуда имеет большое значение), то устранить несоответствие нормам [1] с использованием дросселя не получится. В этом случае потребуется применение еще и фильтра (пассивного или активного).

С учетом вышесказанного, а также высокой цены дросселей сфера их применения ограничивается низковольтными устройствами или группами устройств относительно небольшой мощности. Наиболее характерный пример – применение дросселей для защиты от высших гармоник конденсаторных установок.

Силовые трансформаторы также можно рассматривать в качестве дросселей, но в то же время они могут являться источниками высших гармоник. Для гармоник порядка, кратного трем, могут применяться трансформаторы со схемой соединения одной из обмоток типа «треугольник» – как известно, в треугольнике такие гармоники замыкаются и затухают.

Простейшие *пассивные резонансные фильтры* представляют собой катушку индуктивности и конденсатор, последовательно соединенные и настроенные таким образом, что для определенной высшей гармоники их эквивалентное реактивное сопротивление будет близко к нулю:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L - 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C) \rightarrow 0, \quad (2)$$

где C – емкость конденсатора, См.

Более сложные пассивные фильтры могут представлять собой схемы, включающие несколько резисторов, индуктивностей, конденсаторов. Такие фильтры эффективны на определенной полосе частот.

Активные фильтры устраняют все высшие гармоники, присутствующие в точке подключения фильтра. По принципу действия активные фильтры подразделяются на магнитные генераторы и кондиционеры гармоник. В рамках данной статьи мы не будем останавливаться на принципах работы этих устройств, так как подробная информация об этом есть в научных статьях и доступна в интернете. Отметим только, что за счет более низкой стоимости кондиционеры гармоник нашли более широкое применение.

Иногда амплитуда одной или нескольких гармоник, по которым выявлено несоответствие, значительно больше, чем у остальных. В этом случае может применяться комбинированная схема: наиболее выраженные гармоники фильтруются пассивными фильтрами, а остальные – активными. За счет уменьшения номинального тока гармоник активного фильтра может достигаться удешевление технического решения в целом.

Фильтрокомпенсирующее устройство (ФКУ) объединяет в себе функции фильтра(ов) высших гармоник и устройства компенсации реактивной мощности основной частоты.

Несимметрия напряжений в трехфазных системах. В сетях низкого номинального напряжения данное явление чаще всего возникает при:

- несимметрии трехфазных нагрузок у трехфазных потребителей;
- неверном распределении однофазных потребителей по фазам;
- неполнофазном режиме работы при однофазных замыканиях на землю;
- ненадлежащем состоянии сетей, в первую очередь – контактов.

В сетях 10 (6) кВ и выше причинами несимметрии также могут быть разные параметры фаз (например, разные их емкости вследствие нетранспонированности линий).

При несоответствии ГОСТ коэффициентов обратной или/и нулевой последовательности вследствие асимметрии в первую очередь следует подвергнуть ревизии ближайшие участки сети и устранить выявленные недостатки, а для ЛЭП 0,4 кВ – при необходимости произвести перераспределение однофазных потребителей по фазам. Если после этого несоответствия сохраняются, необходимо выявить их виновников с определением

ФВ. При этом используется та же методика, что и для высших гармоник [5].

Для устранения несимметрии применяются специальные симметрирующие устройства. Так, в сетях 0,4 кВ для симметрирования напряжений эффективны трансформаторы 6–20/0,4 кВ со схемами соединений обмоток Y/Z_n , а также Z/Z_n , с симметрирующим устройством. В то же время применение в условиях несимметрии трансформаторов со схемой соединения Y/Y_n без симметрирующего устройства влечет за собой опасный рост напряжений на менее нагруженных фазах и генерацию в сеть высших гармоник.

Колебания напряжения и фликер.

Согласно [1] показателями, характеризующими колебания напряжения, являются кратковременная и длительная дозы фликера. ГОСТ определяет фликер как «ощущение неустойчивости зрительного восприятия, вызванное световым источником, яркость или спектральный состав которого изменяются во времени». По мнению авторов, это не вполне удачное определение. Во-первых, зрительное восприятие субъективно и отличается у разных людей. Во-вторых, норма дозы фликера устанавливается для разных номинальных напряжений, а световые устройства не подключаются на напряжение выше 220 (230) В.

По нашему мнению, определение фликера должно опираться на физику процесса, а именно на значительные изменения напряжения между промежутками его условной стабильности, как это изложено в [11].

Причиной возникновения фликера, как правило, является резкопеременная нагрузка потребителей при недостаточной «прочности» сети, то есть ее устойчивости к внешним воздействиям и помехам. Прочность сети характеризуется мощностью КЗ, а степень искажающего воздействия в данной конкретной точке сети – отношением тока КЗ к номинальному току (расчетные формулы приведены, например, в п. 3.10 [10]).

Адресное выявление источников и виновников несоответствий кратковременной или (и) длительной доз фликера нормам [1] в общем случае производят так же, как и при быстрых изменениях напряжения. При этом рекомендуется опираться на п. 4.6.3 [5]. В то же время представляют интерес более сложные, но эффективные ме-

тоды, предложенные в [10], – в силу широкого распространения фликера в электросетях всех номинальных напряжений. Эти методы аналогичны методам выявления источников высших гармоник и несимметрии в соответствии с [5] – виновники и их ФВ определяются по интергармоникам токов или производным токов. По нашему мнению, предложенные в [10] методы до широкого внедрения требуют практического опробования.

Провалы напряжения и перенапряжения. Причинами провалов и перенапряжений могут быть, с одной стороны, однофазные замыкания на землю и КЗ, отключения ЛЭП и регулирующих устройств в электрических сетях ЭСО, с другой – резкие изменения нагрузки в сетях потребителей при недостаточной прочности сети.

Единый формализованный алгоритм поиска виновников в данном случае отсутствует. По нашему мнению, следует эмпирическим путем устанавливать корреляцию между быстрыми изменениями напряжения и событиями в электросетях ЭСО (включая резкое изменение нагрузок потребителей).

Для борьбы с несоответствиями в части быстрых изменений напряжения требуется усиление схемы сети и повышение надежности ее функционирования, развитие активно-адаптивных сетей (в первую очередь за счет совершенствования РЗА). Для устранения провалов напряжения могут также применяться мощные накопители энергии.

Если виновниками провалов и перенапряжений являются потребители, следует проводить с ними работу по ограничению электромагнитных воздействий их оборудования на возникновение данных несоответствий (с возможным применением норм [9, 11]).

Тема провалов напряжения очень подробно рассмотрена в [13]. По нашему мнению, особенно важно ознакомиться с приведенными во второй части данного источника обзором технических средств для минимизации ущербов от провалов напряжения и критериями экономической эффективности их применения.

Импульсные перенапряжения.

Причинами импульсных перенапряжений являются удары молнии и коммутации в электрических сетях; в специализированной литературе к ним также относят электростатические разряды

и последствия ядерного взрыва. От импульсных перенапряжений оборудование предохраняют специальные защитные или ограничивающие устройства. Принципы защиты от этого явления зданий и сооружений изложены в международных стандартах, в первую очередь в [16], в части низковольтных систем – в [17] и [18].

Прерывания напряжения. Причинами прерываний напряжения у потребителей, как правило, являются КЗ и другие аварийные события в сетях внешнего электроснабжения. Для снижения вероятности этого несоответствия необходимо развивать электрические сети с применением интеллектуальных устройств и систем РЗА. В целях минимизации ущерба от последствий прерываний напряжения потребителями могут применяться устройства бесперебойного питания и накопители энергии.

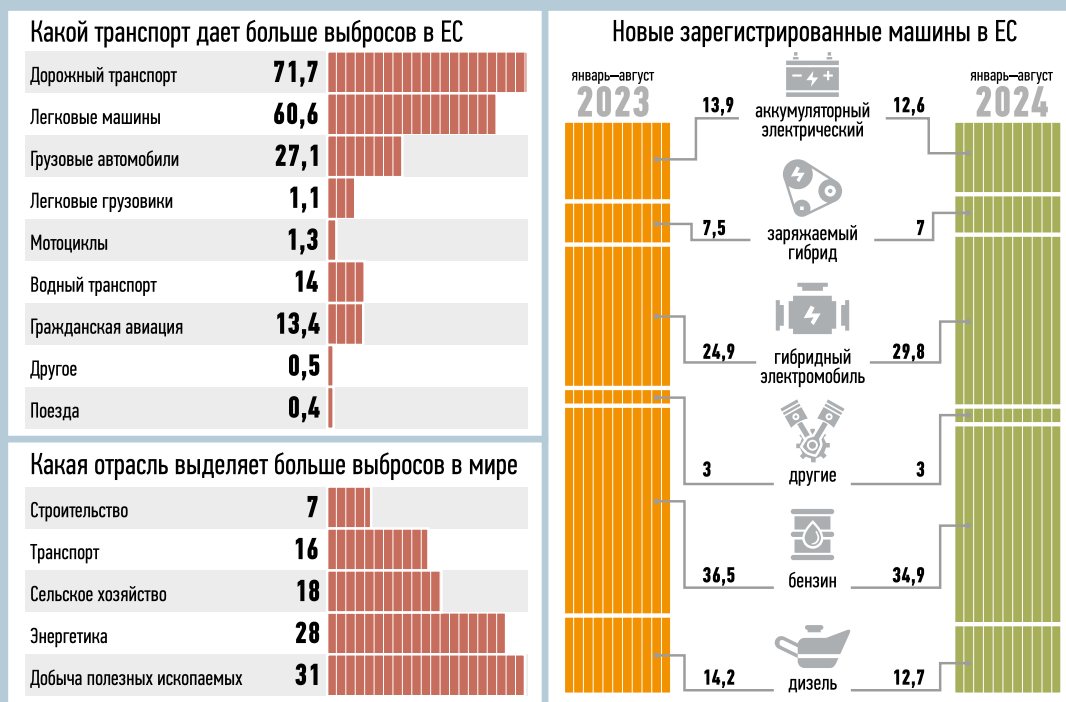
Список литературы

1. *Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 32144-2013.* – Введ. 01.04.2016. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 20 с.
2. *Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 33073-2014.* – Введ. 01.04.2016. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 52 с.
3. *Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств: ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009).* – Введ. 01.02.2016. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 42 с.
4. *Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии: ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008).* – Введ. 01.02.2016. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 62 с.
5. *Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии: ТКП 183.2-2009 (03130).* – Введ. 01.08.2009. – Минск: ОАО «АГАТ-системы управления». – 32 с.
6. *Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии: РД 153-*

- 34.0-15.502-2002. – Введ. 01.08.2002. – М.: ЗАО «Энергосервис». – 64 с.
7. **Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-6. Нормы. Оценка норм электромагнитной эмиссии для подключения установок, создающих помехи, к системам энергоснабжения среднего, высокого и сверхвысокого напряжения: ГОСТ IEC/TR 61000-3-6-2020. – Введ. 01.09.2021. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 56 с.**
 8. **Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-7. Нормы. Оценка норм электромагнитной эмиссии для подключения установок, создающих колебания напряжения, к системам электроснабжения среднего, высокого и сверхвысокого напряжения: ГОСТ IEC/TR 61000-3-7-2020. – Введ. 01.09.2021. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 60 с.**
 9. **Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-12. Нормы. Нормы для гармонических составляющих тока, создаваемых оборудованием, подключаемым к низковольтным системам электроснабжения общего назначения, с потребляемым током более 16 А и не более 75 А в одной фазе: IEC 61000-3-12:2011. – Введ. 12.05.2011. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 30 с.**
 10. **Бирюлин, В.И. Выявление источника фликера в системах электроснабжения / В.И. Бирюлин, Д.В. Куделина, О.М. Ларин // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – № 5. – С. 3–12.**
 11. **Электромагнитная совместимость. Часть 3-11. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 75 А при соблюдении особых условий подключения: ГОСТ IEC 61000-3-11-2022. – Введ. 01.07.2022. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2022. – 24 с.**
 12. **Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования: СТП 33243.01.216-16. – Введ. 15.02.2016. – Минск: Экономэнерго. – 220 с.**
 13. **Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 15. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования: ГОСТ IEC 61000-4-15-2014. – Введ. 01.07.2017. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 40 с.**
 14. **Либкинд, М.С. Высшие гармоники, генерируемые трансформаторами / М.С. Либкинд. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1962. – 104 с.**
 15. **Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи: учебник для вузов / Л.А. Бессонов. – 12-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 831 с.**
 16. **Защита от атмосферного электричества. Часть 3. Физические повреждения зданий, сооружений и опасность для жизни: СТБ П IEC 62305-3-2006/2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 128 с.**
 17. **Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подведенные к низковольтным системам распределения электроэнергии: Требования и методы испытаний: ГОСТ IEC 61643-11-2013. – Введ. 01.05.2017. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 84 с.**
 18. **Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения: ГОСТ IEC 61643-12-2022. – Введ. 01.06.2023. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2023. – 170 с.**
 19. **Управляемые шунтирующие реакторы для электрических сетей напряжением 110–500 кВ. Типовые технические требования: СТО 56947007-29.180.03.198-2015. – Введ. 23.01.2015. – ОАО «ФСК ЕЭС», 2015.**
 20. **Напряжения стандартные: ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009). – Введ. 01.06.2017. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 20 с.**
 21. **Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В: ГОСТ 21128-83. – Введ. 01.07.1984. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1984. – 8 с.**
 22. **Провалы напряжения в системах электроснабжения. Части 1, 2 / Д.М. Лосенков // Энергетическая стратегия. – 2023. – №№ 2(92), 3(93). – С. 24–26, 30–32.**

К сведению

Источники выбросов в Европе и мире, %



Источник: ACEA, Reuters, European Environment Agency, Rhodium Group

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



МЕТОДОЛОГИЯ ДВУХСТАВОЧНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПО ЗОНАМ СУТОК ТАРИФА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

В статье рассматривается методология двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы, предназначенного для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше.

История двухставочного тарифа на электрическую энергию

Более века тому назад был изобретен сложный тариф на электрическую энергию, предусматривающий две ставки: основную – за 1 кВт наибольшей потребляемой активной мощности и дополнительную – за 1 кВт·ч потребляемой активной энергии [1]. За рубежом данный тариф именуется тарифом Хопкинсона (Hopkinson Tariff), а в СССР он получил название двухставочного тарифа и первоначально применялся для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 100 кВА и более [2]. При этом основная плата взималась за присоединенную к электрической сети энергосистемы суммарную мощность силовых трансформаторов и высоковольтных (выше 1000 В) электродвигателей потребителя.

С 1 января 1982 года в соответствии с [3] основная ставка двухставочного тарифа уже взималась за 1 кВт договорной (заявленной, абонированной потребителем) максимальной совмещенной получасовой активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок энергосистемы. При этом двухставочный тариф распространялся на промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше.

После распада Советского Союза в энергоснабжающих организациях Республики Беларусь деление промышленных и приравненных к ним потребителей на тарифные группы исходя из уровня присоединенной мощности было сохранено [4]: до 750 кВА – одноставочный тариф, 750 кВА и выше – двухставочный.

В связи с наметившимися в середине 90-х рыночными реформами и резко изменившимися для субъектов хозяйствования экономическими условиями возникла необходимость в модернизации двухставочного тарифа с основной платой за договорную величину активной мощности.

Недостатки двухставочного и дифференцированного по зонам суток тарифов на электрическую энергию

При применении двухставочного тарифа разность между договорной и фактической величинами наибольшей потребляемой активной мощности, выраженная в деньгах, безвозмездно остается в распоряжении энергоснабжающей организации, хотя подобное невозможно при применении промпотребителями одноставочного тарифа или тарифа, дифференцированного по зонам суток. Кроме того, двухставочный тариф с основной платой за договорную величину активной мощности в явном виде не побуждает промпотребителей к перемещению электропотребления из утренних и вечерних часов максимальных нагрузок энергосистемы в ночные часы минимальных нагрузок.

Появившиеся микропроцессорные (статические) счетчики электроэнергии и микропроцессорные АСКУЭ позволили достоверно определять и фиксировать за расчетный период (РП) фактические величины наибольшей совмещенной активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок энергосистемы, а также распределять суммарное электропотребление по тарифным зонам суток.

Известные теоретические исследования [5] и практические эксперименты [6] по замене двухставочного тарифа тарифом, дифференцированным по трем зонам суток (пиковой, полупиковой и ночной), продемонстрировали следующее:

- замена тарифа приводит к значительным выпадающим доходам для энергоснабжающих организаций;
- промпотребители с односменным режимом работы, имея незначительное электропотребление в вечерней части пиковой тарифной зоны, получают необоснованную выгоду за счет значительного уменьшения платы за электропотребление, не меняя при этом формы суточных графиков нагрузок и не снижая максимумов потребляемой активной мощности;

• промпотребители с полноценным двух-, трехсменным или непрерывным режимом работы и электропотребления не получают для себя экономической выгоды от замены тарифа, поскольку имеют значительное электропотребление в вечерней части пиковой тарифной зоны.

Как показала практика, проблема рационального построения тарифа, дифференцированного по трем зонам суток, для промпотребителей заключается не столько в сложности определения оптимального соотношения между тарифными ставками для разных зон суток, сколько в традиционно ошибочном распространении действия пиковой (повышенной) тарифной ставки на вечерние часы максимальных нагрузок энергосистемы по аналогии с действием основной ставки двухставочного тарифа. При этом следует заметить, что основная плата при применении двухставочного тарифа взимается не за оба значения (утреннее и вечернее) максимальной потребляемой активной мощности, а только за одно из них – наибольшее за РП.

В отличие от промпотребителей с двух-, трехсменным или непрерывным режимом работы, промпотребители с односменным режимом практически не участвуют в формировании вечернего максимума совмещенных нагрузок энергосистемы. Поэтому чтобы тариф, дифференцированный по трем зонам суток, был экономически привлекательным для всех промпотребителей (вне зависимости от режимов работы и электропотребления) и не приводил к необоснованным выпадающим доходам для энергоснабжающих организаций, пиковая тарифная ставка должна распространяться только на утренние часы максимальных нагрузок энергосистемы.

Помимо этого, при построении тарифа, дифференцированного по трем зонам суток, традиционно исключается плата за договорную величину активной мощности. На практике это лишает энергоснабжающие организации рычага экономического воздействия на тех промпотребителей, которые после перехода с двухставочного тарифа на тариф, дифференцированный по зонам суток, не только не снижают максимумов потребляемой активной мощности, но даже наращивают их.

Из сказанного следует, что в сложившихся условиях конца 90-х годов объективно назревала необходимость в разработке альтернативного тарифа комбинированного типа, объединяющего достоинства двухставочного тарифа и тарифа, дифференцированного по трем зонам суток, но при этом свободного от их недостатков.

Методология двухставочного тарифа на электрическую энергию

Двухставочный тариф на активную электрическую энергию, по сути, является дифференцированным по времени (числу часов) использованием наибольшей потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы.

Средневзвешенная величина двухставочного тарифа за РП (месяц) для промпотребителя (абонента энергоснабжающей организации) определяется по формуле

$$T_{\text{ср.дт}} = \frac{aP_{\text{max}}^{\Phi} + bW_{\Sigma}}{W_{\Sigma}} = \frac{aP_{\text{max}}^{\Phi}}{W_{\Sigma}} + b = \frac{a}{h_{\text{max}}} + b, \quad (1)$$

где a – основная ставка двухставочного тарифа, руб./кВт;

b – дополнительная ставка двухставочного тарифа, руб./кВт·ч;

P_{max}^{Φ} – фактическая (или равная ей договорная) величина наибольшей совмещенной получасовой активной мощности, потребленной абонентом в часы максимальных нагрузок энергосистемы за РП, кВт;

W_{Σ} – суммарное количество активной энергии, потребленной абонентом за РП, кВт·ч;

$h_{\text{max}} = W_{\Sigma} / P_{\text{max}}^{\Phi}$ – время использования наибольшей потребляемой активной мощности P_{max}^{Φ} за РП, ч.

Из выражения (1) видно, что средневзвешенная величина двухставочного тарифа складывается из двух составляющих: переменной и постоянной.

Если средневзвешенную величину двухставочного тарифа разделить на его постоянную составляющую (ставку b), то получим выражение для определения относительной средневзвешенной величины двухставочного тарифа:

$$T_{\text{ср.дт}}^* = \frac{a}{h_{\text{max}}b} + 1. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что чем выше в двухставочном тарифе соотношение ставок a/b , тем весомее доля переменной составляющей и сильнее дифференциация тарифа по времени использования наибольшей потребляемой активной мощности. И наоборот, чем ниже соотношение a/b , тем ближе двухставочный тариф к одноставочному.

Принципиально важно, чтобы дополнительная ставка двухставочного тарифа была ниже величины одноставочного тарифа, предназначенного для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью до 750 кВА, так как одноставочный тариф в неявном виде должен содержать в себе ставку за наибольшую потребляемую активную мощность.

Если величину $T_{\text{ср.дт}}$ приравнять к величине одноставочного тарифа, то получим формулу для определения балансового времени использования наибольшей потребляемой активной мощности:

$$h_{\text{max}}^E = \frac{a}{c - b}, \quad (3)$$

где c – одноставочный тариф, применяемый промышленными и приравненными к ним потребителями с присоединенной мощностью до 750 кВА, руб./кВт·ч.

Величина h_{max}^E характеризует время использования наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности, при котором возникает баланс между средневзвешенным значением двухставочного и одноставочным тарифом.

При естественных по форме суточных графиках нагрузок промпотребителей значение h_{max}^E не должно превышать календарного числа часов в РП, которое, как известно, в зависимости от месяца года варьируется от 672 до 744 ч.

Анализ данных, полученных от расчетных АСКУЭ множества разных промышленных и приравненных к ним потребителей, позволяет сделать следующие выводы.

За РП (месяц) с пятидневными рабочими неделями при исключительно односменном режиме работы и естественных по форме суточных графиках нагрузок значение h_{\max} у промпотребителей примерно в четыре раза меньше календарного числа часов, то есть при 30-дневном РП h_{\max} приблизительно равно 180 ч. При четырехдневной рабочей неделе и исключительно односменном режиме работы значение h_{\max} может опускаться до 130 ч.

При непрерывном технологическом режиме работы и электропотребления, в отличие от одно-, двух- и трехсменного, выходные и праздничные дни являются рабочими и значение h_{\max} может достигать 680 ч за РП. Соответственно, при идеально равномерном режиме электропотребления значение h_{\max} строго равно календарному числу часов в РП.

Для промышленных потребителей характерен определенный распорядок работы, например:

- 1-я смена – с 7:00, обеденный перерыв с 11:00 до 11:30;
- 2-я смена – с 15:30, обеденный перерыв с 19:00 до 19:30;
- 3-я смена – с 23:30.

По этой причине на графиках совмещенных нагрузок энергосистемы независимо от месяца года утренний максимум находится, как правило, в интервале с 10:00 до 11:00. То есть он формируется преимущественно под влиянием нагрузок промпотребителей. В свою очередь, на вечерний максимум совмещенных нагрузок энергосистемы влияют прежде всего нагрузки бытовых потребителей, значительная доля электропотребления которых приходится на освещение.

Поэтому в соответствии с сезонно меняющейся продолжительностью светового дня на графиках совмещенных нагрузок энергосистемы наблюдается перемещение вечернего максимума с отметки 19:00 в декабре к отметке 23:00 в июне, а с июня по декабрь – в обратном направлении.

Вследствие регламентированного распорядка работы промпотребителей утренние часы их максимальных нагрузок ограничены, с одной стороны, началом интенсивной работы в 1-ю смену, а с другой – обеденным перерывом и вне зависимости от календарного месяца года находятся в диапазоне 8:00–11:00. Вечерние максимумы нагрузок промпотребителей, как правило, ниже утренних, и не столь ярко выражены. Лишь у отдельных промпотребителей, например у городских молочных заводов, вечерние максимумы бывают выше утренних. В целом вечерние часы максимальных нагрузок у промпотребителей находятся в диапазоне 16:00–19:00 и жестко привязаны к 2-й рабочей смене.

Изначально в правилах пользования электрической энергией [3, 4] утренние и вечерние часы максимальных нагрузок энергосистемы устанавливались исключительно для контроля и ограничения максимальных нагрузок промышленных и приравненных к ним потребителей, применяющих двухставочный тариф. При этом продолжительность периодов контроля и ограничения нагрузок не должна была превышать двух часов утром и четырех – вечером.

Учитывая вышесказанное, в правилах электроснабжения [7] утренние и вечерние часы максимальных нагрузок энергосистемы (а точнее – периоды контроля максимальных

нагрузок промышленных и приравненных к ним потребителей) также были ограничены шестью часами в сутки и разделены на равные части: три часа утром (8:00–11:00) и три вечером (17:00–20:00). Правда, впоследствии, согласно представлениям РУП «ОДУ», вечерние часы максимальных нагрузок энергосистемы были сдвинуты на час вперед (18:00–21:00).

При применении двухставочного тарифа промпотребитель перечисляет энергоснабжающей организации предоплату за договорную величину активной мощности в первых числах РП, что гарантирует ему право ежедневно с начала до конца РП в часы максимальных нагрузок энергосистемы использовать совмещенную активную мощность в размере договорной величины.

По разным причинам (как правило, производственного характера) промпотребителям не удается полноценно использовать договорную величину активной мощности. Вместе с тем ее корректировка допускается не позднее чем за 10 календарных дней до начала РП.

Технико-экономические условия для создания двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию

При разработке двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы как тарифа комбинированного типа были учтены следующие существенные условия:

- 1) в комбинированном тарифе должна использоваться основная ставка двухставочного тарифа, но с понижающим тарифным коэффициентом, который может быть принят равным 0,5;
- 2) при применении комбинированного тарифа по окончании РП основная плата должна пересчитываться по фактической величине наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности, если фактическая величина оказалась меньше договорной;
- 3) продолжительность и границы утренних и вечерних часов контроля наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности у промпотребителей должны быть едиными для всех РП (месяцев) календарного года, а именно с 8:00 до 11:00 утром и с 17:00 до 20:00 вечером;
- 4) ставки, действующие в трех тарифных зонах суток (пиковой, полупиковой и ночной), должны быть общими для всех промпотребителей, вне зависимости от сменности их работы и режимов электропотребления;
- 5) пиковая тарифная зона по продолжительности и границам должна соответствовать утренним часам максимальных нагрузок энергосистемы (8:00–11:00), ночная зона – ночным часам минимальных нагрузок энергосистемы (23:00–6:00), полупиковая – промежуткам времени между окончанием ночной и началом пиковой зоны (6:00–8:00) и окончанием пиковой и началом ночной (11:00–23:00);
- 6) тарифный коэффициент, действующий в полупиковой зоне, может быть принят равным 1,0;
- 7) тарифные коэффициенты, действующие в пиковой и ночной зонах, должны быть расчетными величинами;

8) применение комбинированного тарифа промпотребителями не должно приводить к необоснованным выпадающим доходам для энергоснабжающих организаций;

9) экономическая выгода для промпотребителей от применения комбинированного тарифа должна достигаться за счет снижения наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы и перемещения части электропотребления из пиковой и полупиковой зон в ночную;

10) право на применение двухставочного либо двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности могут получать только те промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью 750 кВА и выше, которые оснащены расчетной АСКУЭ, прошедшей государственную поверку по месту установки;

11) в зависимости от готовности к проведению регулировочных мероприятий по изменению форм суточных графиков нагрузок промпотребители по согласованию с энергоснабжающей организацией вправе выбирать двухставочный либо двухставочно-дифференцированный по зонам суток тариф с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности.

Методология двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию

Исходя из условия равенства за РП средневзвешенных величин двухставочного и двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифов составляется следующее балансовое уравнение:

$$\frac{aP_{\max}^{\Phi} + bW_{\Sigma}}{W_{\Sigma}} = \frac{ak_a P_{\max}^{\Phi} + b(k_n W_n + k_{nn} W_{nn} + k_H W_H)}{W_{\Sigma}}, \quad (4)$$

из которого после несложных преобразований с использованием выражения (1) получаем:

$$\frac{a}{h_{\max}} + b = \frac{ak_a}{h_{\max}} + \frac{b(k_n W_n + k_{nn} W_{nn} + k_H W_H)}{W_{\Sigma}}, \quad (5)$$

где k_a – понижающий тарифный коэффициент к основной ставке двухставочного тарифа;

W_n, W_{nn}, W_H – количество активной энергии, потребленной за РП в пиковой, полупиковой, ночной тарифных зонах суток соответственно, кВт·ч;

k_n, k_{nn}, k_H – пиковый, полупиковый, ночной тарифные коэффициенты к дополнительной ставке двухставочного тарифа соответственно.

В уравнении (5) величины a, b, k_a, k_{nn} являются известными, величины $W_n, W_{nn}, W_H, W_{\Sigma}$ – измеряемыми, k_n и k_H – искомыми неизвестными. Для нахождения последних необходимо составить систему двух балансовых уравнений, которые должны соответствовать распределению потребляемой активной энергии по установленным тарифным зонам суток:

- при идеально равномерном режиме электропотребления, когда значение h_{\max} равно календарному числу часов в РП (первое балансовое уравнение);

- при исключительно односменном режиме электропотребления, когда значение h_{\max} в четыре раза меньше календарного числа часов в РП (второе балансовое уравнение).

В итоге система уравнений имеет следующий вид:

$$\frac{a}{h_{\max}^p} + b = \frac{ak_a}{h_{\max}^p} + \frac{b(k_n W_n^p + k_{nn} W_{nn}^p + k_H W_H^p)}{W_{\Sigma}}; \quad (6)$$

$$\frac{4a}{h_{\max}^p} + b = \frac{4ak_a}{h_{\max}^p} + \frac{b(k_n W_n^o + k_{nn} W_{nn}^o + k_H W_H^o)}{W_{\Sigma}}, \quad (7)$$

где h_{\max}^p – время использования наибольшей потребляемой активной мощности за РП при идеально равномерном режиме электропотребления, ч;
 W_n^p, W_{nn}^p, W_H^p – количество активной энергии, потребленной за РП в пиковой, полупиковой, ночной тарифных зонах суток соответственно, при идеально равномерном режиме электропотребления, кВт·ч;
 W_n^o, W_{nn}^o, W_H^o – количество активной энергии, потребленной за РП в пиковой, полупиковой, ночной тарифных зонах суток соответственно, при исключительно односменном режиме электропотребления, кВт·ч.

При идеально равномерном режиме электропотребления активная энергия за РП распределяется по установленным тарифным зонам суток прямо пропорционально их продолжительности, а именно:

$$\frac{W_n^p}{W_{\Sigma}} = \frac{d_k t_n}{d_k t_c} = \frac{t_n}{t_c} = \frac{3}{24} = 0,125; \quad (8)$$

$$\frac{W_{nn}^p}{W_{\Sigma}} = \frac{d_k t_{nn}}{d_k t_c} = \frac{t_{nn}}{t_c} = \frac{14}{24} = 0,58(3); \quad (9)$$

$$\frac{W_H^p}{W_{\Sigma}} = \frac{d_k t_H}{d_k t_c} = \frac{t_H}{t_c} = \frac{7}{24} = 0,291(6); \quad (10)$$

где d_k – календарное количество дней в РП (месяце);
 t_c, t_n, t_{nn}, t_H – количество часов в сутках, в пиковой, полупиковой, ночной тарифных зонах суток соответственно.

Данные АСКУЭ разных промпотребителей, работающих в исключительно односменном режиме с естественными по форме суточными графиками нагрузок, показывают, что за РП на пиковую тарифную зону приходится около 30 % W_{Σ} , на полупиковую – около 60 %, на ночную – около 10 %.

Исходя из вышеизложенного принимаются следующие допущения:

$$\frac{W_n^o}{W_{\Sigma}} = \frac{W_H^p}{W_{\Sigma}} = \frac{t_H}{t_c} = 0,291(6); \quad (11)$$

$$\frac{W_{nn}^o}{W_{\Sigma}} = \frac{W_{nn}^p}{W_{\Sigma}} = \frac{t_{nn}}{t_c} = 0,58(3); \quad (12)$$

$$\frac{W_n^o}{W_\Sigma} = \frac{W_n^p}{W_\Sigma} = \frac{t_n}{t_c} = 0,125. \quad (13)$$

При идеально равномерном режиме электропотребления время использования наибольшей потребляемой активной мощности за РП (месяц) может быть выражено формулой

$$h_{\max}^p = d_k t_c. \quad (14)$$

Тогда система балансовых уравнений (6, 7) после подстановки в них выражений (8–14) приобретает следующий вид:

$$\frac{a}{d_k t_c} + b = \frac{ak_a}{d_k t_c} + \frac{b(k_n t_n + k_{nn} t_{nn} + k_h t_h)}{t_c}, \quad (15)$$

$$\frac{4a}{d_k t_c} + b = \frac{4ak_a}{d_k t_c} + \frac{b(k_n t_n + k_{nn} t_{nn} + k_h t_h)}{t_c}. \quad (16)$$

Как видим, в системе уравнений (15, 16) неизвестными величинами являются только k_n и k_h – при условии, что k_a и k_{nn} имеют заданные значения. Решив данную систему уравнений, получаем выражения для определения k_n и k_h :

$$k_n = \frac{t_c - k_{nn} t_{nn}}{t_h + t_n} + \frac{a(1 - k_a)(4t_h - t_n)}{bd_k(t_h^2 - t_n^2)}, \quad (17)$$

$$k_h = \frac{t_c - k_{nn} t_{nn}}{t_h + t_n} - \frac{a(1 - k_a)(4t_h - t_n)}{bd_k(t_h^2 - t_n^2)}. \quad (18)$$

Если в выражения (17, 18) подставить значение k_{nn} , равное 1, то после упрощения они приобретают вид:

$$k_n = 1 + \frac{a(1 - k_a)(4t_h - t_n)}{bd_k(t_h^2 - t_n^2)}, \quad (19)$$

$$k_h = 1 - \frac{a(1 - k_a)(4t_h - t_n)}{bd_k(t_h^2 - t_n^2)}. \quad (20)$$

Заключение

Представлено научное обоснование методологии двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы, предназначенного для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше.

Продолжение читайте в следующем номере журнала в статье «Возможные пути модернизации двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифа на электрическую энергию».

Список литературы

1. Ловин, К.П. *Современные американские электрические станции* / К.П. Ловин, Б.А. Барсуков; под общ. ред. и с предисловием Г.М. Кржижановского. – М.: Плановое хозяйство, 1927. – 637 с.
2. Михайлов, В.В. *Тарифы и режимы электропотребления* / В.В. Михайлов // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.
3. *Правила пользования электрической и тепловой энергией: утв. М-вом энергетики и электрификации СССР 06.12.1981. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 112 с.*
4. *Правила пользования электрической энергией: утв. М-вом топлива и энергетики Респ. Беларусь 30.04.1996. – Гос. реестр, № 1488/12.*
5. *Денисов, В.И. Тарифы на электроэнергию, дифференцированные по зонам суток: методы расчета и оценки эффекта их применения на потребительском рынке / В.И. Денисов // Новое в российской электроэнергетике. – 2002. – № 9. – С. 5–11.*
6. *Временная инструкция расчетов потребителей (абонентов) за электрическую энергию по зонам суток: утв. М-вом топлива и энергетики Респ. Беларусь 28.03.1996 и Комитетом цен при М-ве экономики Респ. Беларусь 20.04.1996.*
7. *Правила электроснабжения: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 17.10.2011 № 1394 (в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 23.10.2015 № 895 с изм. и доп. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, № 5/41213.*

К сведению

Беларусь вошла в ведущую группу стран по уровню развития электротранспорта



Источники: Soyuz.by, Office Life

Аудиторско-консалтинговая фирма Kert составила рейтинг стран СНГ и БРИКС+ по распространенности электротранспорта. Беларусь заняла шестое место в рейтинге, оказавшись в ведущей группе. В нее вошли страны, где реализуются программы развития электротранспорта, действуют меры поддержки владельцев и производителей электрокаров, осуществляются проекты по локализации или созданию собственных производств, развивается электроразрядная инфраструктура.

Абсолютным лидером признан Китай. В стране насчитали около 22 млн электромобилей, более 600 тыс. электробусов и 3,9 млн зарядных станций, из которых 1,2 млн – быстрые. За Китаем следуют Индия, Россия, Турция и Бразилия. В топ-10 вошли также Кыргызстан, Саудовская Аравия, Казахстан и ОАЭ. Их отнесли к средней группе стран. Для этой группы стран характерно более позднее начало развития электромобильности и соответствующей инфраструктуры. Замыкают рейтинг Молдова, Таджикистан, Армения, Узбекистан и Азербайджан.

ООО «МИРТЕК-ИНЖИНИРИНГ». ИЗОБРЕТАЕМ БУДУЩЕЕ!



МИРТЕК-инжиниринг – современная производственно-инжиниринговая компания, основным направлением деятельности которой является разработка и производство инновационных приборов учета энергоресурсов, построение автоматизированных систем управления, сбора и передачи данных со счетчиков воды, газа, электроэнергии на основе беспроводных технологий.

Производственный потенциал компании:

- монтажно-сборочный цех – 3 современные линии поверхностного монтажа, 8 паяльных роботов, 6 поверочных установок, станки лазерной гравировки, 3D-принтеры и другое высокотехнологичное оборудование;
- литьевой цех с литьевыми машинами (Австрия) для производства изделий из пластика;
- собственная испытательная лаборатория, оборудованная в том числе климатической камерой (камера тепла и холода) и проливной установкой для счетчиков воды.

Компания имеет собственное конструкторское бюро, в котором трудятся специалисты высокой квалификации, и успешно внедряет надежные, технически выверенные решения по построению интеллектуальных систем учета электроэнергии, воды, газа в жилых и коммерческих объектах.

Все приборы учета энергоресурсов, производимые ООО «МИРТЕК-инжиниринг», отвечают высоким стандартам функциональности, точности и надежности, а также типовым техническим требованиям государственного стандарта Республики Беларусь.

Производство умных приборов учета газа – одно из новых приоритетных направлений деятельности МИРТЕК-инжиниринг

Умный счетчик газа МИРТЕК-51

Производство умных приборов учета газа – одно из новых приоритетных направлений деятельности компании «МИРТЕК-инжиниринг». Выбор в пользу диафрагменных счетчиков обусловлен их важными преимуществами: точностью измерения объема газа, надежностью работы и простотой обслуживания.

В основе работы диафрагменных счетчиков газа МИРТЕК-51 лежит прямой объемный метод измерения. Приборы предназначены для установки в многоквартирных домах, частных домовладениях, организациях и на небольших предприятиях.

Отличительная особенность счетчиков МИРТЕК-51 – учет потребленного газа и передача информации поставщику ресурса по каналам связи мобильного оператора (GSM/GPRS, NBIoT). Прибор не требует использования дополнительного коммутационного каналаобразующего оборудования и, соответственно, построения отдельной инфраструктуры для передачи данных. Для организации АСКУЭ достаточно лишь установить приборы учета газа на объекте и создать карточку объекта в программном обеспечении верхнего уровня.

Безопасность эксплуатации изделия подтверждена сертификатом соответствия на взрывозащищенное оборудование. Счетчики прошли испытания согласно требованиям

технических регламентов Евразийского экономического союза. Взрывозащита достигается за счет применения искробезопасной электрической цепи «i» и предусматривает контроль таких параметров, как ток, напряжение и рассеиваемая мощность, в пределах безопасных значений.

Счетчики обладают набором функций, которые являются критически важными для повседневной работы газораспределительных организаций. Передаваемая информация включает разнообразные параметры: коэффициент сжимаемости, расход, давление и температуру газа. Следует отметить, что датчик температуры расположен внутри корпуса и находится в потоке газа. Такое конструктивное решение обеспечивает высокую точность измерений. При этом в счетчиках МИРТЕК-51 реализована возможность изменения подстановочных значений параметров. Так, использование подстановочного расхода позволяет учитывать различные факторы, включая климатические условия, изменения в режиме потребления газа и нештатные ситуации, например выход из строя датчика температуры.

Счетчик крепится на газовой трубе, при этом конструкция соединительных элементов обеспечивает надежность его фиксации. Устройство получает питание от двух внутренних батарей, емкость которых рассчитана на работу в течение межповерочного интервала и более. Срок эксплуатации батарей зависит от частоты передачи данных.

В целях исключения несанкционированного доступа предусмотрена возможность автоматического закрытия за-

порного клапана счетчика при попытке вскрыть его корпус или магнитном воздействии с последующим уведомлением системы газораспределения – информация о каждом событии оперативно передается на сервер и отображается в программе верхнего уровня.

Счетчики МИРТЕК-51 со встроенным клапаном дают возможность контролировать подачу газа в следующих ситуациях:

- по дистанционному запросу оператора газоснабжающей организации;
- в случае утечки газа (при подключении внешних датчиков присутствия CO, CH₄);
- при превышении значения максимального потока газа (в случае повреждений или дефектов газопровода, а также при самовольной установке дополнительного газового оборудования потребителем).

Кроме того, нашим клиентам доступно программное обеспечение MeterTools, предназначенное для пусконаладки и параметризации счетчиков. Программа предоставляет информацию о показаниях счетчиков на различных временных интервалах (текущие, часовые, суточные и т.д.), осуществляет проверку состояния прибора (самодиагностика, уровень сигнала связи, фиксация вскрытия корпуса и т.д.), ведет журналы событий (более 1000 записей). Связь со счетчиками осуществляется через оптический порт, обеспечивающий надежное и безопасное соединение с устройствами.

Мы открыты для сотрудничества



УНП 490985821

ООО «МИРТЕК-инжиниринг»

г. Гомель, ул. Федюнинского, 8
+375 232 505 888
+375 232 261 011 факс
info@mirtekgroup.by

МИРТЕК®

изобретая будущее

www.mirtekgroup.com



М.Е. ХОЛОЛОВИЧ,
начальник производственно-технического отдела
государственного предприятия «БелРАО»

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Стремительное развитие атомной энергетики влечет за собой увеличение количества радиоактивных отходов (РАО), представляющих потенциальную опасность для человека и окружающей среды. В целях совершенствования в Беларуси системы обращения с РАО постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 февраля 2023 года № 128 была утверждена Стратегия обращения с радиоактивными отходами, которой предусмотрено формирование необходимой инфраструктуры, включая создание централизованного пункта захоронения РАО.

Ключевым приоритетом Республики Беларусь в области обращения с РАО является обеспечение безопасности на всех стадиях обращения с ними, в том числе на этапах хранения и захоронения. В Беларуси более 750 субъектов хозяйствования в промышленности, здравоохранении, науке, образовании и других сферах деятельности применяют радиоактивные вещества, которые после утраты потребительских качеств не подлежат дальнейшему использованию. Централизованный сбор институциональных РАО и отработавших свой ресурс закрытых источников ионизирующего излучения осуществляется коммунальным унитарным предприятием по обращению с отходами «Экорес». Актуальной задачей для повышения радиационной безопасности данного предприятия является выполнение работ по извлечению РАО из законсервированных хранилищ с целью дальнейшего перевода их в безопасное состояние путем переработки и кондиционирования.

После ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС (БелАЭС) количество РАО всех категорий в стране заметно увеличилось. По истечении срока временного хранения РАО БелАЭС в пристанционном хранилище предусматривается их перемещение в планируемый к сооружению пункт захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО).

Таким образом, в стране назрела необходимость формирования системы долговременного хранения и захоронения РАО. Для обеспечения функционирования данной системы 17 февраля 2023 года постановлением Министерства энергетики было создано республиканское унитарное предприятие «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами» (государственное предприятие «БелРАО»), основной целью которого является сооружение и безопасная эксплуатация объектов обращения с РАО.

В своей деятельности предприятие руководствуется Указом Президента Республики Беларусь от 12 апреля 2023 года № 101 «Об организации системы обращения с радиоактивными отходами». Документ, в частности, определил:

- генеральной проектной организацией по сооружению объектов обращения с РАО – проектное научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Белнипи-энергопром»;
- организацией, выполняющей научное сопровождение работ по соору-

СПРАВОЧНО

Вопросы обращения с РАО в Республике Беларусь регулируются следующими правовыми актами:

- Закон Республики Беларусь от 18.06.2019 № 198-З «О радиационной безопасности»;
- Указ Президента Республики Беларусь от 05.04.2021 № 137 «О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения»;
- Указ Президента Республики Беларусь от 02.11.2021 № 427 «О совершенствовании системы обращения с радиоактивными отходами»;
- Закон Республики Беларусь от 10.10.2022 № 208-З «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии»;
- Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2023 № 128 «Стратегия обращения с радиоактивными отходами»;
- Указ Президента Республики Беларусь от 12.04.2023 № 101 «Об организации системы обращения с радиоактивными отходами».

СПРАВОЧНО

Задачи государственного предприятия «БелРАО»:

- изучение мирового опыта и выбор приемлемых технологий обращения с РАО;
- проектирование, сооружение, эксплуатация ПЗРО и сопутствующей инфраструктуры;
- организация обучения специалистов для работы на ПЗРО;
- расширение международного сотрудничества в области обращения с РАО.

жению объектов обращения с РАО, – государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси.

- организацией, ответственной за обеспечение научного сопровождения работ по сооружению объектов обращения с РАО, – Национальную академию наук Беларуси.

Для реализации мер по созданию ПЗРО Правительством Республики Беларусь утвержден План основных организационных мероприятий по сооружению пункта захоронения радиоактивных отходов (далее – План). Координирует выполнение Плана созданная приказом Министерства энергетики межведомственная рабочая группа, в состав которой входят должностные лица органов государственного управления. Кроме Минэнерго в реализации Плана задействованы МВД, МИД, Минздрав, Минобороны, Минприроды, Минстройархитектуры, Минтранс, МЧС, Госстандарт, НАН Беларуси.

В течение 2023–2030 годов Планом предусмотрено выполнение следующих основных мероприятий:

- выбор перспективных районов для размещения ПЗРО;
- разработка предпроектной документации;
- разработка, выполнение процедур и утверждение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС);
- разработка и утверждение архитектурного проекта;
- получение разрешительных документов;
- разработка строительного проекта;
- строительство первой очереди ПЗРО.

Для оптимизации технологических решений по сооружению ПЗРО в Беларуси ведутся научно-исследовательские работы в области повышения ядерной и радиационной безопасности при строительстве и дальнейшей эксплуатации ПЗРО. С этой целью научное учреждение «ОИЭЯИ – Сосны» проводит исследования по определению объемов и характеристик РАО, поступающих на долговременное хранение и захоронение, а также по актуализации характеристик белорусских глин, рекомендуемых для использования в составе физических барьеров ПЗРО.

В настоящее время генпроектировщиком (РУП «Белнипиэнергопром») совместно с иными профильными организациями выполнен комплекс работ по анализу архивных и фондовых материалов, характеризующих природные (сейсмотектонические, геологические, гидрогеологические, климатические), техногенные и другие условия на всей территории Беларуси, для определения конкурентных районов размещения ПЗРО. Основное требование к таким районам – отсутствие запрещающих факторов, перечисленных в постановлении МЧС от 18 августа 2022 года № 48. В первую очередь рассматривались районы размещения организаций – наработчиков РАО и территории, подвергшиеся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, включая территорию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.

По результатам этого анализа решением межведомственной рабочей группы по координации исполнения Плана определены районы с минимальным количеством неблагоприятных факторов.

При выборе конкретной площадки размещения ПЗРО будут изучены характеристики природной и техногенной среды, которые могут влиять на безопасность объекта в течение всего периода его существования: сейсмотектонические, геофизические, инженерно-геологические, гидрологические, аэрометеорологические, экологические, радиологические. Будут учтены условия землепользования, а также расположенные вблизи технологические производства и коммуникации.

Таким образом, выбор места сооружения ПЗРО является многофакторной задачей и окончательное ре-

шение может быть принято только после исследования всех характеристик территории и их технико-экономической оценки.

Для изучения материалов, подготовленных по результатам изыскательских и исследовательских работ, а также для определения места строительства постановлением Совета Министров Республики Беларусь создана государственная комиссия по выбору приоритетной площадки для сооружения ПЗРО.

СПРАВОЧНО

В настоящее время государственное предприятие «БелРАО» в пределах своей компетенции и полномочий реализует ряд мероприятий, предусматриваемых Планом основных организационных мероприятий по сооружению пункта захоронения радиоактивных отходов, по следующим направлениям:

- выбор районов и возможных конкурентных площадок для размещения ПЗРО;
- разработка проектной документации на строительство ПЗРО;
- подготовка совместно с заинтересованными материалами об ОВОС и др.

Учитывая, что проект сооружения объекта такого специфического назначения, как ПЗРО, в стране будет реализован впервые, Республика Беларусь ориентируется на большой практический опыт в этой области, наработанный Российской Федерацией, которая является страной – поставщиком ядерных технологий. К настоящему времени между Министерством энергетики и Госкорпорацией «Росатом» подписан ряд документов, определяющих порядок взаимодействия по вопросам создания ПЗРО в Беларуси. В частности, государственное предприятие «БелРАО» заключило долгосрочное соглашение о сотрудничестве с АО «ТВЭЛ» в области создания и развития инфраструктуры для финальной изоляции РАО в Республике Беларусь, обеспечения эксплуатации ПЗРО и мониторинга его работы, а также подготовки персонала для данного объекта.

Б.И. ПОПОВ,
к.т.н., доцент кафедры ядерной и радиационной
безопасности УО «Международный
государственный экологический институт
им. А.Д. Сахарова» БГУ



О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВВОДА НОВЫХ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГБЛОКОВ В ЭНЕРГОСИСТЕМУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Вопрос экономической целесообразности строительства в Республике Беларусь новых ядерных энергоблоков следует рассматривать с точки зрения решения более общей задачи оптимизации структуры энергосистемы на долговременном периоде. В статье оценивается возможность ввода в Беларуси новых ядерных блоков в период до 2050 года в рамках оптимальной структуры энергосистемы. В первой части представлены исходные данные и условия проведения оптимизационных расчетов.

Часть 1

Задача оптимизации структуры Белорусской энергосистемы уже решалась на этапе обоснования необходимости строительства в Беларуси атомной электростанции [1]. Теперь данную задачу надо решать при нескольких других начальных условиях: к настоящему моменту в стране введены в промышленную эксплуатацию два крупных ядерных энергоблока по 1200 МВт эл. каждый.

Инструментарий для решения оптимизационной задачи

В распоряжении исследователей имеется как минимум два оптимизационных комплекса, предлагаемых МАГАТЭ для решения подобных задач в области энергетического планирования, – MESSAGE [2] и WASP-IV [3]. Каждый из этих инструментов имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам программы MESSAGE следует отнести возможность минимизации затрат на расширение энергосистем, производящих как электрическую, так и тепловую энергию, к недостаткам – непростой интерфейс и использование линейного программирования в качестве метода оптимизации. Не всегда есть

уверенность в том, что исследуемый функционал носит линейный характер и данный метод оптимизации справедлив для всех энергосистем.

Программный комплекс WASP-IV использует более универсальный метод динамического программирования. Однако этот комплекс «работает» с оптимизацией энергосистем, производящих только один вид вторичной энергии – электроэнергию. Принимая во внимание довольно стабильную ситуацию с производством тепловой энергии в Беларуси, оптимизацию системы производства электроэнергии можно выделить в отдельную задачу (учитывая при этом производство части электроэнергии на ТЭЦ). В настоящей работе для решения задачи был выбран именно этот комплекс.

Минимизируемая в программе WASP-IV целевая функция включает следующие дисконтируемые затраты [3]:

- капитальные инвестиционные затраты;
- затраты на топливо (суммарные для всех тепловых и ядерных блоков);
- затраты на эксплуатацию и обслуживание;
- ликвидационная стоимость (находится за пределами рассматриваемого периода и входит в формулу целевой функции со знаком «минус»).

Основные системные условия

Развитие электрогенерирующих мощностей исследовалось на временном периоде с 2023 по 2050 год.

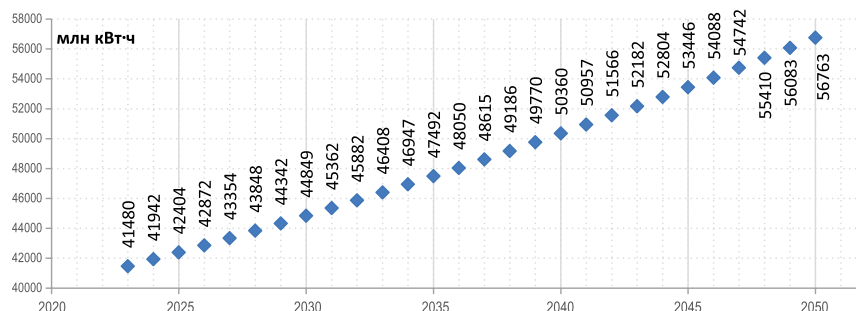


Рис. 1. Объемы производства электроэнергии Белорусской энергосистемой в период с 2023 по 2050 год

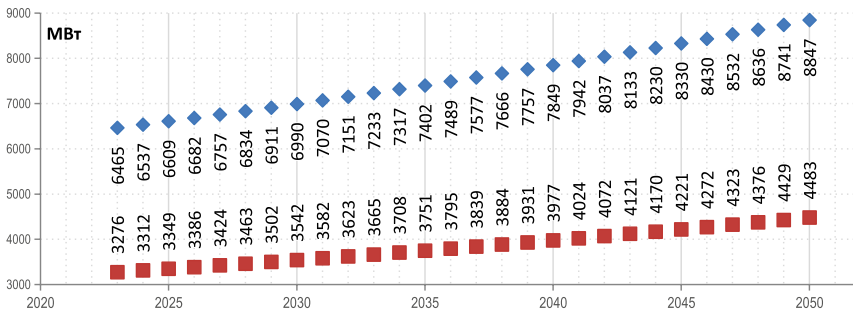


Рис. 2. Минимальная и пиковая мощности Белорусской энергосистемы в период с 2023 по 2050 год

Одним из основных факторов, определяющих оптимальную структуру энергосистемы, является темп роста производства электроэнергии, который определяется ростом ее внутреннего потребления и соотношением экспорта и импорта. В исследовании был принят сценарий интенсивного

роста производства электроэнергии, близкий к сценарию «максимум», обоснование которого со статистической точки зрения выполнено автором в работе [4]. Объемы производства электроэнергии, минимальная и пиковая мощности Белорусской энергосистемы по годам рассмотренного периода

Таблица 1. Параметры расчета и цена ядерного топлива [6]

Наименование параметра	Размерность	Значение в 2023 году
Цена естественного урана	\$/кг U	118
Цена конверсии	\$/кг U	40
Цена обогащения	\$/EPP*	130
Цена изготовления топлива	\$/кг U	460
Цена обращения с РАО при добыче	\$/фунт U ₃ O ₈	10
Цена обращения с РАО при обогащении	\$/кг U в «хвостах»	15
Потери урана при конверсии	%	0,5
Потери урана при обогащении	%	1,0
Содержание урана-235 в «хвостах»	%	0,3
Мощность блока ВВЭР-1200	МВт	1200
Коэффициент использования установленной мощности ВВЭР-1200	–	0,9**
КПД брутто ВВЭР-1200	%	37,5
Обогащение урана по урану-235 в стационарном режиме	%	4,79
Средняя глубина выгорания выгружаемого топлива в стационарном режиме	МВт·сут/кг U	55,5
Цена ЯТ	\$/Гкал	2,68

* EPP – единица разделительной работы.
** По проектным данным.

Таблица 2. Годовые темпы роста цены ядерного топлива

2023	1,000	2028	1,014	2033	1,011	2038	1,009	2043	1,008	2048	1,007
2024	1,017	2029	1,013	2034	1,010	2039	1,009	2044	1,007	2049	1,006
2025	1,016	2030	1,012	2035	1,010	2040	1,008	2045	1,007	2050	1,006
2026	1,015	2031	1,012	2036	1,010	2041	1,008	2046	1,007		
2027	1,014	2032	1,011	2037	1,009	2042	1,008	2047	1,007		

(2023–2050) приведены на рисунках 1 и 2 соответственно.

Ядерное топливо (ЯТ) и природный газ будут, по-видимому, основными и единственными конкурентами, определяющими в рассматриваемый период структуру предприятий «большой» энергетики – то есть такой, которая способна обеспечить Беларусь необходимыми объемами электроэнергии с приемлемыми экономическими показателями. По мнению автора, в силу климатических и географических условий нашей страны потенциал возобновляемой энергетики, при всей необходимости ее развития, недостаточен для конкурирования в этом смысле с ЯТ и природным газом. Поэтому в объемах производства электроэнергии, показанных на рисунке 1, вклад ВИЭ не учитывался.

Цена ядерного топлива

На цену ЯТ оказывает влияние множество факторов, поэтому изменение цен на него в долгосрочной перспективе трудно предсказать.

В работе российского эксперта Б.И. Нигматулина [5] предполагается, что цена естественного урана, дающая основной вклад в цену ЯТ, в долгосрочной перспективе, вероятнее всего, будет сохраняться на среднегодовом уровне, не превышающем 100 \$/кг U₃O₈ (около 118 \$/кг U). Эта оценка была принята в настоящей работе в базовом 2023 году.

В проекте WISE Uranium Project [6] для расчета цены ЯТ используется инструмент Nuclear Fuel Cost Calculator, методология которого совпадает с описанной в [7]. С помощью этого калькулятора можно рассчитать цену топлива для реактора типа ВВЭР-1200.

В цену ЯТ включаются цена таких стадий входной части топливного цикла, как конверсия урана в UF₆; обогащение урана; изготовление топлива; обращение с РАО при добыче и обогащении урана.

Исходные данные для расчета цены ЯТ приведены в таблице 1.

При оптимизационных расчетах учитывались также затраты на образование фонда обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), включенные в условно постоянные затраты. Удельные затраты принимались в соответствии с [6] – 840 \$/кг ОЯТ.

Размер фонда обращения с ОЯТ, накопленного за весь жизненный цикл реактора ВВЭР-1200, составляет 955 млн \$, ежегодные отчисления в фонд – 15,9 млн \$.

Учитывая рост мировых потребностей в уране в связи с возобновлением интереса к атомной энергетике, при проведении оптимизационных расчетов предполагался рост цены ЯТ по логарифмической зависимости. Годовые коэффициенты роста по отношению к предыдущему году, определенные по этой зависимости, показаны в таблице 2.

Цена природного газа

Цена природного газа и ее соотношение с ценой ЯТ также относятся к основным факторам, определяющим будущую оптимальную структуру электрогенерирующих мощностей.

Постановлением Министерства по антимонопольному регулированию и торговле Республики Беларусь от 31.01.2024 № 6 для юрлиц, потребляющих свыше 600 млн м³ природного газа, установлена его цена 438,35 руб./1000 м³ без учета налога на добавленную стоимость. С учетом налога при курсе 3,18 руб./\$ цена составит 165,4 \$/1000 м³, или 20,51 \$/Гкал. Такая величина удовлетворительно согласуется с ценой природного газа в России в долларах США по паритетно-покупательной способности (\$ППС) – 156 \$ППС/1000 м³ в 2017 году [5].

Годовые темпы роста цены газа, показанные в таблице 3, получены путем продолжения логарифмической тенденции (рис. 3), построенной по данным работы [5].

Модель энергосистемы и технико-экономические показатели источников электроэнергии

На ТЭС Республики Беларусь эксплуатируется большое разнообразие турбогенераторных установок с использованием турбин различного типа: конденсационных, теплофикационных и газовых. Эксплуатируются также парогазовые установки.

Модель энергосистемы в базовом 2023 году, используемая при прове-

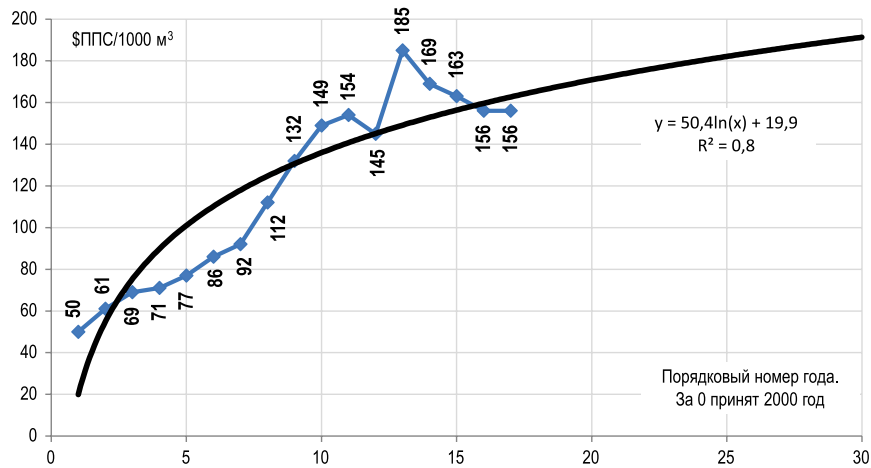


Рис. 3. Динамика роста цены природного газа

Таблица 3. Годовые темпы роста цены природного газа

2023	1,000	2028	1,010	2033	1,008	2038	1,007	2043	1,006	2048	1,005
2024	1,013	2029	1,010	2034	1,008	2039	1,007	2044	1,006	2049	1,005
2025	1,012	2030	1,009	2035	1,008	2040	1,006	2045	1,006	2050	1,005
2026	1,011	2031	1,009	2036	1,007	2041	1,006	2046	1,005		
2027	1,011	2032	1,009	2037	1,007	2042	1,006	2047	1,005		

дении расчетов в настоящей работе, отражена в таблице 4. Модель повторяет в своих основных чертах сложившуюся к настоящему времени структуру генерирующих источников Белорусской энергосистемы. Обозначения типов турбин соответствуют общепринятым (К – конденсационные, ПГУ – парогазовые установки, ГТУ – газотурбинные установки, Т – с отопительными отборами, ПТ – с производственным и отопительными отборами). Предполагалось, что электроисточники, работающие на органическом топливе, потребляют только природный газ, поскольку доля прочих видов топлива незначительна.

Удельный расход топлива рассчитывался с использованием энергетических характеристик турбин, взятых из работ [8, 9]. Производство коэффициентов потерь тепла в котельных установках и паропроводах, необходимое для перехода от тепла, расходуемого турбиной, к расходу топлива на производство электроэнергии, для всех турбоустановок принималось равным 0,9.

В условно постоянные затраты блока БелАЭС включены:

- затраты на заработную плату (при штатном коэффициенте 0,85 [10], средней зарплате 750 \$/мес. и коэффициенте социальных отчислений 0,35);

- отчисления на амортизацию – 1,67 % от капитальных затрат. В соответствии с решением Госдумы Российской Федерации о реструктуризации кредита для строительства Белорусской АЭС удельные капитальные затраты приняты при расчете отчислений в размере 2500 \$/кВт установленной электрической мощности;
- отчисления на ремонт – 40 % от амортизационных [11];
- прочие отчисления – 15 % [11] от суммарных затрат на заработную плату, амортизацию и ремонт;
- отчисления в фонд обращения с ОЯТ при удельных затратах 840 \$/кг ОЯТ;
- затраты на обслуживание кредита – 3,3 % годовых с 2023 по 2037 год.

Средняя по сроку службы продолжительность плановых остановок рассчитывалась в соответствии с нормативами [12, 13] по ремонтным циклам электростанций.

Технико-экономические показатели блоков – кандидатов для расширения энергосистемы

Увеличение установленной мощности энергосистемы для покрытия растущих потребностей в электро-

Таблица 4. Техничко-экономические характеристики существующих электростанций

№ п/п	Наименование ТЭС, блоков и типов турбин, представляющих блоки	Установленная мощность блока, МВт	Минимальная мощность блока, МВт	Количество блоков	Полная установленная мощность, МВт	Удельный расход топлива, ккал/кВт·ч		Затраты на эксплуатацию и обслуживание, \$/(кВт·мес.)	Плановые остановки на ремонт, дн./год
						на номинальной мощности	на минимальной мощности		
1	Лукомль 1 (К300)	325	98	8	2600	2039	2410	1,84	32
2	Лукомль 2 (ПГУ)	427	427	1	427	1564	1564	1,94	34
3	Береза 1 (К160)	165	50	4	660	2389	2444	2,12	29
4	Береза 2 (ГТУ25)	25	25	6	150	3295	3440	2,17	26
5	Береза 3 (ПГУ)	427	427	1	427	1564	1564	1,94	34
6	ТЭЦ 5.1 (ТК330)	320	96	1	320	976	1250	2,04	32
7	ТЭЦ 5.2 (ПГУ)	400	400	1	400	1564	1564	1,94	33
8	ТЭЦ 4.1 (ПТ60)	60	18	1	60	1229	1835	2,79	26
9	ТЭЦ 4.2 (Т110)	110	33	2	220	1042	1276	2,64	27
10	ТЭЦ 4.3 (Т250)	250	75	3	750	1022	1254	2,44	30
11	Гомель ТЭЦ2 (Т180)	180	54	3	540	1037	1316	2,25	29
12	Бобруйск ТЭЦ2 (ПТ60)	60	18	3	180	1229	1835	2,79	26
13	Гродно ТЭЦ 2.1 (ПТ60)	60	18	3	180	1229	1835	2,79	26
14	Гродно ТЭЦ 2.2 (ГТУ)	122	122	1	122	2925	3071	1,43	28
15	Минск ТЭЦ 3.1 (ПТ60)	60	18	2	120	1229	1835	2,79	26
16	Минск ТЭЦ 3.2 (Т100)	100	30	1	100	1045	1277	2,66	27
17	Минск ТЭЦ 3.3 (ПГУ)	222	222	1	222	1564	1564	1,94	30
18	Могилев ТЭЦ 2 (ПТ50)	50	15	7	350	1264	1799	2,83	27
19	Новополоцк ТЭЦ (ПТ50)	50	15	5	250	1264	1799	2,79	26
20	Мозырь ТЭЦ (ПТ70)	70	21	3	210	1195	1685	2,75	27
21	Светлогорск ТЭЦ (ПТ50)	50	15	3	150	1264	1799	2,79	26
22	ТЭЦ <50 МВт (ПТ40)	40	12	9	360	1298	1857	5,35	26
23	ГТУ ТЭЦ <50 МВт	25	25	10	250	3295	3440	3,84	26
24	БелАЭС	1200	900	2	2400	2293	2362	10,06	35
	Полная установленная мощность системы, МВт				10 248				

Таблица 5. Техничко-экономические характеристики блоков – кандидатов на расширение энергосистемы

№ п/п	Наименование блока-кандидата	Установленная мощность блока, МВт	Минимальная мощность блока, МВт	Удельный расход топлива, ккал/кВт·ч		Удельные капитальные затраты, \$/кВт	Цена топлива, цент/Гкал	Затраты на эксплуатацию и обслуживание, \$/(кВт·мес.)	Плановые остановки на ремонт, дн./год
				на номинальной мощности	на минимальной мощности				
1	КЭС К-300	300	90	2039	2410	800	2180	2,99	32
2	ПГУ 427	427	427	1737	1737	1000	2180	5,59	34
3	ВВЭР-1200	1200	900	2293	2362	2500	484	13,69*	35
4	ВК-300	250	190	2580	2660	3000**	456	14,94	40**

*Без привлечения кредита.
**Оценки автора.

Таблица 6. График вывода из эксплуатации энергоблоков Лукомльской и Березовской ГРЭС, исчерпавших свой ресурс

	2029	2031	2032	2033	2034	2037	2038	2039
Лукомль 1	1		1	1	1	2	1	1
Береза 1		1				1		

энергии в рассматриваемый период предполагается за счет возможного ввода следующих конкурирующих энергоблоков:

1) крупные конденсационные блоки, аналогичные блокам Лукомльской ГРЭС, с турбинами типа К-300-240;

2) ПГУ установленной мощностью 427 МВт, аналогичные действующим на Лукомльской и Березовской ГРЭС;

3) ядерные блоки большой мощности (1200 МВт эл.), аналогичные блокам БелАЭС;

4) ядерные блоки малой мощности (250 МВт эл.) типа российского малого модульного реактора (ММР) ВК-300. Концепция АЭС на базе ММР в последние годы активно развивается во многих странах в связи с рядом их преимуществ по сравнению с крупными ядерными блоками [14].

Характеристики блоков – кандидатов на расширение энергосистемы приведены в таблице 5.

В настоящей работе рассматривается установка с реактором ВК-300 АО «НИКИЭТ» (Россия) [14]. Данная разработка, по мнению автора, в наибольшей степени отвечает ситуации, сложившейся в Белорусской энергосистеме. В тепловом реакторе водо-водяного типа используется проверенная технология, хорошо зарекомендовавшая себя при использовании в реакторах типа ВВЭР. В активную зону загружается около 40 т урана, обогащенного до 4 %. Время топливного цикла между перегрузками составляет 72 мес., глубина выгорания – 41,4 МВт·сут/кг U. Небольшая единичная мощность установки обеспечивает гибкость принятия решений по развитию энергосистемы.

Прочие условия проведения расчетов

Перечислим прочие условия, при которых производились расчеты по программе WASP-IV.

Установленная мощность существующей подсистемы ТЭЦ сохранялась неизменной, равной мощности в базовом 2023 году (в предположении, что исчерпавшие ресурс блоки существующих ТЭЦ реконструируются с продлением ресурса или заменяются новыми такой же установленной и тепловой мощности). Затраты на модернизацию подсистемы ТЭЦ не учитывались.

Область оптимизации определялась объемом мощностей существующих конденсационных блоков, за минусом исчерпавших свой ресурс. Критерием необходимости вывода блоков из эксплуатации считалась (с учетом возможности продления ресурса турбин) наработка 400 тыс. ч. По оценкам автора, при таком условии выводу из эксплуатации и коренной модернизации или замене подлежат конденсационные блоки Лукомльской ГРЭС и некоторые блоки Березовской ГРЭС. Предполагаемый график вывода мощностей из эксплуатации (в обозначениях таблицы 4), основанный на оценках автора, приведен в таблице 6.

Минимальный резерв мощности при оптимизации принимался постоянным и складывался из следующих составляющих: «горячий» резерв + «холодный» резерв + ремонтный резерв + технологический резерв = 1200 МВт + 1200 МВт + 1000 МВт + 500 МВт = 3900 МВт.

Максимально возможный резерв мощности принят достаточно большим – 95 % по отношению к пиковой мощности – из соображений включения в рассмотрение возможно большего числа конфигураций энергосистемы.

Норма дисконтирования принималась равной 7 %.

Результаты расчетов с анализом чувствительности к основным параметрам оптимизации будут изложены во второй части статьи.

Список литературы

1. Якушев, А.П. Оптимизация ввода ядерной энергетики в топливно-энергетический комплекс Беларуси / А.П. Якушев, Б.И. Попов // Энергетика и ТЭК. – 2009. – № 9. – С. 14–22.
2. Modelling Nuclear Energy Systems with Message: A User Guide. – IAEA Nuclear Energy Series. No. NG-T-5.2. – 2016. – 124 p.
3. Wien Automatic System Planning (WASP) Package. – IAEA. VIENNA. 2006. – 312 p.
4. Попов, Б.И. Долговременное прогнозирование объемов производства электроэнергии в республике Беларусь: статистический подход / Б.И. Попов // Энергетическая стратегия. – 2023. – № 2 (92). – С. 30–34.
5. Нугматулин, Б.И. Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970 – 2018 – 2040 (2050) гг. / Б.И. Нугматулин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2022. – 420 с.: ил.
6. Nuclear Fuel Cost Calculator. – Режим доступа: <https://www.wise-uranium.org/nfcc.html>. – Дата доступа: 02.06.2024.
7. Попов, Б.И. Цена ядерного топлива как фактор конкурентоспособности Белорусской АЭС / Б.И. Попов // Энергетическая стратегия. – 2015. – № 5 (47). – С. 50–53.
8. Бененсон, Е.И. Теплофикационные паровые турбины / Е.И. Бененсон, Л.С. Иоффе. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 268 с.
9. Качан, А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций / А.Д. Качан. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – 287 с.
10. Колтун, О.В. Какие станции строить / О.В. Колтун [и др.]. – Режим доступа: <https://archive.atomicexpert.com/page218810.html>. – Дата доступа: 04.05.2024.
11. Экономика предприятия (энергетики): учеб.-метод. пособие / В.Н. Нагорнов [и др.]. – Ч. 2. – Минск: БНТУ, 2021. – 63 с.
12. Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики: утв. Приказом Минэнерго России от 25.10.2017 № 1013 (ред. От 19.12.2023). – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/prikaz-minenergorossii-ot-25102017-n-1013/pravila-organizatsii-tekhnicheskogo-obsluzhivaniia-i-prilozhenie-n-1/tabliitsa-7>. – Дата доступа: 04.05.2024.
13. Периодичность и нормативная продолжительность ремонта энергоблоков атомных станций: РД ЭО 1.1.2.120085-2014 (с Изменением № 1. Утв. Приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 08.12.2015 № 9/1363-II). – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293749/4293749594.pdf?ysclid=ixbu7stp7h509409813>. – Дата доступа: 04.05.2024.
14. Advances in small modular reactor technology developments. 2020 Edition, A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). – IAEA. – 343 p.

ENERGY EXPO - 2024

ЦИФРОВИЗАЦИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО

15–18 октября в Минске прошел XXVIII Белорусский энергетический и экологический форум «EnergyExpo». Организатором форума выступило Министерство энергетики Беларуси совместно с заинтересованными, официальным партнером – Госкорпорация «Росатом». В мероприятии приняли участие более 200 компаний, в том числе из Российской Федерации, Исламской Республики Иран и Китайской Народной Республики. Одним из информационных партнеров форума стал отраслевой журнал «Энергетическая стратегия».



Деловая программа форума включала более 20 мероприятий – конференций, семинаров-презентаций, диалогов, круглых столов, а также международную выставку «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро», объединившую специализированные разделы «Инновационные промышленные технологии», «Атомэкспо-Беларусь», «Технологии для нефтехимической отрасли», «ЭкспоСвет», «Водные и воздушные технологии», «Экспо-Город». В рамках форума состоялся также XXVII Белорусский энергетический и экологический конгресс.

Выступая на открытии форума, заместитель Премьер-министра Беларуси Виктор Каранкевич заявил, что топливно-энергетический комплекс страны успешно развивается, обеспечивает национальную энергетическую безопасность, создает основу для формирования долгосрочных планов развития отраслей экономики, содействует повышению уровня и качества жизни граждан. Вице-премьер выразил уверенность, что программа форума позволит обеспечить выработку новых подходов к развитию ТЭК и дальнейший инновационно-технологический прогресс в отрасли. «Всем этим вопросам уделяется повышенное внимание», – подчеркнул Виктор Каранкевич.



В свою очередь Министр энергетики Беларуси Алексей Кушнаренок напомнил, что в непростой период становления белорусского государства благодаря принятым Президентом стратегическим решениям и при поддержке Правительства был реализован ряд масштабных проектов, которые позволили Белорусской энергосистеме выйти на самый высокий уровень. Министр отметил, что интерес к форуму растет не только в стране, но и за рубежом. Участие в нем иностранных компаний, в том числе из Китая и Ирана, – хороший ответ на санкционное давление.

На площадке международной выставки центральное место занял коллективный стенд Министерства энергетики, объединивший экспозиции ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», РУП «Белорусская атомная электростанция», ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор», РУП «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами». В энергетическом секторе были представлены экспозиции отдельных предприятий отрасли, а также объединенный стенд учебных центров РУП-облэнерго, посвященный 60-летию системы образования ГПО «Белэнерго».

Одной из центральных тем форума стала цифровая трансформация энергетической сферы. 16 октября под председательством заместителя Министра энергетики Беларуси Ольги Прудниковой прошла научно-практическая конференция «Цифровизация производственного, топливно-энергетического и нефтехимического комплексов Республики Беларусь». О своих достижениях в области разработки и внедрения цифровых технологий рассказали представители филиалов областных энергоснабжающих организаций.

Новейшие наработки в сфере цифровизации бизнес-процессов с использованием нейросетей, виртуальной и допол-

ненной реальности, различного программного обеспечения презентовали на выставке газоснабжающие организации. На стенде ГПО «Белтопгаз» демонстрировались VR-технологии, применяемые для обучения персонала, лазерные технологии, проводились мастер-классы и другие интерактивы. Предприятия торфяной промышленности представили продукцию различного назначения, успешно реализуемую на внутреннем и внешних рынках: топливные брикеты, верховой торф, питательные и покровные грунты.

В рамках форума прошел республиканский брейн-ринг «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро», по итогам которого команда ГПО «Белэнерго» заняла почетное третье место.



17 октября на полях Белорусского энергетического и экологического форума состоялось подписание трехстороннего соглашения о стратегическом сотрудничестве в области модернизации энергетической системы Беларуси между ГПО «Белэнерго», страновым офисом Государственной корпорации «Росатом» в Республике Беларусь – ООО «Русатом Бел» и ООО «РУСИБ». Документ предусматривает осуществление совместных проектов, направленных на модернизацию и цифровизацию инфраструктуры Белорусской энергосистемы. Синергетический эффект от их реализации позволит повысить эффективность системы энергоснабжения и сделать ее более устойчивой к внешним воздействиям.

За более чем двадцатилетний период форум стал значимым событием и продуктивной международной площадкой для обсуждения тенденций в энергетической сфере, демонстрации инновационных разработок, обмена знаниями и опытом и развития делового партнерства.





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



А.А. АБРАЗОВСКИЙ,
к.т.н., доцент, директор
ООО «Бустер Бел»



А.А. ЧУХНОВ,
начальник службы
электрохимической защиты,
связи, метрологии и
электрофизических измерений
УП «Витебскоблгаз»

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Полиэтиленовые трубы успешно применяются в отечественных газораспределительных системах уже почти 50 лет. За это время они доказали свое неоспоримое преимущество перед стальными и постепенно вытесняют последние из практики строительства. В статье представлены результаты исследования прочностных свойств полиэтиленовых труб, подтверждающие возможность их длительной эксплуатации при давлении газа до 1,2 МПа, что позволяет практически полностью обеспечить потребности газовой отрасли.

На момент утверждения Программы комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы¹ общая протяженность распределительных сетей природного газа в Республике Беларусь составляла около 63 тыс. км, в том числе 33 тыс. км полиэтиленовых и 30 тыс. км стальных газопроводов.

Распределительные газопроводы, классифицируемые как потенциально опасные объекты, подлежат техническому диагностированию. Оценка их технического состояния проводится для определения фактической прочности материала труб, при этом исследуется напряженно-деформированное состояние трубопроводов, выполняются иные расчетные и аналитические процедуры, позволяющие построить обоснованный прогноз на будущее и определить остаточный срок службы труб. В то же время используемые для этого методы не всегда дают возможность получить достоверный результат, поэтому поиск эффективных методов контроля, способных наиболее полно характеризовать качество материала труб и их соединений, а также методов интерпретации полученных результатов для решения диагностических задач представляет научный и практический интерес.

Как свидетельствует динамика ввода в эксплуатацию газопроводов (рис. 1), в ближайшие десятилетия газоснабжающим организациям ГПО «Белтопгаз» предстоит выполнить значительный объем работ по техническому диагностированию длительно эксплуатируемых полиэтиленовых (ПЭ) газопроводов. Однако сегодня экспертные организации не располагают необходимым инструментом для реализации данной инженерной задачи. Хотя механизм старения полиэтилена хорошо известен, отсутствуют какие-либо общепринятые нормы оценки работоспособности ПЭ-газопроводов, основанные на комплексном учете влияния факторов, определяющих их техническое состояние. Это обстоятельство затрудняет объективную оценку оста-

точного срока службы находящихся в эксплуатации ПЭ-газопроводов.

В связи с актуальностью проблемы в 2023–2024 годах по заказу УП «Витебскоблгаз» была выполнена научно-исследовательская работа (НИР) на тему «Исследование ресурса эксплуатации подземных полиэтиленовых газопроводов», исполнителем которой являлся ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ». Цель НИР заключалась в создании базы фактических данных физических характеристик (технического состояния) ПЭ-газопроводов для дальнейшего получения объективных временных зависимостей старения.

В рамках НИР были выполнены:

- анализ возрастной структуры и эксплуатационной документации ПЭ-газопроводов;

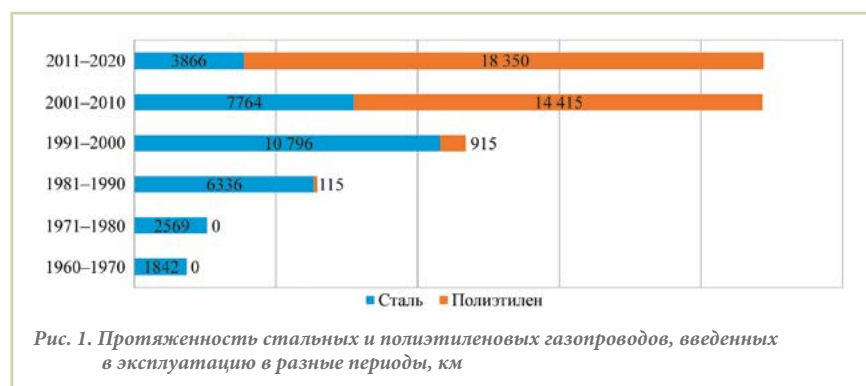


Рис. 1. Протяженность стальных и полиэтиленовых газопроводов, введенных в эксплуатацию в разные периоды, км

¹ Утверждена постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 31.12.2020 № 48.

- отбор проб образцов (катушек) труб и сварных соединений ПЭ-газопроводов с разным сроком эксплуатации;
- испытания образцов по следующим физическим характеристикам:
 - предел текучести;
 - предел прочности основного материала и сварных швов стыковых соединений;
 - относительное удлинение (при текучести и при разрыве);
 - стойкость к отрыву при сплющивании муфтового соединения с закладными электронагревателями²;
 - показатель текучести расплава (ПТР);
- определение временных зависимостей физических характеристик;
- анализ полученных результатов испытаний.

Характеристики исследованных образцов полиэтиленовых газопроводов

Испытания проводились на пяти трубных образцах, отобранных с подземных ПЭ-газопроводов, находившихся в эксплуатации УП «Витебскоблгаз» (максимальный срок службы – 20 лет, минимальный – 7 лет):

- образец № 1 – ПЭ-труба желтого цвета наружным диаметром (Ø) 63 мм предположительно марки ПЭ 100 (газопровод низкого давления, принят в эксплуатацию 19.08.1999);

- образец № 2 – ПЭ-труба черного цвета Ø 160 мм. Имеется паспорт качества на трубу из полиэтилена для газопроводов по СТБ ГОСТ Р 50838-97, изготовитель – ООО «Кохановский трубный завод «Белтрубпласт» (газопровод низкого давления, принят в эксплуатацию 29.12.2017);

- образец № 3 – ПЭ-труба черного цвета Ø 90 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу из полиэтилена для газопроводов ПЭ80 ГАЗ SDR 17,6-90x5,2 по СТБ ГОСТ Р 50838-97, изготовитель – ООО «Кохановский трубный завод «Белтрубпласт» (газопровод низкого давления, принят в эксплуатацию 04.03.2011);

- образец № 4 – ПЭ-труба черного цвета Ø 90 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу напорную из полиэтилена (диаметром от 16 до 160 мм), изготовитель – Белорусско-германское СП «КИРАННА» ООО; документ о качестве трубы ПЭ 80 ГАЗ SDR 17,6-90x5,2 по СТБ ГОСТ Р 50838-97, изготовитель – ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий» (газопровод низкого давления, принят в эксплуатацию 20.12.2007);

- образец № 5 – стыковое соединение газопровода Ø 225 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу ПНД Т ГАЗ 225 по ТУ 6-19-352-87, изготовитель – ПО «Оргсинтез» (г. Казань), на трубе присутствует маркировка завода-изготовителя (газопровод межпоселковый высокого давления, принят в эксплуатацию 08.12.1993).

Результаты механических испытаний трубных образцов

В таблице 1 представлены результаты, полученные при осевом растяжении образцов-лопаточек типа 2, выпол-

² В настоящей публикации решение этой задачи не рассматривается.

Таблица 1. Результаты механических испытаний образцов

Номер образца*	Предел текучести σ_T , МПа		Относительное удлинение ξ_T/ξ_p^{**} , %	
	образца	средний	образца	среднее
Образец № 1 (протоколы 1.1–1.5)				
1.1	6,8	11,8	8,5/147	11,5/267
1.2	12,1		14,4/264	
1.3	***		–	
1.4	13,6		11,9/60,8	
1.5	14,7		11,3/596	
Образец № 2 (протоколы 2.1–2.6)				
2.1	18,1	17,7	10,2/767	9,9/606
2.2	17,7		9,7/577	
2.3	21,4		10,8/576	
2.4	11,5		8,0/582	
2.5	18,2		9,2/552	
2.6	19,3		11,7/585	
Образец № 3 (протоколы 3.2–3.5)				
3.1	****	15,3	–	11,6/333
3.2	23,1		14,3/59	
3.3	17,6		10,2/310	
3.4	13,6		11,7/93	
3.5	6,9		10,0/869	
Образец № 4 (протоколы 4.1–4.6)				
4.1	33,3	24,8	14,6/203	15,2/272
4.2	32,6		16,5/105	
4.3	28,7		18,7/670	
4.4	16,4		14,4/69	
4.5	13,4		10,5/293	
4.6	24,4		16,5/290	
Образец № 5 (протоколы 5.1–5.6)				
5.1	16,3	20,5	9,7/1026	12,5/658
5.2	***		–	
5.3	18,0		11,6/1049	
5.4	16,0		12,6/233	
5.5	25,6		14,4/144	
5.6	26,3		14,5/841	

* Номер образца-лопаточки по протоколу испытания.
 ** ξ_T – относительное удлинение при текучести, ξ_p – при разрыве.
 *** Атипичная диаграмма растяжения.
 **** Протокол не сохранен испытательной лабораторией.

Таблица 2. Временные зависимости физических характеристик образцов

Срок службы газопровода, лет	Номер образца	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение, %	
			ξ_T	ξ_p
31	5	20,5	12,5	658
25	1	11,8	11,5	267
17	4	24,8	15,2	272
13	3	15,3	11,6	333
7	2	17,7	9,9	606

ненном в соответствии с ГОСТ 11262-2017 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Образцы получены путем фрезерования.

Временные зависимости средних значений физических (механических) характеристик трубных образцов отражены в таблице 2. В таблицу включены характеристики труб, выполненных по техническим условиям, действовавшим как до, так и после принятия СТБ ГОСТ Р 50838-97 «Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия». Количественные закономерности могли бы быть выявлены при сравнении фактических (на настоящий момент) и исходных механических характеристик труб, но информация об исходных характеристиках отсутствует. В связи с этим в статье использовался качественный анализ трубных образцов.

Качественный анализ

Прекрасно показал себя **образец № 5** от самого старого газопровода из выборки. Наружная поверхность трубы была гладкой, без видимых невооруженным глазом вздутий, раковин и других подобных дефектов, а также без продольных полос и сильно заметной волнистости, которая в отдельных местах выводила бы толщину стенки за пределы регламентированных значений. Внутренняя поверхность трубы также выглядела гладкой, небугристой и не имела продольных борозд.

Обращаем особое внимание на то, что в образце отсутствовали именно те дефекты, которые обусловлены несовершенством технологического процесса производства труб и чаще всего встречаются при диагностировании ПЭ-газопроводов³.

Согласно ТУ 6-19-352-87 относительное удлинение при разрыве должно составлять не менее 350 %, что для образца № 5 выполняется, причем с большим запасом пластичности (см. таблицу 2).

У **образцов № 3 и № 4** исходное значение показателя относительного удлинения при разрыве, указанное в сертификате, составляет 600 % и 680 % соответственно. Между тем испытания показали, что у данных образцов величина ξ_p почти вдвое ниже. Заметна большая нестабильность его значений (таблица 1), что свиде-

тельствует об изменении структуры полиэтилена, ее неоднородности, деградации механических свойств. Нестабильность величины ξ_p и деградация материала характерны и для **образца № 1**. При этом образцы № 1, 3, 4 имеют запас пластичности, о чем говорит пластичный характер их разрушения. Хрупкого разрушения в ходе испытаний не выявлено.

Образец № 2 показал высокопластичное разрушение с небольшой вариацией показателя ξ_p , составившего более 600 %, что неудивительно: это самый «молодой» газопровод со сроком службы 7 лет (исходное значение показателя согласно сертификату – 550 %).

Вывод: результаты механических испытаний трубных образцов свидетельствуют о том, что материал труб имеет необходимый запас прочности, позволяющий осуществлять длительную безопасную эксплуатацию газопроводов.

Результаты механических испытаний стыкового соединения

Результаты испытаний стыкового сварного соединения (образец № 5) сведены в таблицу 3 и показаны на рисунке 2.

Как показывают результаты, по сравнению с материалом трубы пластические свойства сварного соединения существенно хуже, но разрушение носит пластичный характер даже в том случае, когда плоскость разрушения затрагивает плоскость сварки (образцы 5.1.3 и 5.1.5).

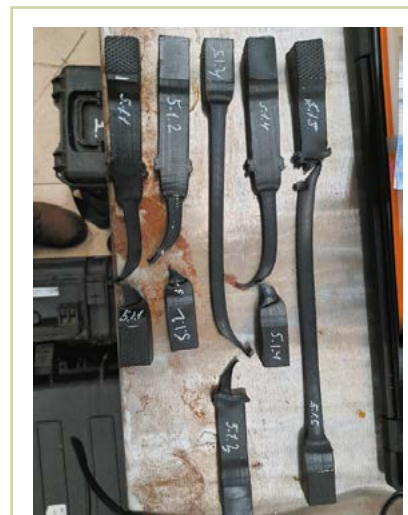


Рис. 2. Внешний вид образцов стыкового соединения после испытаний на осевое растяжение

На участках деформирования всех образцов-лопаточек не зафиксировано целевое расслоение материала с иницированием процесса разрушения из срединного или наружного слоев. Это говорит о высокой однородности материала, отсутствии локальных дефектов и аномальных структурных различий по толщине стенки трубы с резко выраженными границами переходных зон между слоями, отличающимися размерами надмолекулярных образований.

Вывод: при испытаниях выявлено падение прочностных свойств стыкового сварного соединения (уменьшение предела текучести, относительного удлинения при разрыве), однако разрушения носят пластичный характер, что свидетельствует об отсутствии препятствий для длительной эксплу-

Таблица 3. Результаты механических испытаний стыкового соединения образца № 5

Номер образца*	Предел текучести σ_T , МПа		Относительное удлинение, ξ_T / ξ_p , %	
	образца	средний	образца	среднее
5.1.1	19,3	16,6	14,2/19,1	12,0/101
5.1.2	17,8		11,1/85,3	
5.1.3	13,4		13,5/44,6	
5.1.4	15,8		9,8/127	
5.1.5	16,7		11,5/228,5	
Материал трубы (для сравнения)	20,5		12,5/658	

* Номера нанесены на образцы как на рисунке 2.

³ С.Н. Мартыненко, Г.И. Зубаилов. Полиэтиленовые газопроводы: практические возможности технического диагностирования. Нефтегазовое дело, № 1, 2023. Т. 21.

атации сварных соединений данного газопровода.

Определение показателя текучести расплава

Характеристика метода

Физико-механические свойства полимеров, включая вязкость, во многом зависят от их молекулярной массы. Дegradация свойств полимера проявляется в числе прочего в уменьшении средней молекулярной массы. Это происходит в результате разрыва химических связей и укорачивания углеродных цепей мономерных звеньев макромолекул под воздействием различного рода факторов.

Об изменении средней молекулярной массы полимера можно косвенно судить по изменению значения показателя текучести расплава (ПТР). Данный показатель позволяет определить, насколько легко течет расплав полимера, то есть дает представление о вязкости последнего.

Изменение молекулярной массы приводит к изменению вязкости полимера, что наиболее заметно при ее измерении в условиях низких скоростей сдвига. Поскольку при определении ПТР поток расплава движется через капиллярное отверстие очень медленно (то есть значение вязкости определяется при околонулевых скоростях сдвига), материалы с разной средней молекулярной массой будут вести себя по-разному. У полимера с более высокой молекулярной массой значение ПТР ниже, что говорит о более низкой вязкости его расплава, и наоборот.

Если ПТР не меняется, сохраняется и средняя молекулярная масса. С учетом этого в ряде случаев ПТР можно рассматривать в качестве меры средней молекулярной массы полимера.

Анализ опытных данных

ПТР определялся в течение стандартного времени (10 минут) при 190 °С и нагрузке 5 кг.

По результатам анализа опытных данных никаких особенностей ПТР разных образцов не выявлено (таблица 4), то есть длительная эксплуатация газопроводов слабо сказалась на средней молекулярной массе полиэтилена.

Заключение

Начальные данные, содержащиеся в документах о качестве (паспортах, сертификатах), и результаты механических испытаний образцов № 1–5, полученные в ходе НИР, говорят о том, что материал труб позволяет осуществлять длительную безопасную эксплуатацию полиэтиленовых газопроводов.

Выявлено падение прочностных свойств (уменьшение предела текучести, относительного удлинения при разрыве) стыкового сварного соединения образца № 5, отобранного с самого старого газопровода (срок службы более 20 лет), однако характер разрушения образца при испытаниях пластичный, соответственно, препятствия для длительной эксплуатации сварных соединений данного газопровода отсутствуют.

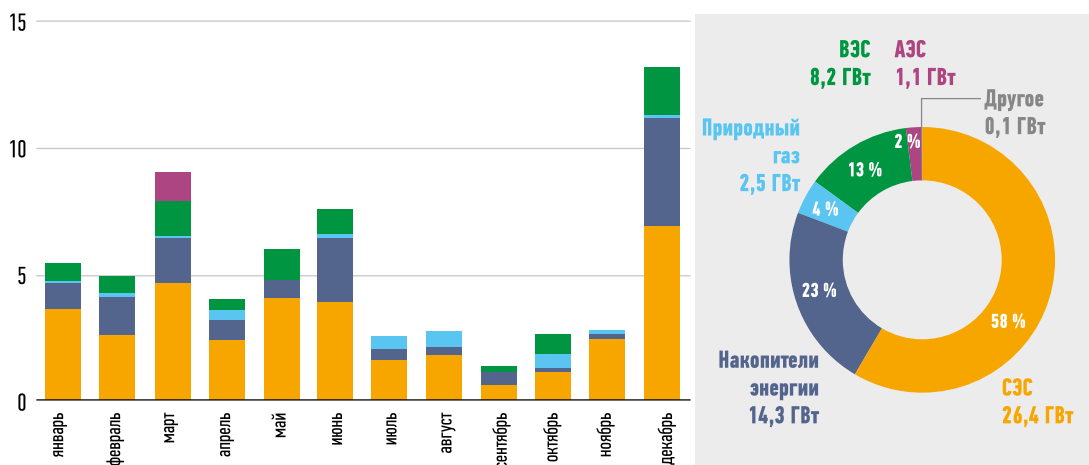
Значения показателя текучести расплава всех образцов свидетельствуют, что многолетняя эксплуатация газопроводов незначительно сказалась на средней молекулярной массе полиэтилена.

Таблица 4. Значения ПТР, г/10 мин исследуемых образцов

Номер образца	1	2	3	4	5
Условия измерения	Температура 190 °С и нагрузка 5 кг				
Нормируемое значение ПТР по ТНПА	0,2–1,2 (п. 2 таблицы Д.1 СТБ ГОСТ Р 50838)				
Измеренное значение ПТР	0,83	0,24	0,51	0,49	0,31
Отметка о соответствии (заключение)	Соответствует				

К сведению

Прогноз Управления энергетической информации США (EIA) по вводу новых мощностей, включая накопители энергии



Источник: EIA

УДК 621.039.743

М.Л. ЖЕМЖУРОВ,
д.т.н., доцент, заведующий
лабораторией
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
jema@sosny.bas-net.by



Д.И. ПАВЛОВ,
начальник технологического
отдела по проектированию
систем обращения с РАО
АО «Компания инжиниринга
и строительства «ИСТОК»,
Санкт-Петербург, Россия,
dmigopavlov@rosatom.ru



А.М. ЖЕМЖУРОВ,
мл. науч. сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси, магистрант
ГУО «Университет
Национальной академии
наук Беларуси»,
Минск, Беларусь,
zhemzurov1888@rambler.ru



РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ СООРУЖЕНИЙ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Часть 1. Актуальность и нормативные требования

Аннотация

В первой части статьи рассмотрена проблематика нормативно-правового регулирования в области обращения с радиоактивными отходами. Проанализированы изменения в подходах к классификации РАО с точки зрения их безопасности, а также к выбору вида захоронения РАО в зависимости от их класса (категории). Обоснована необходимость дальнейшего совершенствования национального нормативно-правового регулирования в данной области и гармонизации требований различных документов.

Ключевые слова: атомная электростанция, радиоактивные отходы, захоронение радиоактивных отходов, классификация радиоактивных отходов

Annotation

The first part of the article deals with the problems of normative-legal regulation in the field of radioactive waste management. Changes in approaches to RW classification from the point of view of its safety, as well as to the choice of RW disposal type depending on its class (category) are analyzed. The necessity of further improvement of national normative regulation in this area and harmonization of requirements of various documents is substantiated.

Keywords: nuclear power plant, radioactive waste, radioactive waste disposal, radioactive waste classification

*Статья поступила в редакцию
19 августа 2024 года*

Актуальность

В настоящее время в Республике Беларусь введены в промышленную эксплуатацию два энергоблока БелАЭС с реакторами типа ВВЭР-1200. В связи с этим АЭС стала основным источником образования радиоактивных отходов (РАО) в стране. Образующиеся на БелАЭС твердые РАО (ТРО) всех категорий размещаются в кондиционированном виде в пристанционных хранилищах. Высокоактивные РАО (ВАО) планируется хранить на АЭС в течение всего срока ее службы. Объемы временного хранения конечных форм твердых очень низкоактивных (ОНРАО), низкоактивных (НАО) и среднеактивных (САО) отходов в сертифицированных железобетонных невозвратных защитных контейнерах (НЗК) и металлических 200-литровых бочках рассчитаны на 10 лет эксплуатации АЭС. Организация упорядоченного хранения упаковок РАО обеспечивает их извлечение из отсеков хранилищ для контроля и транспортировки в другое место хранения или в пункт захоронения.

Стратегия обращения с радиоактивными отходами Белорусской АЭС [1] предусматривает проработку вопросов создания системы захоронения РАО, образуемых в результате эксплуатации станции и вывода ее из эксплуатации. Основными задачами Стратегии являются:

- 1) выполнение комплекса подготовительных работ и осуществление сооружения по очередям пункта захоронения ОНРАО, НАО и САО с возможностью его расширения после вывода АЭС из эксплуатации;
- 2) проработка вопроса о сооружении пункта захоронения ВАО в глубокой геологической формации.

На решение обеих задач были направлены научно-исследовательские работы (НИР), выполненные ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» с привлечением Санкт-Петербургского филиала АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон» – ВНИПИЭТ» – ведущей российской организации в области проектирования объектов изоляции РАО Госкорпорации «Росатом»:

– в 2016–2018 годах выполнена разработка технической концепции приповерхностного пункта захоронения

РАО (ПЗРО) категорий ОНРАО, НАО и короткоживущих САО (КЖ САО). Результаты данной работы обобщены в [2]; – в 2019–2020 годах проработаны варианты создания пункта глубинного захоронения РАО (ПГЗРО) категорий ВАО и долгоживущих САО (ДЖ САО), подлежащих глубинному захоронению при выводе из эксплуатации БелАЭС. Проанализированы виды и объемы ВАО и ДЖ САО, образующихся при эксплуатации БелАЭС, предложены приемлемые технологии их кондиционирования и промежуточного хранения после окончательного останова АЭС и концептуальные решения по созданию ПГЗРО. Результаты работы изложены в [3, 4].

Участие в указанных НИР компетентной организации страны – поставщика ядерных технологий, имеющей большой опыт проектирования объектов обращения с РАО, обеспечило высокую степень детализации разработанных технических концепций ПЗРО и ПГЗРО.

Стратегией обращения с радиоактивными отходами [5], утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2023 № 128, предусмотрено сооружение в стране централизованного пункта захоронения модульного типа для всех видов имеющихся и образуемых в стране РАО. До 2030 года планируется разработка проектной документации на данный объект, а также сооружение и ввод в эксплуатацию его первой очереди.

В рамках реализации мероприятий Стратегии [5] в краткосрочной перспективе необходимо, в частности, решить следующие задачи:

- провести комплекс изыскательских работ по выбору площадки для строительства ПЗРО;
- продолжить работу по совершенствованию НПА, в том числе ТНПА, в области обращения с РАО;
- уточнить техническую концепцию ПЗРО БелАЭС с учетом необходимости обеспечить возможность длительного хранения и захоронения в нем институциональных РАО (отходов, образующихся в медицине, науке, промышленности и др.).

Следует ожидать, что сооружения для захоронения РАО БелАЭС станут одним из модулей, формирующих централизованный пункт захоронения радиоактивных отходов, создание которого предусмотрено Стратегией.

Согласно методологическому подходу МАГАТЭ разработка концептуального проекта ПЗРО является начальным этапом его проектирования [6].

Анализ нормативной базы

В [5] отмечено, что для поддержания в актуальном состоянии национальных требований в области обращения с РАО необходимо на системной основе продолжать мониторинг изменений законодательства развитых стран, имеющих опыт обращения с разными типами и категориями РАО.

В основе системы обращения с РАО лежит их классификация, позволяющая формировать исходные данные проекта ПЗРО, включая критерии приемлемости РАО для захоронения. По мнению авторов, прогрессивным шагом в развитии нормативной базы Республики Беларусь в области обращения с РАО стало введение в действие в 2017 году классификации РАО для обеспечения

долгосрочной безопасности при их захоронении. Данная классификация была установлена в приложении к Нормам и правилам по обеспечению ядерной и радиационной безопасности (в редакции постановления МЧС от 24.07.2017 № 33) [7] и, что особенно важно, гармонизирована с действовавшей на тот момент российской классификацией удаляемых РАО [8]. Последнее позволяло при проработке вопросов обращения с РАО БелАЭС применять методический аппарат российских специалистов, основанный на увязке классов РАО с критериями их приемлемости для захоронения и способами захоронения.

В рассматриваемой редакции [7] ТРО подразделялись на четыре класса, аналогичные классам 1–4 в российской классификации [8]. Деление подлежащих передаче на захоронение ТРО на классы осуществлялось исходя из:

- удельной активности групп радионуклидов, включая тритий, бета-излучающие (кроме трития), альфа-излучающие (исключая трансурановые), трансурановые радионуклиды;

- периода полураспада радионуклидов – более или менее 31 года. В настоящей статье это долгоживущие (ДЖ) и короткоживущие (КЖ) радионуклиды соответственно.

Класс ТРО определялся их категорией (ОНРАО, НАО, САО, ВАО), установленной в соответствии с таблицей 1 приложения 2 СПОРО-2015 [9], и периодом полураспада содержащихся в них радионуклидов (КЖ, ДЖ). Классификация устанавливала прямую связь с вариантами захоронения ТРО – для каждого класса были определены способ захоронения (глубинное или приповерхностное) и вид ПЗРО (таблица 1).

Таблица 1. Выбор вида ПЗРО в зависимости от класса и категории ТРО согласно [7] в редакции постановления МЧС от 24.07.2017 № 33

Класс ТРО	Категория ТРО, передаваемых на захоронение	Вид ПЗРО
Класс 1	Тепловыделяющие ВАО	Пункт глубинного захоронения РАО с предварительной выдержкой в целях снижения их тепловыделения
Класс 2	ВАО и ДЖ САО	Пункт глубинного захоронения РАО без предварительной выдержки в целях снижения их тепловыделения
Класс 3	КЖ САО и ДЖ НАО	Пункт приповерхностного захоронения РАО, размещаемый на глубине до 100 м
Класс 4	КЖ НАО и ОНРАО	Пункт приповерхностного захоронения РАО, размещаемый на одном уровне с поверхностью земли

Обязательным условием являлось соответствие ТРО критериям приемлемости для захоронения, установленным в нормативном документе [10]. Важно отметить, что в рассматриваемой редакции [7] было указано, что удельная активность каждого значимого радионуклида для захоронения в ПЗРО должна определяться в проекте на основе оценки его безопасности и может отличаться от значений, установленных для классов. Данное указание соответствует рекомендациям МАГАТЭ [11].

Согласно статье 45 Закона Республики Беларусь от 18.06.2019 № 198-З «О радиационной безопасности» порядок и критерии отнесения РАО к классам радиационной опасности устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь. Соответственно, Положением о порядке и критериях отнесения радиоактивных отходов к классам радиационной опасности, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.08.2020 № 497 [12], установлено разделение ТРО на четыре класса радиационной опасности в зависимости от категории:

- I класс – ТРО наивысшей опасности (ВАО);
- II класс – ТРО высокой опасности (САО);
- III класс – опасные ТРО (НАО);
- IV класс – потенциально опасные ТРО (ОНРАО).

Указанные в [12] уровни удельной активности отнесения ТРО к категориям соответствуют установленным в [9].

Классификация для обеспечения долгосрочной безопасности РАО действовала до 14 октября 2023 года. Новой редакцией [7], утвержденной постановлением МЧС от 05.06.2023 № 36, приложение, определявшее классификацию РАО для целей захоронения, исключено. Способ захоронения (приповерхностное или глубинное) в новой парадигме определяется исходя из:

- классификации РАО по радиационной опасности, установленной в [12];
- периода полураспада радионуклидов, содержащихся в РАО;
- тепловыделения РАО.

Связь между видом ПЗРО, классом и категорией ТРО согласно действующей редакции [7] представлена в таблице 2.

Таблица 2. Выбор вида ПЗРО в зависимости от класса и категории ТРО согласно [7] в редакции постановления МЧС от 05.06.2023 № 36

Класс ТРО	Категория ТРО	Вид ПЗРО
I	ВАО	Пункт глубинного захоронения РАО с предварительной выдержкой в целях снижения их тепловыделения
ДЖ II	ДЖ САО	Пункт глубинного захоронения РАО без предварительной выдержки в целях снижения их тепловыделения
КЖ II, ДЖ III	КЖ САО, ДЖ НАО	Пункт приповерхностного захоронения РАО, размещаемый на глубине до 100 м
КЖ III, IV	КЖ НАО, ОНРАО	Пункт приповерхностного захоронения РАО, размещаемый на одном уровне с поверхностью земли

Таким образом, в настоящее время в Беларуси действует классификация РАО по радиационной опасности (I–IV классы). При этом отсутствует классификация РАО для обеспечения долгосрочной безопасности при захоронении (классы 1–4 согласно предыдущей редакции [7]).

Следует пояснить, что введенная классификация РАО по радиационной опасности принципиально отличается как от рекомендованной в Руководстве по безопасности МАГАТЭ [11], так и от принятой в России для целей захоронения – в силу различного целеполагания (первая исходит из цели обеспечения радиационной защиты персонала

при обращении с РАО до захоронения, вторая и третья – из цели долгосрочной безопасности населения после их захоронения).

Вместе с тем, как можно видеть из сравнения таблиц 1 и 2, установленная в действующей редакции [7] связь между вариантами захоронения и категоризацией ТРО аналогична таковой в предыдущей редакции [7]: вид ПЗРО определяется категорией ТРО (ОНРАО, НАО, САО, ВАО), установленной исходя из удельной активности групп радионуклидов, а также их периодом полураспада (КЖ, ДЖ).

Использование удельной активности в качестве критерия параметра без учета радиологической опасности отдельных радионуклидов имеет ряд значимых недостатков, которые отмечались специалистами после введения в действие российской классификации [8] и перечислены, например, в [13]. Отметим, в частности, возможные завышенные требования к степени изоляции захораниваемых ТРО из-за высокого содержания КЖ радионуклидов и использование единых численных критериев для радионуклидов, различных по миграционным характеристикам и дозовым коэффициентам. Не установлены допустимые уровни содержания ДЖ радионуклидов в КЖ САО и КЖ НАО. А так как их наличие, пусть и в незначительных количествах, всегда имеет место, то, например, все КЖ САО переходят в ДЖ САО, подлежащие глубинному захоронению.

Существенно то, что в связи с исключением классификации РАО для целей захоронения требуется пересмотр ряда действующих норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности в нормативных документах в области обращения с РАО, в частности [10, 14, 15]. Особенно существенной переработке подлежит норматив [10], который при определении критериев приемлемости для захоронения оперирует классами РАО, которые эксплицитно не определены в нормативной документации, а их имплицитное толкование затруднительно.

В основе рекомендуемых МАГАТЭ критериев классификации РАО, изложенных в документе [11], лежат следующие принципы:

- общая схема классификации РАО основывается главным образом на соображениях долгосрочной безопасности;
- классы РАО «привязаны» к принятым базовым вариантам захоронения;
- для выбора варианта захоронения РАО значения допустимых уровней удельной активности радионуклидов, полученные в рамках обоснования безопасности ПЗРО, являются приоритетными по отношению к установленным в классификации;
- регулирующему органу следует установить значения содержания ДЖ радионуклидов в захораниваемых РАО на основе опыта оценки безопасности ПЗРО различного типа.

Подобные подходы, в принципе, применяются большинством стран с учетом национальных особенностей системы обращения с РАО [16].

В качестве основы для рекомендованной МАГАТЭ схемы классификации в [11] выделены такие классы, как ОНАО, НАО, САО, ВАО. Важно отметить их принципиальное отличие от внешне совпадающей действующей категоризации РАО по суммарной удельной активности, установленной в [9, 12]. Рекомендованные МАГАТЭ классы характеризуются более широким диапазоном параметров, в частности содержанием ДЖ радионуклидов. Например, САО опреде-

ляются как отходы, содержащие ДЖ радионуклиды в количествах, которые требуют большей степени локализации и изоляции от биосферы, чем обеспечивается в случае приповерхностного захоронения [11].

В России с 1 января 2024 года действует классификация РАО для целей захоронения [17], в основе которой лежат вышеуказанные рекомендации МАГАТЭ. Новая классификация подразумевает ограничение влияния КЖ радионуклидов на выбор класса отходов. В отличие от ранее принятой российской классификации [8] допустимые уровни удельной активности в [17] установлены только для ДЖ радионуклидов. При этом альфа-излучающие и трансураниевые радионуклиды в соответствии с мировой практикой объединены в одну группу. Для каждого класса и, соответственно, варианта захоронения ТРО установлена адресация к частным критериям приемлемости для конкретного ПЗРО, устанавливаемым на основе оценки его безопасности с учетом фактических характеристик РАО, района, площадки размещения и инженерных барьеров. Таким образом, установлен приоритет значений, полученных в рамках обоснования безопасности, над критериями классификации, что соответствует рекомендациям МАГАТЭ.

Рассмотренные выше международно признанные подходы к выбору вариантов захоронения РАО показывают

необходимость дальнейшего совершенствования национального нормативно-правового регулирования в данной области и гармонизации требований различных нормативных документов.

С учетом различных аспектов обеспечения долгосрочной безопасности РАО, целесообразно рассмотреть более гибкий вариант нормирования с исключением излишней консервативности при выборе типа ПЗРО. При этом ключевыми усовершенствованиями должны стать:

- внесение в [7] изменений, допускающих уточнение предельных значений удельной активности радионуклидов по результатам детальной оценки безопасности проектируемого ПЗРО с учетом его фактических характеристик;
- существенная переработка [10] с учетом изменения классификации РАО и возможным установлением допустимых уровней содержания ДЖ радионуклидов в КЖ САО и КЖ НАО (в критериях приемлемости РАО для захоронения).

По мнению авторов, перспективен и подлежит рассмотрению также альтернативный вариант решения указанных выше проблемных вопросов – установление классификации РАО для обеспечения долгосрочной безопасности при захоронении, аналогичной новой российской классификации [17].

Список литературы

1. Об утверждении стратегии обращения с радиоактивными отходами Белорусской атомной электростанции [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 2 июня 2015 г. № 460 (в редакции постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 18.03.2021 № 150) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/natsionalnyy-reestr/poisk-v-reestre/?p1=5/40619>. – Дата доступа: 15.08.2024.
2. Жемжуров, М.Л. Техническая концепция захоронения очень низкоактивных, низкоактивных и короткоживущих среднеактивных радиоактивных отходов Белорусской АЭС / М.Л. Жемжуров, Н.Д. Кузьмина // *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Серия физ.-техн. наук.* – 2022. – № 1. – С. 105–118. <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2022-67-1-105-118>
3. Жемжуров, М.Л. Обоснование стратегии обращения с высокоактивными РАО, образующимися в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС. Часть 1. Актуальность и исходные данные / М.Л. Жемжуров // *Энергетическая стратегия.* – 2023. – № 3 (93). – С. 39–42.
4. Жемжуров, М.Л. Обоснование стратегии обращения с высокоактивными РАО, образующимися в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС. Часть 2. Концептуальные и технологические решения / М.Л. Жемжуров // *Энергетическая стратегия.* – 2023. – № 4 (94). – С. 39–43.
5. О Стратегии обращения с радиоактивными отходами [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 15 февр. 2023 № 128 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C2230_0128&p1=1&p5=0. – Дата доступа: 15.08.2024.
6. *Technical considerations in the design of near surface disposal facilities for radioactive waste.* – IAEA-TECDOC-1256. – Vienna, 2001. – 60 p.
7. *Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения* [Электронный ресурс]: утв. постановлением МЧС Респ. Беларусь от 28.09.2010 № 47. – Режим доступа: https://gosatompnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/a98/postanovlenie_mchs_47.pdf. – Дата доступа: 15.08.2024.
8. *Критерии отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам (О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 04.02.2015 № 95)).*
9. *Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при обращении с радиоактивными отходами: Санитарные нормы и правила.* – Утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2015 № 142.
10. *Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения: Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности.* – Утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16.07.2019 № 47.
11. *Классификация радиоактивных отходов: Нормы МАГАТЭ по безопасности. Руководство по безопасности № GSG-1.* – Вена, 2009. – 68 с.
12. *Положение о порядке и критериях отнесения радиоактивных отходов к классам радиационной опасности.* – Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 августа 2020 г. № 497.
13. *К вопросу финансово-экономического обоснования повышения эффективности нормативной базы ЕГС РАО / А.Н. Дорофеев [и др.] // Радиоактивные отходы.* – 2017. – № 1. – С. 22–31.
14. *Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности: Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности.* – Утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 03.05.2021 № 32.
15. *Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности: Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности.* – Утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 20 января 2012 г. № 7 (в редакции постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 5 июня 2018 г. № 38).
16. *Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО / Н.С. Цебаковская [и др.]; под общ. ред.: И.И. Линге, Ю.Д. Полякова.* – М.: Комтехпринт, 2015. – 208 с.
17. *О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069: постановление Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 № 1929.*

В.А. СЕДНИН,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика и
теплотехника» БНТУ, Минск, Беларусь,
vsednin@bntu.by

А.А. АБРАЗОВСКИЙ,
к.т.н., доцент, директор ООО «Бустер Бел»,
Минск, Беларусь,
abrazouskialiaksei@gmail.com

Н.В. СТРУЦКИЙ,
заместитель начальника управления систем
газоснабжения ГПО «Белтопгаз», Минск,
Беларусь, nvs@topgas.by

С.Ф. ГОРИЧЕНКО,
начальник транспортной службы
УП «МИНГАЗ», Минск, Беларусь,
gsf2003@mail.ru

ОЦЕНКА РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАСТИЧНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕХОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Аннотация

В статье приведены результаты исследования ресурса эксплуатации мастичных защитных покрытий подземных газопроводов, основанного на измерении переходного электрического сопротивления. Представлен анализ данных, полученных в ходе испытаний 28 образцов газопроводов, изъятых с различных участков газораспределительной системы республики, методом «мокрого контакта» в полевых и лабораторных условиях. Показано, что прогнозные сроки службы изоляционных покрытий для более чем 80 % образцов могут превышать 225 лет.

Ключевые слова: газопровод, переходное сопротивление, остаточный ресурс, мастичное защитное покрытие, битум, эксплуатация

Annotation

The article presents the results of a study of the service life of mastic protective coatings of underground gas pipelines using methods based on the measurement of transient electrical resistance. The data and their analysis obtained during the study of 28 samples of gas pipelines removed from various points of the gas distribution system of the republic by the method of “wet contact” in the field and the laboratory method of “artificial aging” are presented. It is shown that for more than 80% of the sample size of the studied samples, the service life of insulating coatings can be predicted to be more than 225 years.

Keywords: gas pipeline, transient resistance, residual life, protective mastic coating, bitumen, operation

*Статья поступила в редакцию
31 июля 2024 года*

Мастичная защитная изоляция – это многослойное армированное покрытие, в котором сцепление слоев и адгезия с поверхностью трубы обеспечиваются нагреванием битумной мастики до состояния плавления. Данный вид изоляции до настоящего времени является преобладающим (около 87 %) для стальных распределительных газопроводов в Республике Беларусь, в связи с чем вопросы оценки его технического состояния и прогнозирования срока службы имеют высокую актуальность. Одним из рабочих методов испытаний качества защитного покрытия действующих газопроводов является измерение его переходного электрического сопротивления.

Напомним, что переходное сопротивление защитного покрытия R , Ом·м², представляет собой сопротивление

единицы площади покрытия в системе «труба – покрытие – почвенный электролит» [1]. По мере эксплуатации газопровода величина R снижается. Принято, что предельно допустимое значение данного параметра для всех типов защитного покрытия стальных подземных газопроводов в процессе эксплуатации должно быть не менее 400 Ом·м² [2]. Поэтому срок службы защитного покрытия можно определить периодом времени, в течение которого величина R снизится до предельного значения.

В работах [3, 4] нами были приведены результаты анализа переходного сопротивления защитных покрытий, измеренного методами «мокрого контакта» и катодной поляризации. Для более глубокого исследования были проведены измерения R 28 образцов стальных газовых труб с мастичным

покрытием, отобранных случайным образом с газопроводов газораспределительных систем Брестской, Гомельской и Минской областей. Измерения в ходе исследования проводились в два этапа. Сначала R изоляции измерялось на отшурфованных участках газопровода (до вырезки образцов) в полевых условиях методом «мокрого контакта», а далее извлеченные фрагменты труб обследовались в лаборатории.

Лабораторные испытания проводились в соответствии с [2] путем последовательных измерений R после выдержки образца в растворе электролита при различных температурах в течение заданных промежутков времени. Ячейки для испытаний изготавливали на 3D-принтере Creality CR-5 Pro. Монтаж готовых ячеек на образцы труб (по три на один образец) осуществляли при помощи токопроводящего герметика. Электролитом в измерительных ячейках служил трехпроцентный раствор NaCl. Измерение R осуществлялось при помощи высокоточного тераомметра Е6-13. В качестве вспомогательного противоэлектрода (инертного электрода) при измерениях использовалась платиновая проволока.

На рисунке 1 представлена фотография образца в момент измерения R.

Исходное значение R защитного покрытия определялось через трое суток выдержки образцов в растворе электролита при температуре 20 ± 5 °С. Результирующие измерения проводились через 100 сут от момента заливки испытательной ячейки электролитом, контрольные (промежуточные) измерения – через каждые 25 сут. Уровень электролита в ячейках проверялся один раз в 10 сут, при необходимости в ячейки подливалась дистиллированная вода.

В ходе испытаний по мере увеличения длительности экспозиции наблюдалось уменьшение R защитного покрытия. За расчетное значение принималось последнее

Промежуточные результаты расчета

№	Маркировка образца	Год ввода газопровода	R _p , Ом·м ²	τ _p , лет	b _p , Ом·м ²	t·lnb _p
1	1/1/1	2002	10 528	22	10 128	202,91
2	1/2/1	1965	32,83	59	-367,17	Исключен
3	1/3/2	1968	12 796,1	56	12 396,1	527,81
4	1/4/3	1967	210 000	57	209 600	698,42
5	1/5/2	1987	1000,597	37	600,597	236,72
6	1/6/1	1993	160 849,5	31	160 449,5	371,56
7	1/7/2	1991	87,96459	33	-312,04	Исключен
8	1/8/2	1976	8432,035	48	8032,035	431,58
9	1/9/2	1970	6361,725	54	5961,73	469,43
10	1/10/2	1984	667,9811	40	267,98	223,64
11	1/11/1	1960	962,1128	64	562,11	405,23
12	3/01/2(1)	1972	1 680 000	52	1 679 600	745,37
13	3/01/2(2)	1972	1 657 600	52	1 657 200	744,67
14	3/03/1	1992	251,3274	32	-148,67	Исключен
15	3/04/1	1987	12 896	37	12 496	349,03
16	3/05/1	1992	3030	32	2630	251,99
17	3/06/1	2000	25 132,74	24	24 732,74	242,78
18	3/07/1(1)	1962	9440	62	9040	564,78
19	3/07/1(2)	1962	1152	62	752	410,61
20	3/08/3	1974	3360	50	2960	399,65
21	3/09/1	1978	95 730,22	46	95 330,22	527,39
22	3/10/1	1985	15 018,58	39	14 618,58	374,01
23	A1	1963	32	61	-368	Исключен
24	A3	2000	1 334 400	24	1 334 000	338,49
25	5/01/1	1990	10 735,41	34	10 335,41	314,27
26	5/02/1	1981	105 832,4	43	105 432,4	497,33
27	5/02/2	1981	161 110,7	43	160 710,7	515,46
28	5/3/1	1985	190,8518	39	-209,15	Исключен



Рис. 1. Схема измерения переходного электрического сопротивления

(результирующее) измерение. Переходное сопротивление 23 образцов (82,14 % выборки) превысило 400 Ом·м², что удовлетворяет требованиям [2]. Наименьшие значения R были зафиксированы на образцах из Брестской области с маркировкой 1/2/1 и 1/7/2. Низкое значение R образца 1/2/1 обусловлено очаговыми нарушениями целостности битумного покрытия (рис. 2, а). Для образца 1/7/2 по истечении 100 сут испытаний наблюдалось резкое падение R – с 4775,22 до 87,97 Ом·м², что, на наш взгляд, было обусловлено большим количеством микротрещин в структуре изоляционного материала (рис. 2, б) в его исходном состоянии. Оба указанных образца, а также образцы 3/03/1 из Гомельской области, А1 и 5/3/1 из Минской области не удовлетворяли требованиям [2] и были исключены из расчетной базы.

В качестве методической основы для расчета остаточного ресурса изоляционных покрытий подземных стальных трубопроводов по результатам измерения их переходного сопротивления были использованы положения нормативно-технических документов Российской Федерации [1, 5]. Указанными документами предполагается экспоненциальная зависимость снижения защитных свойств изоляции трубопроводов от времени эксплуатации. Соответственно,

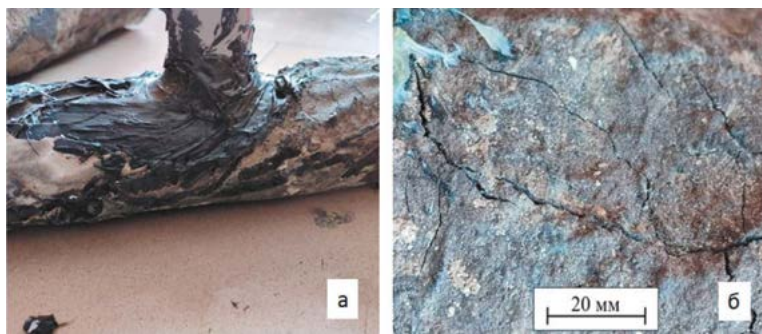


Рис. 2. Образцы 1/2/1 и 1/7/2:
а – общий вид образца 1/2/1; б – микрофотография поверхности покрытия образца 1/7/2

для расчета предельного срока службы покрытия на стадии проектирования в [5] предлагается формула

$$t_n = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{R_n}{R_k},$$

где $R_n \geq 5 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$ – начальное переходное сопротивление защитного покрытия газопровода (для битумной изоляции); $R_k = 400 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$ – предельно допустимое (конечное) переходное сопротивление защитного покрытия газопровода; $\alpha = 0,125 \text{ год}^{-1}$ – постоянная времени старения защитного покрытия (для битумных и полимерных ленточных покрытий).

Приведенным значениям указанных величин соответствует расчетный предельный срок службы мастичного покрытия

$$t_n = \frac{1}{0,125} \ln \frac{50000}{400} = 40 \text{ лет.}$$

Для расчета фактической постоянной времени старения защитного покрытия в документе [5] предлагается формула

$$\alpha_{\phi} = \frac{\ln b_0 \sum_{i=1}^n \tau_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \ln b_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i^2},$$

где $b_0 = R_n - R_k$, $b_i = R_i - R_k$, $\text{Ом} \cdot \text{м}^2$; R_i – измеренное значение переходного сопротивления эксплуатируемого трубопровода, $\text{Ом} \cdot \text{м}^2$; τ_i – время эксплуатации газопровода, лет.

Для расчета фактических значений постоянной времени старения и срока службы защитного покрытия использовались данные о переходном сопротивлении покрытий 23 образцов (82,2 % выборки) стальных труб, полученные в ходе измерений в лабораторных условиях. При этом 5 образцов (17,8 % выборки), давших отрицательный результат, были исключены. Промежуточные результаты расчетов представлены в таблице.

На основании полученных данных рассчитывается фактическая постоянная времени старения мастичного защитного покрытия, которая составляет $\alpha_{\phi} = 0,0214 \text{ год}^{-1}$. Тогда расчетный срок службы изоляционного покрытия эксплуатируемых газопроводов составит

$$t_n = \frac{1}{0,214} \ln \frac{50000}{400} = 225,3 \text{ года.}$$

Таким образом, полученный в результате настоящих исследований срок службы мастичного защитного покрытия значительно превышает срок, заложенный в российском документе [5]. Это можно объяснить как сравнительно более ровными климатическими и почвенными условиями эксплуатации, характерными для Беларуси, так и отсутствием практики нанесения покрытия на основную трубу непосредственно при прокладке газопровода (на трассе).

На рисунке 3 для сравнения представлены значения R отдельных образцов, полученные различными методами измерения. Следует отметить, что в большинстве случаев значения R , полученные в лаборатории, ниже полученных в полевых условиях. Можно предположить, что непосредственной причиной этого являются дефекты покрытия сложной геометрии (извилистые поры, трещины и т.д.), которые за короткий промежуток полевых испытаний не заполняются электролитом.

На рисунке 4 представлены обобщенные зависимости переходного сопротивления битумных покрытий от срока эксплуатации (года ввода газопровода в эксплуатацию) и условий измерения (полевые и лабораторные). Как видно, при наличии общей однозначной тенденции снижения R образцов с увеличением срока эксплуатации, крутизна (тангенс угла наклона) зависимости R , полученной в лабораторных условиях, выше. Тем не менее значения коэффициентов детерминации обеих зависимостей невысокие, что предполагает низкую адекватность моделей в виде уравнений линейной регрессии.

В целом определение переходного сопротивления изоляции в лабораторных условиях является более точным, но требует значительного времени для проведения измерения параметра образца покрытия газопровода. Вместе с тем следует учитывать, что этот метод предполагает постоянный контакт испытуемого образца с электролитом [2], то есть моделирует наиболее жесткие условия, крайне редко имеющие место в практике эксплуатации подземных распределительных газопроводов.

Выводы

В рамках реализации в ГПО «Белтопгаз» комплекса научно-исследовательских работ по определению состояния и остаточного ресурса защитных покрытий стальных подземных газопроводов проведены соответствующие исследования с применением методов измерения переходного электрического сопротивления в полевых и лабораторных условиях. Испытаны 28 образцов труб с мастичным покрытием, выбранных случайным образом на газораспределительных системах Брестской, Гомельской и Минской областей.

Подтверждена гипотеза, что снижение переходного сопротивления защитных покрытий обусловлено в первую очередь длительностью эксплуатации газопровода. Мате-



Рис. 3. Результаты измерения переходного электрического сопротивления образцов, полученные в полевых и лабораторных условиях

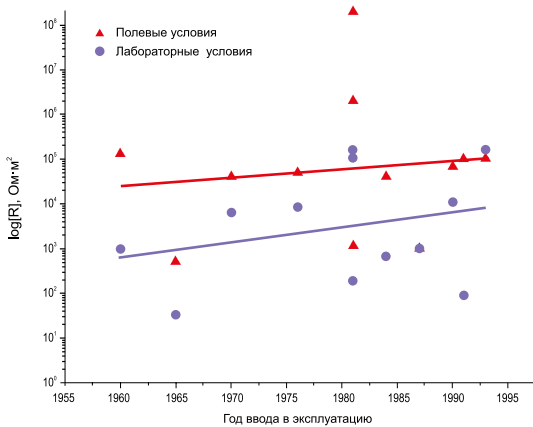


Рис. 4. Изменение переходного сопротивления защитного покрытия в зависимости от срока эксплуатации газопровода и условий измерения

математическая обработка результатов измерений с применением экспоненциальной зависимости снижения переходного сопротивления изоляции от времени эксплуатации показала, что расчетный срок службы изоляционных покрытий распределительных газопроводов для объема выборки 82,2 % испытанных газопроводов составил 225,3 года.

Измерение переходного электрического сопротивления в лабораторных условиях позволяет более достоверно оценить эффективность защитных свойств покрытия газопровода по сравнению с измерениями методом «мокрого контакта» в полевых условиях. Однако его точность также недостаточна для того, чтобы принять его за основной метод, помимо этого, он требует больших временных затрат.

Список литературы

1. Методика определения остаточного ресурса изоляционных покрытий подземных трубопроводов: РД 39Р-00147105-025-02. – Введ. 18.07.2002. – Уфа, 2002. – 12 с.
2. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии: ГОСТ 9.602-2016. – Введ. 01.06.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 87 с.
3. Седнин, В.А. Оценка срока службы изоляционного покрытия стального газопровода / В.А. Седнин, А.А. Абрамовский, С.Ф. Гориченко // Энергетическая стратегия. – 2022. – № 6(90). – С. 36–39.
4. Исследование переходного сопротивления изоляционных покрытий подземных газопроводов методом катодной поляризации / В.А. Седнин [и др.] // Энергетическая стратегия. – 2023. – № 4(94). – С. 44–48.
5. Системы газораспределительные. Сети газораспределения. Определение продолжительности эксплуатации стальных наружных газопроводов при проектировании: ГОСТ Р 58094-2018. – Введ. 01.10.2018. – М.: Стандартинформ, 2018. – 19 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
 МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПОДПИСКА – 2025

Оформить подписку можно:

В редакции

по тел./факсу +375 17 286-08-28
 электронная почта
 2934682@mail.ru
 oao@economenergo.datacenter.by

на сайте

energystrategy.by

В любом почтовом отделении

подписной индекс
 009382

Н.В. СТРУЦКИЙ,
заместитель начальника
управления систем
газоснабжения ГПО «Белтопгаз»



В.Н. РОМАНЮК,
д.т.н., профессор кафедры
«Теплогасоснабжение
и вентиляция» БНТУ



ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНОГО ПОДХОДА К ПЕРСПЕКТИВНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ОБЪЕМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Аннотация

В статье представлены результаты научно обоснованной оценки объемов работ по техническому обследованию стальных подземных распределительных газопроводов на 2024–2028 годы в масштабе отрасли. Прогнозирование выполнено на основе обработки многолетних статистических данных с помощью методов и инструментария анализа временных рядов. Научная новизна исследования состоит в выявлении и включении в прогностическую модель комплексного организационно-логистического фактора, отражающего влияние производственных практик и управленческих подходов к осуществлению технического обслуживания, сложившихся в газораспределительной отрасли Республики Беларусь.

Ключевые слова: стальной подземный распределительный газопровод, эксплуатационный контроль, периодическое приборное обследование, объем работ, прогноз, планирование, анализ временных рядов

Annotation

The article presents the results of a scientifically based assessment of the scope of work on technical inspection of steel underground gas distribution pipelines for 2024–2028 on an industry scale. Forecasting was carried out on the basis of processing long-term statistical data using time series analysis methods and tools. The scientific novelty of the study lies in the identification and inclusion in the predictive model of a complex organizational and logistics factor, reflecting the influence of production practices and management approaches to maintenance that have developed in the gas distribution industry of the Republic of Belarus.

Keywords: steel underground gas distribution pipeline, operational control, periodic instrument inspection, scope of work, forecast, planning, time series analysis

*Статья поступила в редакцию
4 июля 2024 года*

В соответствии с [1] техническому обследованию (или, по устоявшейся отраслевой терминологии, комплексному приборному обследованию, КПО) подвергаются все без исключения стальные подземные распределительные газопроводы (далее – газопроводы). Данный вид эксплуатационного контроля предполагает выявление дефектов изоляционного покрытия и утечек газа приборным методом.

КПО относится к ключевым эксплуатационным мероприятиям, обеспечивающим управление техническим состоянием газопроводов. В целом по республике объемы их обследования составляют тысячи километров ежегодно, в связи с чем его планирование представляет собой актуальную задачу как с технической, так и с хозяйственно-экономической точек зрения.

В настоящее время планирование данных работ осуществляется традиционным методом – на основании текущих потребностей производства, то есть, по сути, путем аккумулирования заявок от эксплуатационных служб, ко-

торые, в свою очередь, опираются на годовые графики технического обследования, разрабатываемые в филиалах газоснабжающих организаций. Такой подход результативен на оперативном уровне планирования, однако не может быть эффективно масштабирован на тактический и тем более стратегический уровень, где горизонт планирования значительно превышает годовой период.

Для возможности адекватного долгосрочного планирования технического обследования газопроводов необходимо выполнить предварительную оценку объемов работ, основанную на научном подходе, а это требует создания соответствующего алгоритма (методики) прогнозирования.

Очевидно, что в первую очередь следует исходить из общей протяженности трубопроводной сети и установленных сроков проведения работ, которые могут отличаться для участков, находящихся в различных условиях эксплуатации. Тогда минимально необходимый исходя из нормативных требований (регламентируемый) объем

работ за некоторый период времени может быть определен по формуле

$$Q_{\text{регл}} = \sum_{i=1}^n Q_i,$$

где Q_i – объемы работ на участках с i -й периодичностью обследования ($T_{\text{кпОи}}$); n – количество регламентируемых периодичностей обследования.

Согласно [1, 2] периодичность технического обследования, как правило, составляет 5 лет. Отдельные характерные участки (в частности, переходы через естественные и искусственные преграды) обследуются чаще – один раз в 3 года или ежегодно. Учитывая преобладающую периодичность работ, целесообразно принять горизонт планирования и, соответственно, период упреждения прогноза продолжительностью 5 лет.

Таким образом, $Q_{\text{регл}}$ для каждого пятилетнего периода можно укрупненно рассчитать по протяженности газопроводов в предыдущее пятилетие: например, для периода 2009–2013 годов – по протяженности газопроводов в 2004–2008 годах, для периода 2014–2018 годов – по протяженности в 2009–2013 годах и т.д. Соответственно, известная протяженность газопроводов в период 2019–2023 годов составит базу планирования объемов работ на пятилетний цикл 2024–2028 годов.

Однако практический опыт и проведенный анализ статистических данных показывают, что значений $Q_{\text{регл}}$ недостаточно и что для обеспечения необходимого качества планировочного процесса необходим учет дополнительных влияющих факторов.

Рассмотрим динамику реальных объемов обследования газопроводов за период 2009–2023 годов, представленную на рисунке 1. Рассчитанные значения $Q_{\text{регл}}$ показаны на рисунке зеленой точечной линией, фактические объемы работ $Q_{\text{факт}}$ – красной; начало графика соответствует 2009 году.

Как видно, на всем протяжении времени фактические объемы работ существенно превышают регламентируемые. Действительно, некоторые газопроводы в течение года могут обследоваться повторно (при появлении сомнений в результатах планового обследования, проведении выборочного контроля и т.д.), а главное – значительная часть объектов включается в графики обследования досрочно из соображений равномерного распределения трудозатрат

и материальных ресурсов, улучшения логистики и т.п. Действует и общее условие планирования для обязательных работ с жестко установленными сроками выполнения: «раньше можно, позже – нельзя».

Такая стихийная оптимизация потока работ на местах обусловливается понятной производственной логикой, стремлением максимально эффективно использовать наличные ресурсы. В настоящее время этот подход нашел отражение и в нормативных документах: так, согласно [2] при планировании рекомендуется предусматривать укрупненное (по кварталам, микрорайонам) обследование всех газопроводов независимо от срока врезки или предыдущего обследования, а также объединять в маршруте одну или несколько зон электрозащиты.

Очевидно, что перманентное превышение фактических объемов работ над регламентируемыми имеет системный характер, который должен особенно сильно проявляться при обслуживании протяженных и территориально разнесенных трубопроводных систем. Этот влияющий фактор можно выразить в виде соответствующего показателя (коэффициента) $K_{\text{орг}}$ [3]:

$$K_{\text{орг}} = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{регл}}}.$$

На рисунке 1 данный коэффициент показан сплошной синей линией (шкала значений справа) и отражает результирующее влияние на фактические объемы работ организационно-логистического фактора, включающего естественную избыточность планирования и внеплановую составляющую.

На величину и динамику $K_{\text{орг}}$ будут влиять установившаяся практика производственной деятельности и управленческие подходы, сложившиеся в эксплуатирующей организации (системе, отрасли в целом). Так, например, централизация работ по приборному обследованию с укрупнением соответствующих подразделений (бригад) повлечет за собой увеличение зон обслуживания, что на каком-то этапе повысит плотность обследования. Аналогичное влияние окажет внедрение новой, более производительной приборной техники. При этом эффекты импульсов от структурных перестроек и технических новшеств должны иметь волнообразный, затухающий со временем характер, а продолжительность периода воздействия импульса

будет определяться общей инерционностью системы. Безусловно, некоторое искажающее влияние при этом может оказывать неудовлетворительное качество планирования и управления на том или ином уровне.

Рассмотрим динамику $K_{\text{орг}}$ подробнее. Воспользуемся в этих целях методами и инструментарием анализа временных рядов, получившими в настоящее время широкое распространение в различных отраслях науки и производства. По определению ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 [4], анализ временных рядов – это семейство методов для изучения совокупности наблюдений, сделанных последовательно во времени.

Анализ предполагает решение следующих задач:

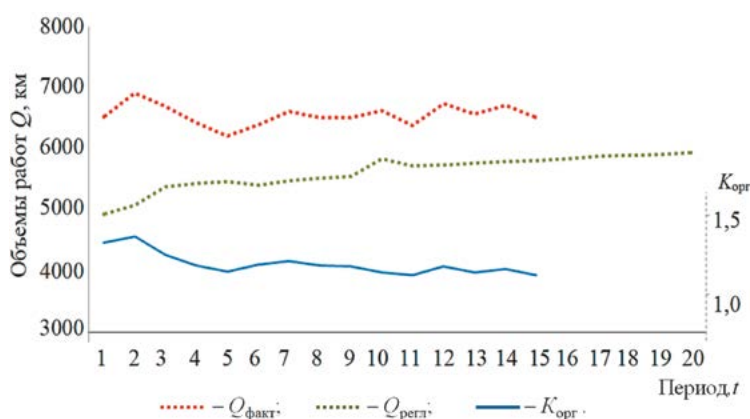


Рис. 1. Динамика регламентируемых и фактических объемов обследования газопроводов

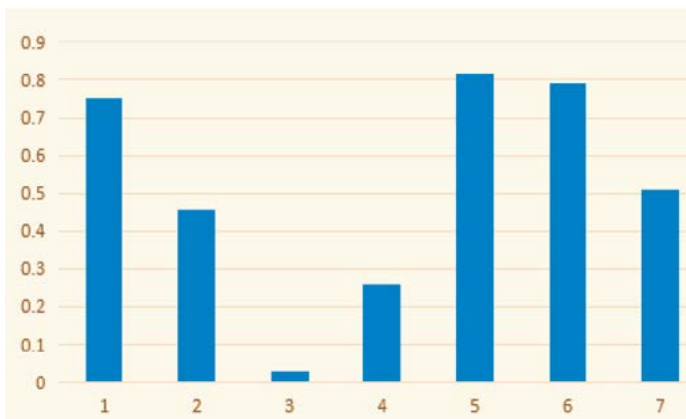


Рис. 2. Коррелограмма временного ряда показателя $K_{орг}$

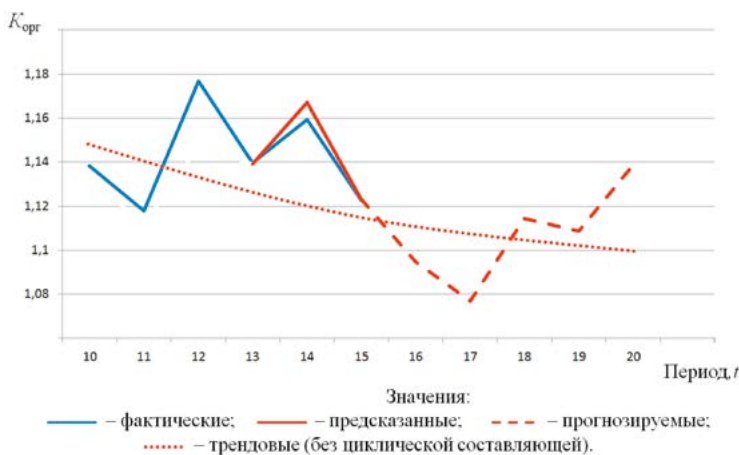


Рис. 3. График точечного прогноза динамики показателя $K_{орг}$

– выявление основной тенденции (кривой роста, тренда) ряда;

– обнаружение запаздывания типичных фрагментов графика при статистическом исследовании коррелированности каждого наблюдения с предыдущим наблюдением для каждого из следующих один за другим периодов запаздывания;

- выявление циклических (сезонных) фрагментов графика;
- прогнозирование будущих наблюдений [4].

Прогноз основывается на методе экстраполяции, то есть на предположении, что выявленная тенденция развития объекта сохранится на протяжении прогнозируемого периода.

На первом этапе, исходя из оценки параметров качества аппроксимации (коэффициент детерминации $R^2 = 0,75$; средняя абсолютная ошибка аппроксимации $\bar{A} = 2,16\%$) и проверки на адекватность прогнозируемому процессу, принимаем логарифмическую модель кривой роста с уравнением [3]

$$y = 0,08 \ln(t) + 1,34.$$

Анализ выборочной автокорреляционной функции показывает наличие циклической составляющей. Коррелограмма временного ряда представлена на рисунке 2. Статистически значимы коэффициенты автокорреляции r_1, r_5 и r_6 , уточняющий подбор длины циклической волны показал предпочтительный лаг цикла $l = 6$.

Таким образом, с учетом выявленной циклической природы ряда, а также примерно постоянной амплитуды его колебаний в наблюдаемый период, наиболее адекватной изучаемому процессу будет аддитивная модель вида

$$y_t = u_t + c_t + \varepsilon_t,$$

где u_t – тренд (основная тенденция); c_t – циклическая компонента (периодические колебания); ε_t – случайная компонента (остаток).

Статистические характеристики полученной модели следующие:

- остаточное среднееквадратичное отклонение $\sigma_{\hat{y}} = 0,0223$;
- коэффициент детерминации $R^2 = 0,91$;
- средняя абсолютная ошибка аппроксимации $\bar{A} = 1,38\%$, средняя относительная ошибка $\bar{A}_{ск} = 1,88\%$;
- критерий Фишера $F = 130,59$ (здесь и далее принят уровень значимости $\alpha = 0,05$), модель статистически значима;
- критерий RS = 3,551, остатки нормально распределены;
- критерий Дарбина – Уотсона $DW = 2,112$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена (по модулю) $|\hat{\rho}| = 0,507$, автокорреляция и гетероскедастичность остатков отсутствует.

Полученные значения точностных характеристик, проверочных критериев и коэффициентов свидетельствуют о высоком качестве итоговой тренд-циклической модели, что позволяет использовать ее для расчета значений $K_{орг}$ на интересующий нас период (рис. 3).

Точное совпадение фактических и прогнозных значений на практике маловероятно, поэтому прогноз будущих значений временных рядов принято представлять в интервальном виде, с заданными верхними и нижними пределами. В качестве первого приближения при расчете значений $K_{орг}$ используем доверительный интервал (ДИ) вида

$$\hat{y}_{t+L} \pm \sigma_{\hat{y}},$$

где L – период упреждения.

При нормальном распределении вероятность выхода случайной величины за границы ДИ с погрешностью в одну сигму составляет 0,68. Для расчета ДИ с заданной доверительной вероятностью используется коэффициент Стьюдента. Для более надежного определения ДИ необходимо учесть как неопределенность положения тренда, так и возможность отклонения от него уровней ряда. Естественно, с учетом этих аспектов погрешность экстраполяции по мере увеличения значения L должна возрастать. Тогда ДИ прогноза примет вид

$$\hat{y}_{t+L} \pm t_{\alpha} \sigma_{np}.$$

Здесь t_{α} – табличное значение t -статистики Стьюдента с определенным уровнем значимости α и числом степеней

Прогнозные объемы технического обследования газопроводов, км

Год	Трендовый сценарий	Сценарий с циклической составляющей (основной)					
		точная оценка	точная оценка	точная оценка (P = 0,68)		интервальная оценка (P = 0,95)	
				нижняя граница	верхняя граница	нижняя граница	верхняя граница
2024	6497,8	6372,5	6230,4	6514,6	6017,1	6728,0	
2025	6510,6	6309,4	6168,7	6450,1	5949,6	6669,1	
2026	6508,1	6552,9	6406,9	6699,0	6189,7	6916,0	
2027	6501,9	6538,7	6392,9	6684,5	6172,5	6905,0	
2028	6500,4	6738,4	6588,1	6888,7	6368,9	7108,0	
ВСЕГО	32 518,8	32 511,9	31 787,0	33 236,9	30 697,8	34 326,1	

свободы $n-1$; σ_{np} – среднеквадратическое отклонение прогноза, рассчитываемое по формуле

$$\sigma_{np} = \sigma_y \cdot K,$$

где K – величина, зависящая от продолжительности наблюдения (длины временного ряда) и периода упреждения прогноза [4].

Чтобы получить ДИ с большей надежностью, зададим доверительную вероятность $P = 0,95$. Определив оценочные значения $K_{орг}$ на период 2024–2028 годов и имея полученные ранее значения $Q_{регл}$, можем рассчитать прогнозируемые объемы работ по техническому обследованию газопроводов в целом по отрасли на пятилетие (см. таблицу).

Как видно из таблицы, прогнозные сценарии на основе тренда без циклической составляющей и тренд-циклической модели дают различное распределение объемов работ по годам при практически одинаковых суммарных объемах.

Что касается интервальных оценок по основному сценарию, то оценку с более узким ДИ целесообразно использовать непосредственно для формирования перспективных плановых показателей, а оценку с заданной 95-процентной надежностью допустимо рассматривать уже как прогноз с высоким уровнем достоверности, включающий в том числе объем будущих внеплановых работ. При этом, учитывая важность и обязательность такого эксплуатационного мероприятия, как техническое обследование газопроводов, при его стратегическом планировании следует акцентировать внимание на верхней границе прогноза, чтобы в будущем не столкнуться с недостатком трудовых и материальных ресурсов, необходимых для выполнения работ.

Нужно также учитывать, что построенная модель исходит из предположения об устойчивости условий, сложившихся в газовом хозяйстве республики, не включает риски внезапных изменений и форс-мажорных обстоятельств и требует своевременной актуализации по мере прохождения прогнозного периода.

В заключение следует отметить, что научно обоснованное прогнозирование лежит в основе современного подхода к управлению производством, а учет неопределенности (выраженной в интервальной форме предлагаемой перспективной оценки) позволяет повысить гибкость и адекватность долгосрочного планирования в рамках таких востребованных управленческих технологий, как сценарное планирование, стратегический контроллинг и др.

Выводы

1. Проведен анализ многолетней динамики объемов технического обследования стальных подземных распределительных газопроводов в Республике Беларусь за период 2009–2023 годов. Впервые выделен организационно-логистический фактор, отражающий воздействие производственной практики, сложившейся на уровне хозяйствующего субъекта, и управленческих подходов на процессы технического обслуживания.

2. Показано, что воздействие организационно-логистического фактора имеет системный характер и может быть выражено с помощью соответствующего показателя (коэффициента) $K_{орг}$, представляющего собой отношение объемов фактически выполняемых работ к регламентируемым (обязательным) объемам.

3. С применением методов и инструментария анализа временных рядов, построена аддитивная тренд-циклическая модель динамики $K_{орг}$, удовлетворяющая общепринятым требованиям в отношении качества, точности и адекватности моделирования.

4. Разработан алгоритм средне- и долгосрочного прогнозирования объемов технического обслуживания газопроводов. Получены научно обоснованные прогнозные значения на период 2024–2028 годов для возможности рационального планирования объемов работ по ключевому виду эксплуатационного контроля объектов газораспределительной сети республики.

Список литературы

1. Правила обеспечения промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь. – Минск: ГИПК «ГАЗ-ИН-СТИТУТ», 2023. – 185 с.
2. Система технического обслуживания и ремонта систем газоснабжения. Периодическое приборное техническое обследование стальных подземных газопроводов: СТП 03.05-2014. – Минск: УП «НОТ», 2014. – 17 с.
3. Струцкий, Н.В. Оценка объемов работ по эксплуатационному контролю стальных подземных газопроводов с учетом организационно-логистического фактора / Н.В. Струцкий, В.Н. Романюк // Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. Энергетика. – 2024. – № 67 (2). – С. 137–151.
4. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001: ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005. – Введ. 01.07.2005. – М.: Стандартинформ, 2005. – 19 с.
5. Четыркин, Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – М.: Статистика, 1977. – 200 с.

Е.Н. КРИШЕНИК,
заместитель начальника
управления – начальник отдела
правовой работы управления
правового обеспечения
ГПО «Белэнерго»



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

Электроэнергетика является стратегически важной отраслью и основой функционирования экономики и жизнеобеспечения Казахстана. С момента обретения страной независимости отрасль претерпела реформы, которые имели как положительные, так и отрицательные последствия. В этих условиях была принята Концепция развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2023–2029 годы. В документе, в частности, отмечено, что надежность энергоснабжения зависит в первую очередь от эффективности регуляторной среды.

На сегодняшний день одной из значимых проблем Казахстана является острая энергодефицитность. В электроэнергетике страны до сих пор используется оборудование, которое эксплуатировалось еще в 60–80-е годы. Около 53 % ТЭС и 69 % ГЭС Казахстана имеют возраст более 30 лет. При этом 38 из 145 турбоагрегатов (26 %) уже исчерпали парковый ресурс. Согласно прогнозным балансам электрической энергии и мощности на 2023–2029 годы дефицит сохранится и к 2029 году составит 5,5 млрд кВт·ч электроэнергии и 3076 МВт электрической мощности. В этих условиях особое значение приоб-

ретает государственное регулирование развития электроэнергетики.

Государственное регулирование

Государственное регулирование в электроэнергетической отрасли Казахстана осуществляется в целях:

- максимального удовлетворения спроса потребителей энергии и защиты прав участников рынка электрической и тепловой энергии путем создания конкурентных условий на рынке, гарантирующих потребителям право выбора поставщиков электрической и тепловой энергии;
- обеспечения безопасного, надежного и стабильного функционирования электроэнергетического комплекса Республики Казахстан;
- обеспечения единства управления электроэнергетическим комплексом как особо важной системой жизнеобеспечения страны.

Государственная политика отрасли направлена на регулирование тарифной политики в электроэнергетике, создание условий для привлечения в отрасль инвестиций, укрупнение региональных электросетевых компаний.

Среди приоритетов развития электроэнергетики Казахстана – модер-

низация существующих источников энергии, перевод эксплуатируемых угольных ТЭС на газ и развитие возобновляемой энергетики. В частности, в республике предусмотрено предоставление инвестиционных преференций юридическим лицам, осуществляющим проектирование, строительство и эксплуатацию объектов по использованию ВИЭ.

Государственное регулирование в области электроэнергетики включает:

- 1) лицензирование;
- 2) регулирование тарифов (цен, ставок сбора);
- 3) демополизацию и приватизацию объектов электроэнергетики;
- 4) государственный надзор за надежностью, безопасностью и экономичностью производства, передачи, технической диспетчеризации и потребления электроэнергии;
- 5) техническое регулирование;
- 6) кредитование строительства, реконструкции и модернизации систем теплоснабжения за счет бюджетных средств в порядке, установленном законодательством.

В Казахстане не сохранилась созданная в советский период единая система государственного управления электроэнергетической отраслью. В настоящее время соответствующие функции осуществляются различными

СПРАВОЧНО

По состоянию на 1 января 2024 года производство электрической энергии в Республике Казахстан осуществляют 220 электростанций, в том числе 144 объекта ВИЭ суммарной мощностью 2,8 ГВт. Общая установленная мощность электростанций страны составила более 25 ГВт, располагаемая мощность – 20,4 ГВт. Основой электроэнергетики Казахстана является угольная генерация.

государственными органами Республики Казахстан:

- разработка и определение основных направлений государственной политики в области электроэнергетики – Правительством;
- формирование и реализация государственной политики, координация процесса управления ТЭК страны, совершенствование системы государственного управления в сфере электро- и теплоснабжения – Министерством энергетики;
- надзор и контроль в области электроэнергетики – Комитетом атомного и энергетического надзора и контроля Министерства энергетики;
- формирование политики и тарифное регулирование деятельности энергоснабжающих и энергопередающих, теплопроизводящих и теплопередающих организаций – Министерством национальной экономики;
- контроль и регулирование деятельности, отнесенной к сфере государственной монополии, определение методов тарифного регулирования – Комитетом по регулированию естественных монополий Министерства национальной экономики;
- реализация государственной политики в области электро- и теплоснабжения в пределах населенных пунктов, в области энергосбережения и ЖКХ – Министерством индустрии и инфраструктурного развития;
- субсидирование затрат энергопроизводящих организаций на приобретение топлива для бесперебойного проведения отопительного сезона, контроль за эксплуатацией и техническим состоянием котельных, те-

пловых сетей и теплоиспользующих установок потребителей – местными исполнительными органами.

В целях совершенствования управления национальными компаниями и государственными активами Указом Президента Республики Казахстан от 13 октября 2008 года № 669 «О некоторых мерах по обеспечению конкурентоспособности и устойчивости национальной экономики» создано акционерное общество «Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына» (АО «Самрук-Казына»), которое владеет и управляет нацио-

СПРАВОЧНО

Единственным акционером АО «Самрук-Казына» является Правительство Республики Казахстан. В группу компаний АО «Самрук-Казына» входят предприятия нефтегазового, горно-металлургического и транспортно-логистического секторов, химического и атомной промышленности, энергетики (АО «KEGOC», АО «Самрук-Энерго») и недвижимости.



нальными компаниями в различных отраслях экономики, включая энергетическую сферу, телекоммуникации, транспорт и национальные институты развития.

Единая электроэнергетическая система Республики Казахстан

Единая электроэнергетическая система Республики Казахстан (ЕЭС РК) условно разделена на три зоны – Северную, Южную и Западную – и представляет собой комплекс электрических станций, линий электропередачи и подстанций, обеспечивающих надежное и качественное энергоснабжение потребителей республики.

Электростанции делятся на три категории: национального значения, промышленного назначения и регионального значения.

К первой относятся крупные ТЭС, обеспечивающие выработку и продажу электроэнергии потребителям на оптовом рынке электроэнергии Казахстана, а также ГЭС большой мощности, используемые дополни-

тельно и для регулирования графика нагрузки ЕЭС РК. Ко второй категории относятся собственные газотурбинные электростанции предприятий нефтегазового сектора, а также ТЭЦ с комбинированным производством электрической и тепловой энергии, которые служат для электро-, теплоснабжения крупных промышленных предприятий и близлежащих населенных пунктов. Третья категория – ТЭЦ, интегрированные с территориями, реализующие электроэнергию через сети региональных электросетевых компаний и энергопередающих организаций, а также обеспечивающие теплоснабжение близлежащих городов.

Электрические сети республики представлены подстанциями, распределительными устройствами и соединяющими их ЛЭП напряжением 0,4–1150 кВ, предназначенными для передачи и (или) распределения электроэнергии. Роль системообразующей сети в ЕЭС РК выполняет Национальная электрическая сеть (НЭС), в состав которой входят ВЛ и ПС напряжением 220, 500, 1150 кВ, а также подстанции, распределительные устройства, меж-

СПРАВОЧНО

В рамках регулирования естественных монополий в Казахстане устанавливаются тарифы на следующие услуги в сфере энергетики:

- передача и/или распределение электрической энергии;
- производство, передача, распределение и/или снабжение тепловой энергией;
- техническая диспетчеризация отпуска в сеть и потребления электроэнергии;
- организация балансирования производства-потребления электроэнергии.



Аксукая ГРЭС

региональные и (или) межгосударственные ЛЭП.

Передачу электроэнергии осуществляют 19 региональных и 127 небольших энергетических компаний, контролирующих электросети регионального уровня напряжением 0,4–220 кВ. Системным оператором и оператором магистральных электросетей является АО «KEGOC», созданное постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 сентября 1996 года № 1188 «О некоторых мерах по структурной перестройке управления энергетической системой Республики Казахстан». В частности, компания обеспечивает:

- оказание системных услуг по передаче электроэнергии по НЭС, технической диспетчеризации, организации балансирования производства-потребления электроэнергии;
- эксплуатационное обслуживание оборудования НЭС;
- организацию функционирования балансирующего рынка электроэнергии в режиме реального времени и рынка системных и вспомогательных услуг;
- взаимодействие с энергосистемами сопредельных государств по

управлению и обеспечению устойчивости режимов параллельной работы;

- регулирование и резервирование электрической мощности;
- централизованное оперативно-диспетчерское управление ЕЭС РК и др.

Рынок электрической энергии и мощности

Электроэнергетический рынок в Казахстане имеет два уровня – оптовый рынок электрической энергии и мощности, функционирующий в рамках ЕЭС РК, и локальные розничные рынки электроэнергии.

В результате проведенной в 1996 году либерализации отрасли с разделением видов деятельности в электроэнергетике на конкурентные (производство и сбыт) и монопольные (передача и распределение) в Казахстане был сформирован оптовый рынок электроэнергии двусторонних контрактов, на котором конкурентная торговля осуществляется как децентрализованно, так и централизованно через электронную торговую систему АО «КОРЭМ».

В целях привлечения инвестиций в 2009 году вместо конкурентного ценообразования была введена система предельных тарифов «в обмен на инвестиции», устанавливаемых для энергопроизводящих организаций на срок 7 лет с учетом объема инвестиций, необходимых для их реконструкции и модернизации.

С 1 января 2019 года в Казахстане введен рынок (субрынок) мощности, призванный повысить инвестиционную привлекательность отрасли через обеспечение долгосрочных гарантий для инвесторов, развивающих генерирующие мощности.

Структура оптового рынка электроэнергии Республики Казахстан включает:

1) **децентрализованный рынок купли-продажи электроэнергии**, функционирующий на основе заключаемых его участниками договоров купли-продажи электроэнергии по ценам и условиям поставки, устанавливаемым соглашением сторон (электростанции могут заключать контракты на куплю-продажу электроэнергии напрямую с оптовыми потребителями);

2) **рынок централизованной торговли электроэнергией** – организованную торговую площадку для купли-продажи электроэнергии на краткосрочный (спотовые торги электрической энергией за день вперед и в течение операционных суток), среднесрочный (неделя, месяц) и долгосрочный (квартал, год) периоды (торговля электроэнергией на единой площадке с целью заключения контрактов на куплю-продажу);

3) **балансирующий рынок электроэнергии (БРЭ)** для финансового урегулирования почасовых дисбалансов, возникающих в операционные сутки между фактическими величинами производства-потребления электроэнергии в энергосистеме и договорными, утвержденными системным оператором в суточном графике производства-потребления (регулирование системным оператором отклонений фактических объемов поставки и потребления электроэнергии от плановых в режиме реального времени);

4) **рынок системных и вспомогательных услуг**, которые могут как приобретаться у субъектов оптового рынка электроэнергии, так и оказываться им системным оператором для обеспечения показателей надежности работы ЕЭС РК и качества элект

СПРАВОЧНО

1 июля 2023 года в Казахстане балансирующий рынок электроэнергии переведен из имитационного режима работы (действовал более 15 лет) в режим реального времени. Участниками балансирующего рынка являются все субъекты оптового рынка электроэнергии.

Цели функционирования балансирующего рынка:

- «адресная» финансовая ответственность субъектов за свои дисбалансы в ЕЭС РК;
- физическое и последующее финансовое урегулирование дисбалансов;
- стимулирование субъектов к участию в урегулировании дисбалансов;
- формирование заинтересованности субъектов в установке АСКУЭ.



Схема покупки-продажи электроэнергии единым закупщиком:

ЭПО – энергопроизводящие организации; ЭСО – энергоснабжающие организации; РЭК – региональные электросетевые компании; ЕЗ – единый закупщик электроэнергии



Экибастузская ГРЭС-1

плановых объемов электроэнергии, а любые отклонения от суточного графика (дисбалансы) должны быть финансово урегулированы на балансирующем рынке.

Заключение

В настоящее время энергетический сектор Казахстана активно развивается. Для обеспечения надежного энергоснабжения экономики и населения страны в ближайшие годы предусматриваются поэтапный ввод новых мощностей и модернизация существующих электрических станций.

Страна стремится к устойчивому развитию энергетики, совершенствуя национальное законодательство, внедряя цифровые технологии, увеличивая долю ВИЭ и планируя построить атомную электростанцию. 6 октября 2024 года в Казахстане состоялся референдум, на котором население высказалось за строительство первой в стране АЭС.

Опыт Казахстана может быть интересен Беларуси и использован при создании в республике оптового рынка электрической энергии, реализации задач по формированию объединенного рынка электроэнергии Союзного государства, а также общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза.

трической энергии, установленных государственными стандартами;

5) **рынок мощности**, обеспечивающий в среднесрочной и долгосрочной перспективах наличие в ЕЭС РК достаточного количества действующих генерирующих мощностей для покрытия всего потребления электроэнергии в системе в любое время (включая резервы).

К субъектам оптового рынка электроэнергии относятся юридические лица, включенные в перечень, формируемый системным оператором – АО «КЕГОС»:

- энергопроизводящие организации, в том числе использующие ВИЭ, вторичные энергоресурсы, энергетическую утилизацию отходов;
- энергопередающие организации;
- энергоснабжающие организации;

- оптовые потребители электроэнергии;

- цифровые майнеры.

Субъектами оптового рынка электрической энергии также являются системный оператор, оператор рынка централизованной торговли и единый закупщик электроэнергии.

С 1 июля 2023 года вступили в силу изменения в Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике», которые предусматривают, что вся электрическая энергия, выработанная энергопроизводящими организациями (за исключением произведенной организациями и продаваемой потребителям, входящим в одну группу лиц), продается единому закупщику электрической энергии.

Функционирование единого закупщика предусматривает куплю-продажу

В.В. САРАНЦЕВ,
к.т.н., доцент, директор филиала
«Учебный центр подготовки,
повышения квалификации и
переподготовки кадров энергетики»
РУП «Минскэнерго»



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



ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебные центры энергоснабжающих организаций – неотъемлемая часть эффективно функционирующей отраслевой системы непрерывного профессионального обучения кадров энергетики. На сегодняшний день в системе образования ГПО «Белэнерго» порядка 25 тысяч работников энергосистемы и сторонних организаций прошли обучение по программам дополнительного образования взрослых. Важным направлением работы является подготовка персонала в области обеспечения пожарной безопасности. Учебным центром подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров энергетики РУП «Минскэнерго» разработан и реализуется ряд программ по программно-техническому минимуму и другим вопросам обеспечения пожарной безопасности.

Курсы целевого назначения по пожарно-техническому минимуму

В соответствии с постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 декабря 2021 года № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности» Учебным центром подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров энергетики РУП «Минскэнерго» (далее – Учебный центр) разработаны и реализуются шесть учебных программ курсов целевого назначения по пожарно-техническому минимуму (ПТМ) для следующих групп персонала:

- для работников, ответственных за пожарную безопасность субъекта хозяйствования (его структурных подразделений), работников, на которых возложены обязанности по проведению

противопожарного инструктажа, членов пожарно-технических комиссий (ПТК);

- для работников, ответственных за подготовку и (или) проведение огневых работ, исполнителей огневых работ;

- для работников, работа по должности служащего (профессии рабочего) которых связана с хранением, перемещением, применением горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей, взрывоопасных пылей, твердых легковоспламеняющихся веществ и материалов;

- для членов пожарных дружин, не обеспеченных пожарной автоцистерной или иной приспособленной для тушения пожаров техникой;

- для работников, ответственных за пожарную безопасность субъекта хозяйствования (его структурных подразделений), работников, на которых

возложены обязанности по проведению противопожарного инструктажа, членов ПТК и работников, являющихся членами пожарных дружин, не обеспеченных пожарной автоцистерной или иной приспособленной для тушения пожаров техникой.

В процессе обучения слушатели на практике получают навыки применения первичных средств пожаротушения, например ручных огнетушителей, для локализации искусственного возгорания. С целью экономии средств в этих случаях используются огнетушители с истекающим сроком перезарядки (рис. 1). Практические занятия также предусматривают обучение действиям при эвакуации, возникновении пожаров и задымлений.

К участию в процессе обучения привлекаются специалисты, прошедшие курсы повышения квалификации по направлению «Обеспечение пожарной безопасности» или имеющие высшее образование по данному профилю. Это способствует эффективности практических занятий. Динамика количества обученных по программам ПТМ в Учебном центре за последние три года представлена на рисунке 2.

СПРАВОЧНО

Филиал «Учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров энергетики» РУП «Минскэнерго» после присоединения к нему ГУО «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов энергетики» выполняет функции по обеспечению потребностей в обучении персонала РУП «Минскэнерго», организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», а также сторонних организаций.



Рис. 1. Практические занятия по применению первичных средств пожаротушения

Программы повышения квалификации

В целях повышения квалификации руководящих работников и специалистов в области обеспечения пожарной безопасности Учебным центром разработаны и реализуются две программы дополнительного образования взрослых по темам:

- контроль качества технического состояния пожарной автоматики (ПА) на энергетических предприятиях (с 2016 года);
- обеспечение пожарной безопасности в организациях энергетики (с 2020 года).

Обе программы рассчитаны на одну неделю, объем каждой составляет 36 часов.

В соответствии с требованиями Закона Республики Беларусь «О лицензировании» от 14 октября 2022 года № 213-З и другими документами право Учебного центра на реализацию

данных образовательных программ подтверждено специальным разрешением (лицензией), а также государственной аккредитацией по профилю образования «Службы», направлениям образования «Охрана труда» и «Службы безопасности».

Программа курсов повышения квалификации «**Организация работ по обеспечению пожарной безопасности в организациях ГПО «Белэнерго»**» разработана для обучения лиц, ответственных за пожарную безопасность. Программой предусмотрено изучение не только законодательства Республики Беларусь и локальных документов ГПО «Белэнерго» в области обеспечения пожарной безопасности, но и устройства и особенностей эксплуатации электрооборудования электростанций, подстанций и электросетей, а также теплоэнергетического оборудования ТЭЦ и тепловых сетей в пожароопасных зонах.

К преподаванию привлекаются высококвалифицированные работники организаций ГПО «Белэнерго» из числа бывших работников МЧС, а также сотрудники энергетического факультета БНТУ и Минского государственного энергетического колледжа.

Основная цель Программы курсов повышения квалификации «**Контроль качества технического состояния пожарной автоматики на энергетических предприятиях**» – информировать о требованиях действующего законодательства Республики Беларусь и локальных документов ГПО «Белэнерго» в области обеспечения пожарной безопасности, а также об устройстве и правильной эксплуатации систем ПА. При этом большое внимание уделяется рассмотрению вопросов монтажа, наладки, технического обслуживания и ремонта систем ПА.

В качестве лекторов приглашаются высококвалифицированные работ-

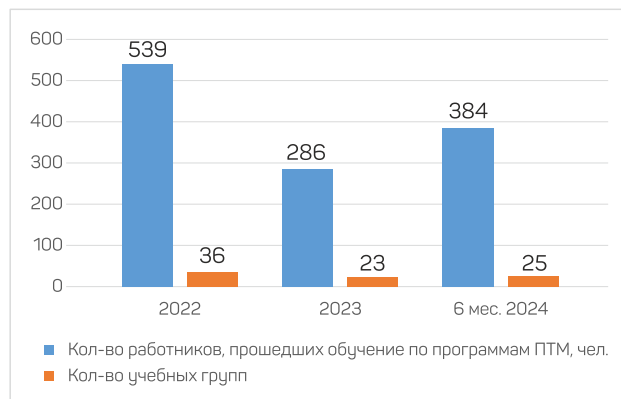


Рис. 2. Количество работников филиалов РУП «Минскэнерго», прошедших обучение по программам ПТМ в Учебном центре за период 2022 – 1-е полугодие 2024 года



Рис. 3. Проведение конкурса профессионального мастерства среди инженеров по охране труда и пожарной безопасности на базе Учебного центра в 2023 году



Рис. 4. Занятия с использованием учебно-наглядного стенда по отработке навыков в области пожарной безопасности

ники организаций ГПО «Белэнерго» (из числа бывших работников МЧС), ОАО «Белэнергосвязь», преподаватели приборостроительного факультета БНТУ.

Немаловажным фактором эффективности обучения является закрепление полученных знаний на практике. Поэтому в ГПО «Белэнерго» на системной основе проводятся такие мероприятия, как проверка знаний и конкурсы профессионального мастерства, включающие этапы по пожаротушению (рис. 3). Основные задачи таких мероприятий – популяризация современных и эффективных форм и методов работы в сфере пожарной безопасности и охраны труда, повышение уровня профилактики пожаров на объектах организаций ГПО «Белэнерго».

С целью практического изучения программ дополнительного образования взрослых по обеспечению пожарной безопасности был изготовлен учебно-наглядный стенд, позволяющий смоделировать пожар, неисправность шлейфа речевого оповещения, дымового пожарного шлейфа и шлейфов световых табло, а также

неисправность вызывного устройства и вызывной панели (рис. 4).

На стенде слушатели отрабатывают навыки проведения следующих мероприятий:

- внешний осмотр систем ПА и их элементов на предмет повреждений;
- проверка работоспособности и срабатывания систем ПА и их элементов;
- устранение выявленных недостатков в настройке и работе систем ПА;
- профилактические работы в объеме чистки систем пожарной сигнализации и систем оповещения о пожаре.

Заключение

Обеспечение пожарной безопасности является важным элементом безопасного функционирования любого предприятия. В соответствии с Директивой № 1 в организациях ГПО «Белэнерго» на постоянной основе реализуется комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, при этом пристальное внимание уделяется подготовке пер-

сонала в этой области. В частности, в отраслевой системе непрерывного профессионального обучения кадров энергетики востребован ряд образовательных программ, направленных на повышение квалификации руководящих работников и специалистов по обеспечению пожарной безопасности.

Пути совершенствования учебного процесса были определены в ходе семинара-совещания «Положительные аспекты организации работы по техническому обслуживанию систем пожарной автоматики и контролю качества технического обслуживания. Проблемные вопросы, пути решения», который состоялся в г. Витебске 8–9 августа текущего года. Одним из приоритетных направлений станет разработка учебных тренажеров, основанных на технологиях виртуальной и дополненной реальности, для отработки навыков персонала, обеспечивающего пожарную безопасность. Тренажеры также планируется активно использовать при проведении курсов профессионального мастерства и в профориентационной работе с учащимися и студентами.



TKP 458-2023 (33240) Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей



ПРАВИЛА по охране труда при холодной обработке металлов

Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства промышленности Республики Беларусь 25.04.2024 № 24/11.

Введены в действие 30 июля 2024 г.



ИНСТРУКЦИЯ о порядке проведения обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих

Утверждена постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 29.07.2019 № 74



ПРАВИЛА расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15.01.2004 № 30 (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 16.01.2024 № 36)

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно в ЭИС «Энергодокмент» energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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



В.П. СЕМИЧ,
инженер

О КОНЦЕПЦИИ «НУЛЕВОЙ ТРАВМАТИЗМ» В КОНТЕКСТЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И ПРАКТИКИ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

В статье приведены основные НПА, устанавливающие принципы государственной политики и регулирующие требования в области охраны труда в Республике Беларусь, рассмотрены «золотые правила» концепции «Нулевой травматизм» (Vision Zero) в контексте действующего законодательства, а также уточнены отличия в проведении таких мероприятий, как День охраны труда и Неделя нулевого травматизма.

В настоящее время вопросы контроля за исполнением требований и принятием мер по устранению выявляемых нарушений в сфере охраны труда (ОТ) регламентируются следующими документами:

- Указ Президента Республики Беларусь от 6 мая 2010 г. № 240 «Об осуществлении общественного контроля профессиональными союзами»;
- Типовое положение о службе охраны труда организации, утвержденное постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 сентября 2013 г. № 98;
- Примерное положение об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности, утвержденное постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15 июля 2016 г. № 37;
- Инструкция о порядке осуществления контроля за соблюдением работниками требований по охране труда в организации и структурных подразделениях, утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 15 мая 2020 г. № 51.

Кроме того, в целом ряде других НПА регламентируется порядок осуществления контроля за соблюдением требований по ОТ.

Исходя из совокупности установленных требований в организациях должны осуществляться следующие виды контроля:

- оперативный контроль непосредственных руководителей работ и других должностных лиц;
- совместный контроль, осуществляемый представителями нанимателя и представителями профсоюзов;
- контроль, осуществляемый службой ОТ и другими контролирующими службами нанимателя;
- производственный контроль в области промышленной безопасности;
- производственный контроль за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-эпидемических и профилактических мероприятий;
- производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности;
- общественный контроль профсоюзов.

Организации, внедрившие системы управления охраной труда (СУОТ) в соответствии с СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению» либо ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требо-

вания», должны проводить аудиты функционирования СУОТ, а также мониторинги по вопросам ОТ.

Результаты всех видов контроля, аудитов и мониторингов должны соответствующим образом документироваться. Проведение таких мероприятий может рассматриваться на производственных совещаниях, а также в рамках Дней охраны труда, которые могут совмещаться с совещаниями и Днями качества. Особого внимания требует такое мероприятие, как Неделя нулевого травматизма.

Напомним, что концепция «Нулевой травматизм» (Vision Zero) была разработана Международной ассоциацией социального обеспечения (МАСО) и представлена в Сингапуре 4 сентября 2017 года на XXI Всемирном конгрессе по безопасности и гигиене труда. Главной задачей концепции является организация профилактической работы, объединяющей три направления: безопасность, гигиену труда и благополучие работников на всех уровнях производства.

Концепция предлагает семь «золотых правил», реализация которых способствует снижению показателей производственного травматизма и профессиональной заболеваемости:

1. Стать лидером – показать приверженность принципам.

2. Выявлять угрозы – контролировать риски.

3. Определять цели – разрабатывать программы.

4. Создать систему безопасности и гигиены труда – достичь высокого уровня организации.

5. Обеспечивать безопасность и гигиену труда на рабочих местах при работе со станками и оборудованием.

6. Повышать квалификацию – развивать профессиональные навыки.

7. Инвестировать в кадры – мотивировать посредством участия.

Очевидно, что для Республики Беларусь в этих правилах не содержится что-то ранее неизвестное и принципиально новое. Согласно Закону Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. № 356-З (в редакции от 12 июля 2013 года № 61-З) «Об охране труда» государственная политика, в частности, предусматривает:

- приоритет сохранения жизни и здоровья работающих по отношению к результатам производственной деятельности;
- ответственность работодателя за создание здоровых и безопасных условий труда;

- использование экономических методов управления ОТ;

- информирование и обучение работающих по вопросам ОТ;

- сотрудничество работодателей и работающих.

В статьях Закона «Об охране труда», а также в других НПА перечисленные принципы государственной политики получили детальное развитие – путем установления обязанностей и ответственности как работодателей, так и работников по конкретным аспектам деятельности по ОТ. К числу таких обязанностей относятся создание СУОТ, обеспечение безопасности производственных процессов и оборудования, зданий и сооружений, транспортных средств, проведение обучения и медицинских осмотров работников и др.

Таким образом, действующее законодательство Республики Беларусь не только создает все предпосылки для выполнения семи «золотых правил», но и устанавливает требования по воплощению их в жизнь. Поэтому концепция «Нулевой травматизм» для Республики Беларусь не может рассматриваться как качественно новый подход в работе по ОТ, как и проведение Недель нулевого

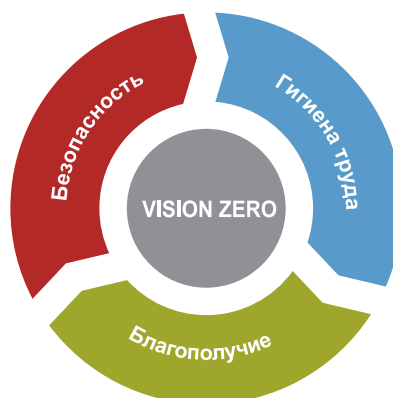
травматизма, – ведь проведение Дней охраны труда давно вошло в практику работы подавляющего большинства организаций.

Присоединение к концепции «Нулевой травматизм» не вносит коренных изменений в деятельность по ОТ и поэтому для организаций Республики Беларусь не представляет какой-либо проблемы, являясь естественным продолжением уже имеющихся практик. Это отражается и в соответствующих документах.

Так, о поддержке разработанной МАСО концепции «Нулевой травматизм» и ее семи «золотых правил» заявлено в Генеральном соглашении между Правительством Республики Беларусь, республиканскими объединениями нанимателей и профсоюзов на 2019–2021 годы (продлено на 2022–2024 годы). Стороны соглашения договорились считать дату подписания соглашения стартом кампании в поддержку концепции в Республике Беларусь и будут способствовать применению в организациях ее принципов, в том числе принимая на себя обязательство использовать имеющиеся возможности для информационного обеспечения кампании. Стороны также



«Vision Zero»
ИЛИ
«Нулевой травматизм»
качественно новый подход к организации профилактики, объединяющий три направления – **безопасность**, **гигиену труда** и **благополучие работников** на всех уровнях производства





призывают организации применять принципы Концепции в рамках политики по обеспечению ОТ и декларировать свою поддержку концепции посредством онлайн-регистрации на интернет-сайте visionzero.global.

Согласно Государственной программе «Рынок труда и содействие занятости» на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2020 г. № 777, проведение мероприятия «Неделя нулевого травматизма» в 2024–2025 годах предусмотрено не менее одного раза в квартал (п. 17 приложения 7).

Представление отчета о количестве проведенных мероприятий «Неделя нулевого травматизма» регламентируется приложением 6 к постановлению Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2023 г. № 45 «О ведомственной отчетности на 2024 год», а в приложении 7 к постановлению содержатся указания по составлению такой отчетности. Соответствующую форму обязаны представить исполнители мероприятий названной выше госпрограммы. Согласно пункту 2 указаний под исполнителями мероприятий понимаются организации:

- подчиненные республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, либо входящие в их состав (систему);
- подчиненные местным исполнительным и распорядительным органам;
- без ведомственной подчиненности с численностью 16 человек и более (за исключением товариществ,

профсоюзных организаций, фондов, общин, общественных объединений, ассоциаций, кооперативов, стоянок).

В свою очередь, согласно статье 24.11 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях (КоАП) непредставление должностным или иным уполномоченным лицом или индивидуальным предпринимателем в установленные сроки документов, отчетов, сведений или иных материалов в случаях, когда обязанность их представления предусмотрена законодательными актами, либо представление таких документов, отчетов, сведений или иных материалов, содержащих заведомо недостоверные сведения, влекут наложение штрафа в размере до 20 базовых величин.

Учитывая всю совокупность мероприятий, проводимых в обязательном порядке согласно законодательству, естественным образом возникает вопрос, как сделать их максимально эффективными, исключить дублирование при их проведении и в то же время минимизировать отвлечение соответствующих руководителей и специалистов от выполнения их прямых обязанностей по осуществлению производственной деятельности.

Естественно, что перечисленные мероприятия должны быть предусмотрены в СУОТ, разработка которой обязательна в силу требования статьи 17 Закона «Об охране труда». Именно в СУОТ определяется порядок проведения Дней охраны труда и Недели нулевого травматизма в организации. При этом следует учитывать, что между данными мероприятиями имеется существенное отличие.

Дни охраны труда проводятся, как правило, по результатам ежеквартального контроля за соблюдением требований по ОТ. На практике сложились разные формы их проведения. В одних организациях в эти дни подводятся итоги проделанной работы по ОТ за период после предыдущего Дня охраны труда и принимаются соответствующие решения, которые могут оформляться в виде приказа. В других – рассматриваются итоги проверок состояния ОТ, проведенных накануне силами всех контролирующих служб организации. (В одной известной автору организации Дни охраны труда по сложившейся традиции проводились по четвергам и были окрещены работниками «чи-

стым четвергом».) Возможна и такая форма мероприятия: руководителем организации совместно с другими руководителями и специалистами проводится ежеквартальный контроль работы по ОТ в нескольких подразделениях, а затем всесторонне рассматриваются его результаты. При этом отмечаются как положительные стороны этой работы, так и недостатки.

Проведение Недели нулевого травматизма также связано с проверкой состояния работы по ОТ и осуществлением мер по предупреждению травматизма. Главное отличие – при проведении Недели нулевого травматизма должно быть установлено, как в организации реализуются «золотые правила». Именно с этой точки зрения должно оцениваться состояние работы по ОТ, так как «золотые правила», лежащие в основе концепции, являются тем инструментарием, который, по мнению ее создателей, и позволяет работать без травматизма.



И, наконец, еще одно соображение.

Безусловно, наличие травматизма в организации говорит о явных недостатках в работе по ОТ. В то же время отсутствие травматизма не является прямым свидетельством того, что такая работа налажена надлежащим образом. Известно немало примеров, когда работа по ОТ в организации практически не велась, но, к счастью, в ней на протяжении длительного времени не было несчастных случаев на производстве. Поэтому отсутствие производственных травм в период Недели нулевого травматизма, как и в любой другой период, не должно порождать самоуспокоенности у руководителей и персонала организации.

В.А. ГОНЧАР,
начальник сектора
психологического обеспечения
филиала «Учебный центр
РУП «Гродноэнерго»



ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦЕЛЕВОГО ИНСТРУКТАЖА ПРИ ДОПУСКЕ ПЕРСОНАЛА К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

В процедуре проведения целевого инструктажа при допуске персонала к производству работ в электроустановках на первый план обычно выходит необходимость донести до работника максимально полную информацию об опасных условиях труда, нормах поведения в опасных ситуациях, способах предотвращения травм, правилах первой помощи пострадавшим. С психологической же точки зрения проведение целевого инструктажа требует не только информирования, но и воспитания и формирования безопасного поведения работника.

Инструктаж имеет свой особый формат, сценарий, требует определенных навыков проведения. Психологический подход предполагает перенос смыслового акцента с говорящего на инструктируемого, позволяет уйти от формализма и вовлечь подчиненного уже на стадии инструктажа в серьезную работу по профилактике нарушений и травматизма, преодолеть внутреннюю пассивность работников и сделать их активными в освоении приемов безопасности.

Психологический подход при проведении инструктажа

Как правило, большинство работников, считая себя здравомыслящими и состоявшимися людьми, уверены в том, что несчастные случаи происходят с другими – незрелыми личностями, неудачниками, к которым они себя не причисляют. Это, в сущности, иррациональное убеждение имеет защитную психологическую природу – оно сохраняет активную позицию человека, но вместе с тем снижает мотивацию к изучению правил безопасности. И это убеждение инструктору нужно

преодолеть за то время, которое отведено на инструктаж.

У инструктируемого необходимо активировать чувство самосохранения и мотивировать его на обеспечение своей безопасности. Важно добиться, чтобы человек самостоятельно сформулировал мысль, что главную опасность представляет он сам – его несовершенные органы чувств, которым он привык доверять, и неправильные действия, которые он выполняет по привычке. Ключ к решению проблемы – это личный самоконтроль и осознанное следование правилам.

Многие специалисты могут заметить: «Но мы ведь и так работникам говорим: правила, правила и еще раз правила». Но внушать человеку какие-то истины, если он не готов к их восприятию, бессмысленно. По-настоящему он воспримет их, когда сам столкнется со сложной ситуацией или почувствует возможную опасность для себя. Демонстрацию этого тезиса и должен организовать инструктор за то короткое время, что у него есть. Только лично допуская ошибки в процессе обучения (инструктажа), работник соглашается с тем, что может совершить их и в процессе производственной дея-

тельности, и осознает, что он обязан быть предусмотрительным и осторожным.

Таким образом, инструктаж по охране труда с применением элементов психологического воздействия переводит процедуру информирования работника об условиях и правилах работы в опасных условиях в эффективное формирование осознанного безопасного поведения.

Различия между обычным и психологически действенным инструктажем приведены в таблице.

Цель эффективного инструктажа – не «проговорить» материал, ничего не забыв, а изменить неконструктивные установки человека («Со мной ничего не случится», «Мои навыки и мой опыт меня не подведут»), создать мотивацию к самоконтролю, обострить бдительность и осторожность.

Самый надежный инструмент активизации внимания – парадоксальность. Чтобы «выдернуть» человека из состояния полуавтоматического реагирования, необходимо привлечь его внимание к чему-то необычному. Например, инструктор может применять прием намеренной «дискредитации» органов чувств: демонстрировать иллюзорность размеров, расстояний,

Различия между обычным и психологически действенным инструктажем

Основание для сравнения	Вид инструктажа	
	обычный	психологически действенный
Цель	Информирование инструктируемых (передача информации в виде монолога)	Формирование профессионального образа действий с помощью слова (слово – инструмент воздействия на сознание инструктируемого)
Метод	Привлечение внимания	Управление вниманием (привлечение, удерживание, переключение) с помощью различных приемов
Позиция инструктируемого	Пассивное слушание	Активное участие в беседе как результат целенаправленных действий инструктора (обсуждение вопросов, вызывающих интерес, заставляющих включиться в диалог и осознать информацию, самостоятельно дать ей оценку)
Эмоциональный фон	Негативный: закрепление информации с помощью обзора несчастных случаев (отрицательное подкрепление)	Позитивный: закрепление информации о контроле рисков, формирование мотивации на их активное распознавание и предупреждение ошибок (положительное подкрепление)
Обстановка	Стандартная «кабинетная» (предполагает бессознательные защитные реакции)	Насыщенная необычными, яркими образами, вызывающими ориентировочный рефлекс (способствует снижению барьеров восприятия, критичности)

предлагать работникам оценить свои психические способности. Зафиксировав ошибки, которые при этом неизбежно совершает инструктируемый, инструктор приводит примеры несчастных случаев, причиной которых стали именно такие ошибки. Надо убедительно подвести работника к мысли, что в каждом случае он сам мог быть на месте пострадавшего: ведь он допустил точно такую же ошибку.

Правильное оформление кабинета для проведения инструктажа существенно облегчает инструктору задачу. Например, для этой цели могут быть разработаны предостерегающие плакаты с использованием зрительных иллюзий, которые «показательно» обманывают нас, создавая впечатление движения там, где его нет, уменьшая размер по сравнению с реальным, искажая форму, относительное положение. В центр такого плаката может быть помещен текст с профессиональным слоганом – алгоритмом электробезопасности («ОТКЛЮЧИ – ПРОВЕРЬ – ЗАЗЕМЛИ»), акронимом (аббревиатурой информации, важной для запоминания) и т.п. Предостерегающие плакаты-иллюзии обычно заинтересовывают, понижают контроль сознания, вводят в состояние сниженной критичности, которое наиболее благоприятно для разного рода внушающих воздействий: в условиях пониженных барьеров восприятия не-

обходимые «формулы» безопасного поведения прочно запоминаются.

Инструктаж предпочтительнее проводить не в форме монолога, когда один говорит, а остальные только слушают, а в форме диалога. Вопросы сами по себе провоцируют активность – даже самые простые. Что вы видите на плакате? Что ощущаете, входя в машинный зал? Страшно ли вам, когда вы слышите отовсюду грохот или когда входите в тихое помещение распределительного устройства? Важно помнить, что каждый такой «бесполезный» вопрос активизирует подкорковые структуры мозга, управляющие вниманием, а через них – и все остальные мозговые механизмы, задействованные в контроле поведения. Отвечая на подобные вопросы, инструктируемый выходит из состояния «дремоты реагирования», тонус его активности повышается.

Практические рекомендации

В рамках реализации мероприятий по развитию культуры безопасности на производстве психологами РУП «Гродноэнерго» разработаны практические рекомендации для работы с подчиненным персоналом на тему «Психологические мероприятия по допуску бригады к работе по наряду или распоряжению в действующих

электроустановках». Данные рекомендации приведены ниже.

Психологический аспект организации работы персонала

Чтобы целевой инструктаж при допуске персонала к производству работ в электроустановках был психологически действенным, руководитель (инструктор) должен:

- **контролировать психологическое состояние работников.** Прогностически неблагоприятны как беспокойное поведение, суетливость, так и безразличие, вялость, общая скованность, значительное снижение фона настроения работников. Заметив подобное состояние у подчиненного, руководитель должен оказать ему всестороннюю поддержку и по возможности временно отстранить от выполнения ответственной и травмоопасной работы;

- **помнить, что формальный подход к проведению инструктажа приводит к формальному отношению персонала** к выполнению работы и соблюдению требований личной безопасности. Любые работы в действующих электроустановках, как и проведение инструктажей по охране труда, требуют серьезного отношения, понимания их важности, учета всех правил и требований;

- **уверенно владеть всем объемом информации о предстоящей работе,** чтобы избежать суеты и неорганизованности. Рабочие быстро распознают нерешительность, отсутствие четких знаний и распоряжений, что ведет к плохому усвоению информации;

- **быть авторитетным лидером, на собственном примере демонстрировать безопасное поведение** при производстве работ. Прогностически неблагоприятным фактором является фамильярность, отсутствие субординации;

- **создавать атмосферу поддержки и взаимопомощи** в своей бригаде, формировать установку на четкое соблюдение правил охраны труда.

Психологические мероприятия, проводимые при допуске бригады к работе по наряду или распоряжению.

Начинать целевой инструктаж можно только тогда, когда **установлен**



должный порядок и внимание всего персонала привлечено к предмету инструктажа. Если рабочие несобранны, чем-то обеспокоены, взбудоражены, чтобы настроить их на работу и установить дисциплину, можно применить специальные психологические приемы:

- попробуйте помолчать, внезапно остановитесь на полуслове и дождитесь тишины;
- подойдите к разговаривающему и молча встаньте около него;
- попытайтесь установить контакт с нарушителем дисциплины с помощью строгого взгляда, кивка головой;
- попробуйте понизить голос – рабочим придется напрягать слух, чтобы услышать ваши слова.

Необходимо организовать инструктаж таким образом, чтобы у персонала была **возможность обратиться к инструктору с вопросом и получить ответ:**

- проводите инструктаж в форме диалога, отвечая на все вопросы работников;
- при разговоре старайтесь периодически смотреть на инструктируемых. Один из важнейших элементов взаимодействия с персоналом – непосредственный контакт;
- не проводите инструктаж в форме лекции и тем более простого зачитывания инструкций – это снижает интерес и внимание.

Руководителю необходимо **постоянно владеть вниманием персонала**, все работники должны находиться в поле его зрения:

- перед началом инструктажа проведите контроль уровня внимания работников. Например, задайте общие вопросы по любым аспектам требований

охраны труда и техники безопасности. Пусть вопросы будут спонтанными, неожиданными для рабочих. Быстро переходите от вопросов к ответам. Это поможет активизировать внимание людей и сосредоточить его на работе;

- при проведении инструктажа целесообразно нумеровать части излагаемой информации: во-первых, во-вторых и т.д. Пункты, которые необходимо запомнить, следует предварять словами «Итак...», «Теперь подведем итог...» и т.д. Любые незапланированные жесты и движения, нестандартные речевые приемы активизируют внимание персонала;
- концентрируйте внимание инструктируемых путем использования обратной связи. Например, после проведения инструктажа попросите работника выборочно повторить основные задачи и команды, которые он получил, объяснить, что и как он понял.

Инструктору необходимо учитывать **закономерности функционирования памяти:**

- лучше всего запоминается информация, полученная в начале и в конце сообщения («эффект края»);
- с течением времени (около 2 часов) в памяти у человека остается около 20–30 % от всего объема полученной информации. Поэтому при длительном производстве работ руководителю необходимо периодически повторять значимые условия и задачи.

Для качественного усвоения и запоминания инструкции большое значение имеет **характер речи инструктора**. Она должна быть структурированной, четкой, не перегруженной второстепенными деталями, темп речи должен быть оптимальным для восприятия.

Следует понимать, что **каждый рабочий имеет свой уровень способностей**. Только терпение и личный пример помогут подчиненным соблюдать порядок, активно бороться с помехами, отвлекающими от работы, и не совершать опасных действий.

Психологические мероприятия по допуску бригады к работе можно признать эффективными, если работники:

- услышали все то, что им объясняли;
- поняли то, что им объясняли;
- согласились с тем, что услышали;
- запомнили то, что услышали.

Руководителю следует выполнять данные психологические рекомендации в работе с подчиненным персоналом, а также довести их до сведения допускающего и производителя работ своей бригады.

Выводы

Эффективный, психологически действенный целевой инструктаж перед выполнением опасных работ играет значимую роль в обеспечении безопасности труда.

Инструктаж, проведенный формально, не выполняет главного своего назначения: не предотвращает травматизма. Инструктаж с применением элементов психологического воздействия переводит формальную процедуру доведения до сведения работника о правилах работы в опасных условиях в эффективное экспресс-воспитание осмотрительного и осторожного поведения.

Главная цель инструктажа – управление безопасным поведением работников и, как следствие, профилактика несчастных случаев и повышение надежности человеческого фактора в опасном производстве.

Список литературы

1. Васильева, И.И. Инструктаж: сместите акценты / И.И. Васильева, И.В. Кружилова // Охрана труда и социальное страхование. – 2009. – № 7. – С. 56–60.
2. Вайнштейн, Л.А. Психология безопасности труда: учеб. пособие / Л.А. Вайнштейн, К.Д. Яшин // Минск: БГУИР, 2019. – 254 с.
3. Психологические мероприятия по допуску бригады к работе по наряду или распоряжению в действующих электроустановках: методические материалы // Гродно: Учебный центр РУП «Гродноэнерго», 2013. – 5 с.

Г.Р. ШИРМА,
начальник сектора
противоаварийного управления
управления электрических
режимов аппарата управления
ГПО «Белэнерго»



ВВЕДЕНЫ НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

С 1 сентября вступил в силу СТП 33240.20.569-24 «Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 15 августа 2024 года № 190. Документ введен взамен одноименного СТП 09110.20.569-07 и обязателен для применения проектными, наладочными и эксплуатирующими организациями объединения.

Новый стандарт ГПО «Белэнерго» устанавливает единые нормы и требования к организации автоматического противоаварийного управления электроэнергетическими режимами в Белорусской энергосистеме, определяет назначение, функции, условия применения, подходы к расчету уставок срабатывания соответствующих функций противоаварийной автоматики (ПА) и основные требования к каналам связи для функционирования ПА.

Актуализация действовавшего ранее СТП 09110.20.569-07 «Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем» вызвана внедрением нового вида ПА – локальной автоматики дозирования управляющих воздействий (ЛАДВ), установленной на Белорусской АЭС.

Управляющие воздействия ЛАДВ реализуются на большинстве объектов Белорусской энергосистемы: от включения пиково-резервных энергоисточников, установленных на таких крупных электростанциях, как Лукомльская и Березовская ГРЭС, ТЭЦ-5 и Новополоцкая ТЭЦ, до ступенчатого отключения нагрузки в каждой из областей.

Необходимость унификации подходов по реализации противоаварийного управления обусловлена также тем, что Белорусская энергосистема работает параллельно с энергосистемами стран СНГ, для которых введен в действие ГОСТ 34045-2023 «Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования». Документ устанавливает общие требования к организации автоматического противоаварийного управления электроэнергетическими режимами энергосистем стран Содружества. В Беларуси стандарт действует с 1 мая 2024 года.

СТП 33240.20.569-24 устанавливает классификацию, назначение, пусковые факторы, подходы к расчету уставок срабатывания и выбору вида управляющего воздействия ПА, реализованной как в соответствующих микропроцессорных терминалах, так и при использовании отдельных функций ПА в микропроцессорных терминалах релейной защиты.

Поскольку пусковые факторы для срабатывания ПА и ее управляющие воздействия могут быть сформированы и реализованы не только непосредственно на энергообъекте, где установлены устройства ПА, но и на смежных или уда-

ленных энергообъектах, в стандарте предусмотрен раздел, устанавливающий основные требования к каналам связи, обеспечивающим передачу команд этих устройств.

Структурно новый стандарт состоит из 8 разделов.

В разделах 1–4 установлена область применения стандарта, приведены используемые в нем нормативные ссылки, термины и определения, обозначения и сокращения.

Раздел 5 описывает общие положения по выбору видов противоаварийной и режимной автоматики, а также взаимосвязь отдельных положений стандарта с иными нормативными документами.

В разделе 6 описано назначение, принципы выбора подходов к расчету уставок срабатывания и управляющих воздействий для конкретного вида ПА. Раздел включает следующие подразделы:

- автоматика предотвращения нарушения устойчивости;
- автоматика ликвидации асинхронного режима;
- автоматика ограничения снижения частоты;
- автоматика ограничения повышения частоты;
- автоматическое ограничение снижения напряжения;
- автоматическое ограничение повышения напряжения;
- автоматика ограничения перегрузки оборудования.

Раздел 7 устанавливает общие технические требования к устройствам и функциям микропроцессорных терминалов, предназначенным для реализации вышеперечисленных видов ПА.

Раздел 8 описывает основные требования к каналам связи для функционирования ПА.

Введение в действие СТП 33240.20.569-24 «Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем» позволит:

- сформировать в Беларуси гармонизированные с российскими подходы к построению структуры противоаварийного управления;
- актуализировать подходы к функционированию существующей ПА с учетом предстоящего отключения межгосударственных линий связи с энергосистемами стран Балтии в феврале 2025 года.

Решение этих задач будет способствовать повышению экономичности и надежности электроснабжения, эффективности работы Белорусской энергосистемы.

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 12.09.2024 № 358

[«О повышении надежности электроснабжения»](#)

Указом предусмотрено строительство в 2024–2026 годах высоковольтной линии 330 кВ Мозырь – Петриков – Микашевичи с реконструкцией ПС 330 кВ «Мозырь» и ПС 330 кВ «Микашевичи» в Гомельской и Брестской областях.

Заказчиком по разработке проектной документации на строительство объекта и по строительству объекта определено РУП «Гомельэнерго», генеральным проектировщиком – РУП «Белэнергосетьпроект», генеральным подрядчиком – ОАО «Западэлектросетьстрой».

Указ направлен на повышение надежности электроснабжения Мозырского энергоузла. Для объекта предусматривается особый порядок строительства.

Указ вступил в силу с 14 сентября 2024 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 01.10.2024 № 384

[«О важнейших показателях и параметрах социально-экономического развития Республики Беларусь на 2025 год»](#)

Указом определены важнейшие показатели и параметры социально-экономического развития Республики Беларусь на 2025 год (к 2024 году):

- ВВП (в сопоставимых ценах) – 104,1 %;
- реальные располагаемые денежные доходы населения, в процентах – 104,0 %;
- инвестиции в основной капитал (в сопоставимых ценах) – 107,8 %;
- экспорт товаров и услуг – 105,4 %.

Указ вступил в силу с 3 октября 2024 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.09.2024 № 689

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2021 г. № 66»](#)

Внесены изменения в постановление Совмина от 02.02.2021 № 66 «О Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы».

Постановление вступило в силу с 26 сентября 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26.09.2024 № 708

[«О возобновлении действия норм постановления Совета Министров Республики Беларусь от 21 октября 2016 г. № 849»](#)

Постановлением возобновляется действие подпунктов 3.1, 3.2, 3.5, 3.8 пункта 3 перечня объектов обязательного подтверждения соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совмина от 21.10.2016 № 849.

Обязательной сертификации будут подлежать:

- бытовые электрические приборы с питанием от сети переменного тока;
- приборы холодильные бытовые: холодильники, морозильники и их комбинации;
- электродуховки (включая интегрированные в кухонные плиты), за исключением переносных и не оснащенных регулируемым терморегулятором (термостатом);
- электрические конфорочные панели (включая интегрированные в кухонные плиты), за исключением переносных;
- машины стиральные;
- лампы с ненаправленным светоизлучением (лампы накаливания, люминесцентные, светодиодные).

Постановление вступает в силу с 3 января 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2024 № 717

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 6 июля 2020 г. № 403 и от 18 сентября 2020 г. № 541»](#)

Внесены изменения:

- 1) в постановление Совмина от 06.07.2020 № 403 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 14 апреля 2020 г. № 127», в том числе в положения:
 - о возмещении гражданам расходов на электроснабжение эксплуатируемого жилищного фонда;
 - о критериях отнесения граждан к малообеспеченным и иным социально уязвимым категориям граждан;
- 2) в пункты 72 и 72¹ перечня документов и (или) сведений, самостоятельно запрашиваемых местными исполнительными и распорядительными органами при осуществлении административных процедур по заявлениям граждан, утвержденного постановлением Совмина от 18.09.2020 № 541.

Постановление вступило в силу с 3 октября 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2024 № 718

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»](#)

Внесены изменения в положения:

- о порядке регистрации потенциально опасных объектов, утвержденное постановлением Совмина от 05.08.2016 № 613;
- о порядке аттестации экспертов в области промышленной безопасности, утвержденное постановлением Совмина от 05.08.2016 № 614.

В частности, установлено, что копии документов, подтверждающих прохождение стажировки (актов экспертизы и (или) донесений) для аттестуемых впервые в заявляемой области аттестации при прохождении претендентом стажировки под руководством должностного лица управления государственного надзора главной военной инспекции Вооруженных Сил Республики Беларусь, представляются этим управлением на основании запроса Госпромнадзора;

- о порядке выдачи свидетельств о подготовке работников субъектов перевозки, занятых перевозкой опасных грузов, их дубликатов, утвержденное постановлением Совмина от 02.07.2021 № 376.

Скорректирован также единый перечень административных процедур, осуществляемых в отношении субъектов хозяйствования, утвержденный постановлением Совмина от 24.09.2021 № 548.

Постановление вступило в силу с 3 октября 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2024 № 724

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

Повышены экспортные пошлины на сжиженные углеводородные газы и этан, бутан, изобутан, вывозимые из Беларуси за пределы таможенной территории ЕАЭС.

Ставка вывозной таможенной пошлины за 1 т составит:

– на сжиженные углеводородные газы – 45,2 долл. США (ранее – 20,8 долл. США);

– на этан, бутан и изобутан – 40,6 долл. США (ранее – 18,7 долл. США).

Пошлины на сырую нефть, мазут, битум, вазелин и парафин, отработанные нефтепродукты, бензин, дизель, бензол, толуол, смазочные масла и иные нефтепродукты останутся на отметке 0 долл. США.

Постановление вступило в силу 1 октября 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.10.2024 № 729

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»](#)

Внесены изменения в постановления Совмина:

– от 09.11.2012 № 1028 «Об обеспечении населения твердыми видами топлива» (увеличена предельная норма отпуска гранул древесных топливных по фиксированным розничным ценам на одно домовладение в календарном году);

– от 23.10.2023 № 716 «О комплексе мер по увеличению использования древесных топливных гранул (пеллет)» (комплекс мер изложен в новой редакции);

– от 25.07.2024 № 521 «О регулировании цен» (Минлесхоз наделяется полномочиями по регулированию цены на пеллеты, производимые (реализуемые) на внутреннем рынке подчиненными ему организациями. Также на министерство возложена обязанность по обеспечению оперативной равномерной поставки пеллет по заявкам граждан).

Для повышения потребления пеллет субъектами хозяйствования определены следующие направления:

– использование пеллет на предприятиях цементной отрасли в технологическом процессе;

– совместное сжигание пеллет с иными видами твердого топлива на энергоисточниках ГПО «Белэнерго»;

– строительство и реконструкция энергоисточников ГПО «Белэнерго» и организаций ЖКХ.

Сохраняются ограничения на возведение котельных мощностью до 1 МВт с использованием импортруемых видов топлива.

Постановлением доведены задания по использованию пеллет в регионах и отраслях для достижения уровня потребления пеллет в 2026 году в объеме 130 тыс. т.

Постановление вступило в силу с 6 октября 2024 года, за исключением положения, вступающего в силу с 20 октября 2024 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 02.07.2024 № 52

[«Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности»](#)

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Проведение анализа уязвимости» (далее – Правила), устанавливающие требования к безопасному использованию атомной энергии в части порядка проведения анализа уязвимости в отношении объектов использования атомной энергии (далее – объекты).

Правила распространяются на деятельность, связанную с созданием, функционированием, совершенствованием системы физической защиты объектов, в том числе обеспечением физической защиты при перевозке (транспортировании) ядерного материала.

Правила предназначены для использования эксплуатирующими организациями, юридическими лицами, ответственными за организацию и обеспечение физической защиты, иными организациями, привлекаемыми к проведению анализа уязвимости.

Постановление вступило в силу с 15 сентября 2024 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 02.10.2024 № 61

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 3 сентября 2018 г. № 73»](#)

Внесены изменения в постановление МАРТ от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии».

В частности, утвержден коэффициент 0,45 для установок (вне зависимости от вида возобновляемых источников энергии), созданных в пределах квот на их создание, распределенных после 1 октября 2024 года.

Возобновлено действие изложенного в новой редакции подпункта 2.2 постановления № 73, устанавливающего, что минимальный стимулирующий коэффициент, указанный в подпункте 1.5 постановления № 73, может быть уменьшен для отдельных юрлиц, не входящих в состав ГПО «Белэнерго», и ИП, претендующих на право создания установок в пределах квот на их создание, по предложению или с согласия этих юрлиц и ИП.

Постановление вступило в силу с 17 октября 2024 года.

Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 29.08.2024 № 93

[«О государственном стандарте Республики Беларусь»](#)

Внесены изменения в СТБ 2332-2020 «Электродвигатели односкоростные асинхронные трехфазные с короткозамкнутым ротором. Энергетическая эффективность. Требования и методы контроля».

Исключено требование о том, что с 1 сентября 2024 года коэффициент полезного действия двигателей должен соответствовать значениям класса энергоэффективности не ниже IE2, а до указанной даты – не ниже IE1.

Постановление вступило в силу с 7 сентября 2024 года.

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 05.09.2024 № 95

«О введении в действие и отмене технических нормативных правовых актов»

В Беларуси вводятся в действие в качестве государственного стандарта правила по межгосударственной стандартизации ПМГ 06-2024 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, первичной поверки, метрологической аттестации средств измерений». Одновременно отменяется их предыдущая редакция – ПМГ 06-2019.

Предпосылками для актуализации документа послужили современные тенденции в развитии экономик стран СНГ, расширение сфер применения измерительных приборов и повышение их технического уровня.

Правила являются основным инструментом для реализации Соглашения о взаимном признании результатов испытаний с целью утверждения типа, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений, под-

писанного государствами – участниками СНГ в 2015 году. Их применение позволяет признавать работы по утверждению типа средств измерений, выполненные в странах Содружества, без дополнительных процедур в государстве, которое осуществляет признание. Это значит, что приборы быстрее получают применение в производственных процессах, здравоохранении, исследовательской работе и т.д., что способствует выпуску безопасной, качественной и конкурентоспособной продукции, защите интересов государства и потребителей.

В новой версии стандарта уточнен перечень документов, предоставляемых в случаях, когда свидетельство (сертификат) об утверждении типа средства измерений продлено национальным органом государства – участника Соглашения, на территории которого осуществляется выпуск средств измерений. Конкретизирован также порядок проведения работ по продлению срока действия утверждения типа.

Внедрение ПМГ 06-2024 будет способствовать упрощению взаимного признания результатов испытаний и утверждения типа средств измерений, первичной поверки, снижению затрат изготовителей на повторные испытания с целью утверждения типа, ускорению взаимного товарообмена средствами измерений между странами.

Постановление вступило в силу с 16 сентября 2024 года.

К сведению

С 6 октября 2024 года вступила в силу новая редакция Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами»

В новой редакции Закона изменения коснулись ряда статей.

Скорректированы основные термины и их определения (*отходы, использование отходов, обращение с отходами, хранение отходов*). Исключены термины *вторичное сырье* и *подготовка отходов*, что изменило условия отчуждения отходов производства. Введены новые термины: *временное хранение отходов, долговременное хранение отходов, заготовка отходов, засорение окружающей среды отходами, медицинские отходы, сортировка отходов* (ст. 1).

Уточнены отношения, которые регулируются Законом и законодательством об обращении с отходами. Принципиальная новация – выведение отношений, возникающих в процессе обращения с ломом и отходами черных и цветных металлов, из сферы действия Закона в сферу действия специального законодательства (ст. 2).

Основные принципы, применяемые в области обращения с отходами, впервые установлены и ранжированы по приоритетности направления единой государственной политики в этой области: от главного (предотвращение образования отходов) до наименее приоритетного (обезвреживание отходов) (ст. 4).

Определено, что отходы должны классифицироваться (идентифицироваться) в соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь (ст. 17), а пробы отходов – отбираться в соответствии с методиками, применяемыми испытательными лабораториями, которыми проводятся испытания и измерения в целях определения показателей опасных свойств отходов (ст. 18).

Для субъектов хозяйствования, осуществляющих обращение с отходами, введена обязанность обеспечить наличие одного или нескольких работников, обладающих знаниями в области обращения с отходами, и повышение

их квалификации. Обязанности возложены на субъекты хозяйствования, эксплуатирующие не только объекты хранения, захоронения и обезвреживания отходов, но и объекты по их использованию (ст. 19).

Изменены правила сбора отходов и их разделения по видам. Предусмотрен отдельный сбор отходов производства и потребления. Сбор и разделение отходов производства должны будут осуществлять только их производители. Сбор и разделение отходов потребления предписано осуществлять населению в соответствии с условиями, созданными для этого специальными организациями (ст. 25).

Правила временного хранения отходов изменены, а правила захоронения и долговременного хранения отходов перенесены в отдельную статью. По-новому сформулировано требование о запрете несанкционированного хранения отходов (ст. 26, 31).

Определены требования к захоронению и долговременному хранению отходов. Введено требование о захоронении отходов только при наличии технологических регламентов их захоронения, которые должны быть у лиц, эксплуатирующих объекты по захоронению. Санкционированные места захоронения и хранения отходов потребления определяются в схемах обращения с коммунальными отходами. Запрещается захоронение вторичных материальных ресурсов и отходов, подлежащих обезвреживанию, а также отходов потребления, не прошедших сортировку, если на территории, где осуществляется захоронение, созданы необходимые условия для их сортировки (ст. 31).

Изменились также требования к использованию отходов, объектов и мобильных установок по их использованию (ст. 29), к обезвреживанию отходов (ст. 30), эксплуатации объектов захоронения отходов (ст. 33), учету отходов (ст. 36) и др.

СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»



Шесть десятилетий назад приказом Главного управления энергетики и электрификации при Совете Министров БССР от 10 ноября 1964 года № 208 в областных энергосистемах республики были созданы учебно-курсовые комбинаты, позже преобразованные в учебные центры РУП-облэнерго.

За годы своей деятельности учебные центры энергетиков доказали свою эффективность и стали неотъемлемой частью отраслевой системы непрерывного профессионального обучения кадров. Сегодня они решают задачи разного уровня сложности по нескольким направлениям:

- реализация образовательных программ дополнительного образования взрослых;
- обеспечение психологического сопровождения персонала;
- работа с резервом кадров на руководящие должности;
- профориентационная работа со школьниками, учащимися и студентами.

Ежегодно в учебных центрах объединения проходят подготовку более 20 тысяч работников энергетики и других отраслей, реализуется свыше 300 образовательных программ дополнительного образования взрослых, разрабатываются и внедряются тренажерные обучающие программы с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности.

Постоянное совершенствование образовательного процесса, обновление учебно-методической базы, привлечение к преподаванию высококвалифицированных специалистов обеспечивают высокий уровень подготовки персонала отрасли и тем самым способствуют повышению надежности и эффективности работы Белорусской энергосистемы.



Поздравляем
с юбилеем!



БЕЛЭНЕРГО
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

электронная информационная система

ЭНЕРГОДОКУМЕНТ

нормативные технические документы по электроэнергетике

energodoc.by



ЭИС «ЭНЕРГОДОКУМЕНТ» —

полнотекстовая база нормативных документов
в сфере электроэнергетики, действующих
в Республике Беларусь:

- ✓ порядка 3000 документов
- ✓ свыше 1000 отраслевых технических документов
- ✓ электронные тексты, аутентичные оригинальным
- ✓ регулярная актуализация ЭИС
- ✓ более 100 000 пользователей ежемесячно

ТНПА

В ЭНЕРГЕТИКЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

КУПИТЬ 