

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (94) июль–август 2023

ENERGY EXPO

ЭНЕРГЕТИКА
ЭКОЛОГИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭЛЕКТРО

XXVII БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

energyexpo.by

e-trans

САЛОН
ИННОВАЦИОННОГО
ТРАНСПОРТА

green industry

ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

17-20.10.2023

Минск, пр. Победителей, 20/2

ЗАО «ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ»
Республика Беларусь, 220004, г. Минск, а/я 34



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

ISSN 2310 - 6735



ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ

стенд Министерства энергетики
на выставке EnergyExpo 2023

14
стр. В приоритете –
надежность и
безопасность
газоснабжения

17
стр. Направления
работы Беларуси
в рамках
Конвенции
о ядерной
безопасности

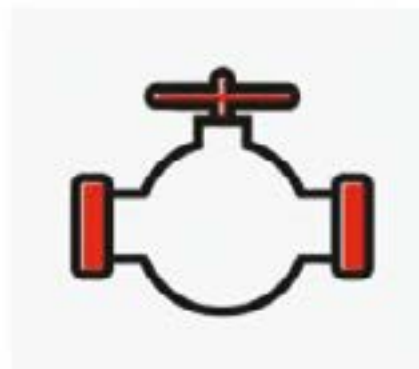
21
стр. Перспективы
внедрения
технологии
«Цифровая
подстанция»
в Белорусской
энергосистеме

31
стр. Принципы
выполнения
оперативных
переключений на
технологическом
оборудовании
БелАЭС





**С Днем работников нефтяной,
газовой и топливной
промышленности!**





Учредитель
**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

- Мороз Д.Р.**, к.т.н., доцент, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
- Реевтович С.В.**, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)
- Бондарь А.М.**, первый заместитель генерального директора – главный инженер атомной электростанции республиканского унитарного предприятия «Белорусская атомная электростанция»
- Дрозд П.В.**, генеральный директор ГПО «Белэнерго»
- Закревский В.А.**, к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии
- Карницкий Н.Б.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
- Кушнаренко А.И.**, генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
- Майоров В.В.**, генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
- Русан В.И.**, д.т.н., профессор, председатель правления Ассоциации «Возобновляемая энергетика»
- Рыков А.Н.**, к.т.н., заместитель главного инженера по теплотехнической части РУП «Белнипиэнергопром»
- Седнин В.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ
- Фурсанов М.И.**, д.т.н., профессор

Редакция:

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редакторы	Лемехова Д.Д., Фащук Т.С.
Компьютерный дизайн и верстка	Яценко О.А., Данюкова А.В.
Реклама	Тропашко С.А.

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

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

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

Отпечатано ООО «НАВИТЕХ». ТМ «ГРАДИЕНТ».
Свид. о ГРИИРПИ №2/194 от 23.02.2017 г. Республика Беларусь,
220024, г. Минск, ул. Бабушкина, 6А, комн. 204. Подписано в печать
25.08.2023 г., формат 60х90/4, тираж 1440 экз., заказ № 2177.

© ОАО «Экономэнерго», 2023



Минэнерго Официальный

главные новости, важные события,
актуальные комментарии

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

- 4 Государство и общество
- 5 ТЭК Беларуси
- 8 Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами
- 10 Лучшие выпускники БНТУ награждены дипломами Белэнерго
- 11 МГЭК сегодня: обучение на основе инноваций
- 12 Мировая энергетика

ПРИОРИТЕТЫ

- 14 В приоритете – надежность и безопасность газоснабжения
 - 17 Направления успешной работы Беларуси по выполнению обязательств в рамках Конвенции о ядерной безопасности
- О.М. Луговская

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 21 Анализ опыта и перспективы строительства в Беларуси цифровых подстанций с учетом ограничений на поставку энергооборудования
 - 26 От точечной автоматизации к умным котлоагрегатам
- С.Г. Перцев
А.Г. Жешко

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 28 Трансформация IT-ландшафта предприятий энергетического комплекса как средство повышения живучести промышленного кластера Республики Беларусь
- П.А. Сазонов

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- 31 Общие принципы выполнения оперативных переключений на технологическом оборудовании Белорусской АЭС
- Д.Ф. Воробьев, С.А. Комисаренко

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

- 35 Опыт создания интеллектуальной системы управления газоснабжением
- Д.А. Кассиров, А.А. Морозов

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 39 Обоснование стратегии обращения с высокоактивными РАО, образующимися в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации БелАЭС. Часть 2. Концептуальные и технологические решения
 - 44 Исследование переходного сопротивления изоляционных покрытий подземных газопроводов методом катодной поляризации
- М.Л. Жемжуров
В.А. Седнин, А.А. Абрамовский,
Н.В. Струцкий, С.Ф. Гориченко,
Ю.А. Редкозубов

- 49 Система диагностирования неисправностей трансформаторов на основе сверточных нейронных сетей
- А.В. Дробов, В.Н. Галушко, И.Л. Громыко

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

- 54 Технологический суверенитет в условиях глобальных вызовов
- По итогам XIII Международной промышленной выставки «ИННОПРОМ»

МИРОВОЙ ОПЫТ

- 55 Гидроэнергетика Таджикистана: потенциал сегодня и возможности завтра
 - 58 Торфяная промышленность США и Канады
- А.В. Осинов

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 60 Селективное восприятие, или Слепота невнимания
- С.А. Высоцкая

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО

- 63 Изменился порядок подготовки и переподготовки работников субъектов перевозки опасных грузов
 - 64 Введена в действие методика обследования башенных и вентиляторных градирен
 - 66 Новости законодательства (июль – август)
- В.И. Поляков
А.А. Романовский



УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

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

Топливо-энергетический комплекс имеет стратегическое значение для национальной экономики, от его эффективной работы зависит благополучие миллионов людей. В непростых условиях санкционного давления и внешних ограничений отрасль продолжает демонстрировать устойчивый рост и динамичное развитие, обеспечивает надежное энергоснабжение потребителей реального сектора экономики и населения.

Благодаря поддержке Главы государства и Правительства, реализации масштабных инфраструктурных программ в Беларуси создана и развивается современная газотранспортная система, которая обеспечивает подачу голубого топлива во все уголки страны. Только в прошлом году природным газом газифицировано более 18 тыс. квартир и домовладений. По уровню газоснабжения Беларусь занимает лидирующие позиции на постсоветском пространстве.

Общая протяженность газовых сетей в республике на сегодняшний день превышает 66 тыс. км. Для обеспечения их безопасной и надежной работы внедряются новейшие технологии автоматизации и цифровизации, расширяется спектр предоставляемых потребителям услуг, повышается качество обслуживания населения.

Наряду с инвестиционными проектами газоснабжающие организации успешно реализуют и социальные – это спортивные и культурные мероприятия, поддержка объектов образования

и здравоохранения, обустройство парков и скверов. За счет этой работы становятся красивее и комфортнее наши районные центры и города.

Значимый вклад в развитие населенных пунктов страны вносят и организации торфяной промышленности, большинство из которых являются градообразующими.

Технологический потенциал торфобрикетных заводов, принимаемые меры по расширению их сырьевой базы создают благоприятные условия для дальнейшего эффективного развития торфопроизводств, освоения новых рынков сбыта.

В основе достижений отрасли – ваш каждодневный добросовестный труд, ответственное отношение и преданность делу. Благодарю всех работников топливно-энергетического комплекса за профессионализм и целеустремленность. Достойным примером для молодого поколения служит многолетний плодотворный труд наших ветеранов, в их адрес отдельные слова благодарности.

Впереди у нас – новые масштабные проекты и амбициозные цели. Уверен, что совместными усилиями мы сможем успешно их реализовать. Для этого есть все возможности.

В этот праздничный день желаю вам и вашим близким крепкого здоровья, счастья, благополучия, новых достижений на благо нашей родной Беларуси!

*Министр энергетики
Республики Беларусь*

В.М. Каранкевич

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ ГАЗОВОЙ И ТОРФЯНОЙ ОТРАСЛЕЙ!



От имени ГПО «Белтопгаз» и от себя лично сердечно поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

Профессиональный праздник – важный повод по-новому взглянуть на проделанную работу. Многотысячному коллективу нашего объединения есть чем гордиться. ГПО «Белтопгаз» сегодня является мощной, стабильно развивающейся производственной структурой, объединившей настоящих профессионалов, каждый из которых внес свой вклад в развитие газовой и торфяной отраслей.

Беларусь не первый год лидирует на постсоветском пространстве по уровню газификации. Сегодня этот показатель составляет 83 %. Природным газом обеспечены все районы, города и городские поселки республики, а это значит, что для большинства жителей условия жизни стали более комфортными.

Активная работа в рамках выполнения Программы комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы позволяет повысить надежность, безопасность и эффективность газоснабжения потребителей. Внедрение инновационных технологий и цифровая трансформация бизнес-процессов объединения ставит его в один ряд с наиболее передовыми предприятиями республики. Использование современных разработок, подходов к проектированию, автоматизации технологических процессов, оказанию услуг населению создают позитивный имидж объединения и открывают широкие перспективы для его развития.

Важным национальным ресурсом является торф. Его доля в использовании местных видов топлива составляет 15 %. Мы активно развиваем и модернизируем торфяную промышленность, осваиваем выпуск новой торфопродукции, которая становится все более востребованной. Сегодня она не только поставляется на внутренний рынок (населению, цементным заводам, котельным и теплоисточникам Минэнерго и ЖКХ), но и экспортируется в 18 стран мира.

В условиях санкционного давления важнейшей задачей ГПО «Белтопгаз» остается импортозамещение. Нашими организациями успешно реализуются мероприятия по выпуску импортозамещающей продукции, предусмотренные действующими государственными, научно-техническими и отраслевыми программами. По итогам 2022 года объем такой продукции увеличился на 26 % по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, а темп роста ее поставок на экспорт – почти на 30 %.

В этот день мы адресуем слова искренней благодарности нашим ветеранам, которые создали надежную основу для наших достижений. И, безусловно, все эти успехи были бы невозможны без команды специалистов, ответственно и творчески подходящих к решению производственных задач.

Желаю всем ветеранам и членам нашего коллектива благосостояния, здоровья, личного счастья и новых трудовых достижений!

**Генеральный директор
ГПО «Белтопгаз»**

А.И. Кушнаренко

ГОСУДАРСТВО И ОБЩЕСТВО

Утверждена Концепция правовой политики

Указом Президента Республики Беларусь от 28 июня № 196 утверждена Концепция правовой политики. Документ определяет стратегию развития правовой системы в современных условиях.

«Сегодня Республика Беларусь – это государство, построенное на прочном фундаменте общечеловеческих ценностей, стремящееся к мирному сосуществованию, конструктивному диалогу и взаимовыгодному сотрудничеству с другими государствами и регионами, что находит отражение в национальном праве», – отмечено в Концепции

В документе закрепляются идеологические императивы, которые выступают фундаментом правовой политики. Ключевыми являются государственный суверенитет и территориальная целостность. На их основе реализуются остальные – национальная безопасность, народовластие, социальная справедливость и иные. Конституционный строй признается необходимым условием того, что интересы граждан будут защищены.

Определены приоритетные направления развития отраслей законодательства: усиление защиты информационного суверенитета страны, разработка наднациональных стандартов и правил в области информационной безопасности с акцентом на продвижение национальных правовых интересов, реализация принципа социальной ответственности бизнеса и др. В правовой политике также сохранится тренд на унификацию и кодификацию.

В Концепции подчеркивается, что необходимо сместить акценты правового регулирования к установлению партнерских отношений между государством, обществом и гражданами. Следует выстраивать взаимовыгодное сотрудничество, повышая при этом ответственность каждого гражданина за свою жизнь, здоровье и благополучие.

В соответствии с Концепцией правовая работа будет строиться по формуле «Сильный Президент, влиятельный Парламент, инициативное Правительство при связующей роли Всебелорусского народного собрания».

В Беларуси принята декларация патриотических сил

9 августа на заседании штаба патриотических сил Республики Беларусь в Национальной библиотеке в Минске принята обновленная декларация патриотических сил. В преддверии избирательных кампаний представители организаций гражданского общества и политических партий Беларуси подтвердили свою приверженность принципам, которыми будут руководствоваться в дальнейшей деятельности.



В частности, отмечено, что независимость и суверенитет – незыблемая основа государственности, Конституция определяет общепризнанные рамки отечественной модели развития, а государственные флаг, герб и гимн Республики Беларусь – священные символы, сплачивающие весь народ. Страна сохраняет верность своим обязательствам в Союзном государстве.

В декларации также заявлено, что политическая жизнь должна строиться в ключе открытой дискуссии. Недопустимо применение грязных политических технологий в предвыборный период, преступно любое иностранное вмешательство во внутриполитические процессы страны и разжигание розни в белорусском обществе.

«Убеждены, что все мы, народ Республики Беларусь, достойно пройдем предстоящий ответственный политический период и продемонстрируем всему миру свою высокую гражданскую культуру, приверженность нормам подлинного народовластия», – подчеркивается в декларации.

Патриотические силы Беларуси также приняли обращение к польскому народу. Они призвали соседей из уважения к общему героическому прошлому не идти на поводу у агрессивной пропаганды властей и сохранить традиции мирного сосуществования наших народов.

Беларусь присоединилась к международным договорам в рамках ШОС

13 июля Глава государства подписал Закон Республики Беларусь от 7 июля 2023 года № 275-3 «О присоединении Республики Беларусь к международным договорам в рамках Шанхайской организации сотрудничества».

В соответствии с Законом Беларусь в рамках процесса получения статуса государства – члена ШОС присоединяется к 22 международным договорам. В их числе Хартия ШОС, Шанхайская конвенция о борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом, Соглашение о Региональной антитеррористической структуре и др. В пакет документов вошли также соглашения о порядке организации и проведения совместных антитеррористических мероприятий и учений, о проведении совместных военных учений, сотрудничестве в области обеспечения международной информационной безопасности, взаимодействии при оказании помощи в ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также конвенции ШОС против терроризма, по противодействию экстремизму, Договор о долгосрочном добрососедстве, дружбе и сотрудничестве государств – членов ШОС.

ТЭК БЕЛАРУСИ

Скорректированы проекты правил функционирования общего электроэнергетического рынка ЕАЭС

12 июля в Москве состоялось шестое заседание Совета руководителей уполномоченных органов государств – членов Евразийского экономического союза в сфере энергетики (далее – Совет). Его участники обсудили вопросы формирования общих рынков электроэнергии, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС. В мероприятии принял участие Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич.

В ходе заседания были одобрены изменения в Положение о Совете, а также в проекты правил функционирования общего электроэнергетического рынка (ОЭР). Корректировки касаются контроля со стороны Совета за деятельностью и исполнением обязанностей оператора централизованной торговли электроэнергией на сутки вперед, выполняющего функции регистратора на ОЭР.

Кроме того, обсуждалось формирование общих рынков нефти и нефтепродуктов. Удалось достичь консенсуса по ряду принципиальных вопросов, касающихся особенностей перевозки нефти, а также отдельных условий договора на оказание услуг по транспортировке нефти на общих рынках.



Министры энергетики Беларуси и России обсудили ход создания объединенных рынков электроэнергии и газа

11 июля в Москве прошли переговоры Министра энергетики Беларуси В.М. Каранкевича и Министра энергетики России Н.Г. Шульгина.



Стороны рассмотрели ход выполнения планов мероприятий по реализации союзных программ, предусматривающих создание общих энергорынков, в том числе вопросы подготовки необходимой нормативно-правовой базы. Главы министерств согласовали изменения в соглашение о параллельной работе энергосистем двух стран, следующий этап – проведение внутригосударственных процедур для подписания данного документа.

Обсуждались также принципы формирования объединенного рынка газа Союзного государства.

Минэнерго Беларуси расширяет сотрудничество с Ленинградской областью

2 августа в рамках визита делегации Минэнерго в Ленинградскую область состоялись переговоры заместителя Министра энергетики Беларуси Д.Р. Мороза и заместителя Председателя Правительства Ленинградской области О.М. Малащенко.

Стороны констатировали взаимную заинтересованность в укреплении двусторонних контактов. В настоящее время прорабатываются возможности расширения числа совместных проектов в энергетике. В частности, речь идет об участии белорусских проектных и строительно-монтажных организаций в инвестпроектах по строительству и реконструкции источников теплоснабжения в Ленинградской области.

Кроме того, специалистов из Беларуси планируют привлекать к работам в рамках программы развития газоснабжения и газификации региона на период до 2025 года. В ходе переговоров белорусская сторона заявила о готовности к реализации проектов под ключ по ряду направлений.

Китай предлагает Беларуси перспективные проекты по цифровизации электросетей

30 июня в Минске состоялась встреча заместителя Министра энергетики Беларуси Д.Р. Мороза с делегацией китайской Государственной электросетевой компании цифровых технологий (State Grid Digital Technology Holding). Стороны обсудили возможности взаимодействия в сфере энергетики.

Руководитель делегации, главный инженер компании Ши Жуйцзе, напомнил, что Беларусь одной из первых поддержала китайскую инициативу «Пояс и путь». Через нашу страну проходит маршрут контейнерного поезда, курсирующего между

Китаем и Европой, что открывает дополнительные возможности для взаимодействия. Ши Жуйцзе сообщил, что компания готова предоставлять Беларуси услуги по цифровизации электросетей. Перспективными направлениями он также назвал обмен специалистами, инвестиционное сотрудничество, поставки оборудования для нужд организаций электроэнергетики.

В свою очередь Д.Р. Мороз отметил, что Минэнерго активно взаимодействует с компаниями из КНР. С участием китайских партнеров в Беларуси реализован ряд проектов в сфере генерации и электросетевого строительства. Заместитель Министра выразил уверенность, что стороны смогут найти дополнительные точки взаимодействия в области цифровизации.

В Витебской энергосистеме завершается перевод потребителей на электронные приборы учета электроэнергии

26 июля Министр энергетики В.М. Каранкевич посетил расчетно-кассовый центр Глубокского отделения филиала «Энергосбыт» РУП «Витебскэнерго», где ознакомился с ходом работ по переводу абонентов на электронные приборы учета с последующей интеграцией в автоматизированную систему контроля и учета электроэнергии «АСКУЭ-быт».



Около 95 % бытовых потребителей области уже перешли на электронные приборы учета. Поэтапно они включаются в систему «АСКУЭ-быт», которая ежемесячно в автоматическом режиме снимает показания счетчиков. Данные передаются в личный кабинет абонента и систему ЕРИП для оплаты. Для потребителей это не только более комфортные условия сервиса, но и возможность снизить свои расходы, оплачивая электроэнергию по тарифам, дифференцированным по временным периодам.

На сегодняшний день системой «АСКУЭ-быт» в Витебской области охвачено более 57 % абонентов. Полную автоматизацию расчетов за потребленную электроэнергию в регионе планируется завершить к концу 2025 года.

В Китай отправлена очередная партия торфопродукции

7 августа состоялась отгрузка пяти контейнеров торфяных питательных грунтов производства ПУ «Витебскторф» для Китая. Это первые 110 т торфопродукции, отгруженной предприятием по контракту, заключенному между УП «Витебскоблгаз» и китайской компанией Shanghai Izolite Industrial. Общий объем поставок должен составить 1,36 тыс. т.

Переговоры о поставках своей продукции в Китай ведут и другие торфозаводы страны. 12 июля Чрезвычайный и Полномочный Посол КНР в Республике Беларусь Се Сяюнь ознакомился с потенциалом сельхозпредприятия «Мазоловогаз» УП «Витебскоблгаз», а также с ассортиментом продукции, выпускаемой ПУ «Витебскторф», в том числе нетопливной группы. Рассмотрены перспективы расширения сотрудничества по данному направлению.

Второй энергоблок БелАЭС выработал первый миллиард киловатт-часов

К концу июля объем выработки электроэнергии вторым энергоблоком БелАЭС с момента его включения в Белорусскую энергосистему составил 1063 млн кВт·ч. Это первый значимый результат работы энергоблока, достигнутый на этапе его опытно-промышленной эксплуатации.

Успешно проведены работы по освоению мощности второго энергоблока на уровнях 50, 75, 90 и 100 процентов от номинальной. Выполняются испытания технологических систем и оборудования. В ближайшее время они будут проводиться на различных режимах работы блока, включая его разгрузку с отключением от сети.

После ввода второго энергоблока в промышленную эксплуатацию атомная станция будет генерировать около 18,5 млрд кВт·ч электроэнергии в год, что позволит замещать порядка 4,5 млрд м³ природного газа.

В ГПО «Белэнерго» рассмотрели ход реализации требований Директивы № 1

16 августа в режиме видеоаудиоконференции состоялось заседание совета ГПО «Белэнерго», посвященное реализации требований Директивы Президента Республики Беларусь от 11 марта 2004 г. № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» за I полугодие. В мероприятии принял участие заместитель Министра энергетики Д.Р. Мороз.

С докладом по основному вопросу выступил первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмаков. Участники заседания рассмотрели также аспекты использования телефонной связи и ресурсов сети Интернет, организацию работы в области безопасности дорожного движения, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Особое внимание было уделено вопросам трудовой дисциплины, охраны труда, обеспечения пожарной и промышленной безопасности, а также ядерной и радиационной безопасности ядерных установок.

Подготовка к отопительному сезону идет по графику

К концу июля энергоснабжающие организации выполнили около половины запланированных ремонтных мероприятий к отопительному сезону. В частности, капитальные и средние ремонты уже прошли 43 единицы теплотехнического оборудования, в том числе 13 энергетических котлов, 23 водогрейных и паровых котла, 7 турбин.

Департаменту по ядерной энергетике – 15 лет!



10 июля Министр энергетики В.М. Каранкевич поздравил коллектив Департамента по ядерной энергетике с 15-летием со дня образования, поблагодарил за добросовестный труд, высокий профессионализм и самоотдачу.

Министр отметил, что деятельность Департамента неразрывно связана с реализацией самого масштабного проекта в отрасли – строительства Белорусской атомной электростанции. Работники Департамента, как и их предшественники, внесли значительный вклад в решение важнейших задач в этой области. С развитием атомной энергетики в стране функции Департамента расширяются, в том числе за счет нового направления – регулирования обращения с радиоактивными отходами.

Министр выразил уверенность, что глубокие знания и опыт работников Департамента обеспечат эффективное решение поставленных перед ними задач.

За вклад в развитие ядерной энергетики, реализацию проекта по строительству БелАЭС коллектив Департамента удостоен Почетной грамоты Минэнерго.

Развернуты работы по капремонту 95 единиц электротехнического оборудования и 21,9 тыс. км ВЛ. Комплексный ремонт проходят 85 ПС 35–110 кВ. На особом контроле – реконструкция объектов теплоснабжения: в этом году будет выполнена замена и изоляция около 210 км тепловых сетей.

В организациях газового хозяйства в рамках подготовки к ОЗП проводится комплексное приборное обследование подземных газопроводов, в том числе выполняется диагностика технического состояния газопроводов со сроком службы 40 и более лет. Ведется заготовка торфяной топливной продукции.

По данным Госэнергогазнадзора, на 19 июля паспорта готовности к отопительному сезону получили 21,6 % потребителей тепловой энергии и 17,5 % теплоисточников.

Завершилась реконструкция подстанции 110/10 кВ «Северо-Западная»

14 июля после реконструкции успешно включена в работу ПС 110/10 кВ «Северо-Западная» (РУП «Брестэнерго»). В ходе реконструкции силовые трансформаторы единичной мощностью 10 МВА заменены на новые – мощностью 40 МВА каждый, выполнена реконструкция ОРУ 110 кВ с сооружением линейных ячеек с выключателями, заменой существующих трансформаторов тока 110 кВ в цепи трансформаторов и секционного выключателя соответствующего напряжения. Территория подстанции расширена, построено новое здание для размещения оборудования КРУ 10 кВ.

Сейчас нагрузка подстанции составляет 10 МВт. Ожидается, что в будущем она вырастет более чем в два раза с учетом реализации запланированных в СЭЗ «Брест» проектов по строительству новых и развитию действующих производств.

Поставлена под напряжение новая подстанция 110 кВ «Дуброва»

В Свислочском районе поставлена под напряжение ПС 110 кВ «Дуброва». На объекте уставлены новые силовые трансформаторы мощностью 63 МВА. Выполнен комплекс электромонтажных и пусконаладочных работ. В рамках проекта построено и реконструировано более 90 км ЛЭП.

Проект реализован силами специалистов РУП «Гродноэнерго» и словенской компании RIKO, которая выступила генподрядчиком строительства. РУП «Белэнергосетьпроект» отвечало за разработку строительного проекта.

Ввод подстанции в эксплуатацию позволит не только повысить надежность электроснабжения потребителей, но и создать значительный резерв мощности для предприятий СЭЗ «Гродноинвест» в Свислочском районе.

Рассмотрена стратегия цифрового развития организаций электроэнергетики

В июле на базе РУП «Брестэнерго» прошел семинар-совещание руководителей и специалистов IT-подразделений организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго». Участники отраслевого IT-форума обсудили приоритетные задачи в энергетике и выработали единые подходы к их решению.

В частности, на семинаре были рассмотрены аспекты стратегии цифрового развития организаций электроэнергетики, в том числе совершенствование механизмов отраслевого управления с применением платформенных и кроссплатформенных решений, цифровая трансформация посредством внедрения современных информационных технологий, обеспечение кибер- и инфобезопасности при обработке данных в энергетических информационных системах и др. Ключевой темой стало адекватное реагирование на современные внешние вызовы и киберугрозы.

В рамках семинара также прошло обсуждение реализации мероприятий по повышению надежности и устойчивости функционирования диспетчерского управления в условиях чрезвычайных ситуаций и др.

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

ОБРАЩЕНИЕ С ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ И РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ



29 июня состоялась пресс-конференция «Первая ядерная энергетическая программа Беларуси: топливообеспечение, обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами». С белорусской стороны в мероприятии приняли участие представители Минэнерго, ГПО «Белэнерго», Госатомнадзора, Белгидромета, ГП «Белорусская АЭС», с российской – специалисты Госкорпорации «Росатом». Организаторами мероприятия выступили «Росатом» и ИА «БЕЛТА» при поддержке Министерства энергетики Республики Беларусь.

Радиоактивные отходы

В стране насчитывается более 750 организаций, использующих в своей деятельности радиоактивные вещества, которые после утраты потребительских качеств не подлежат дальнейшему применению. В настоящее время эти отходы (до 10 т ежегодно) передаются на долговременное хранение в специализированное предприятие УП «Экорес». В ближайшей перспективе основным источником радиоактивных отходов (РАО) станет БелАЭС – более 95 % от общего количества.

Поскольку мощности УП «Экорес» не рассчитаны на прием РАО с АЭС, возникла необходимость организовать в стране долговременное хранение и захоронение отходов, возложив эти функции на специализированную организацию. Постановлением Минэнерго было создано РУП «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами». На первоначальном этапе оно будет заказчиком выполнения комплекса предпроектных, проектных работ, а также работ по строительству пункта захоронения. Об этом сообщил Николай Михайлов, заместитель директора Департамента по ядерной энергетике – начальник управления организации эксплуатации АЭС и обращения с РАО Минэнерго.

В настоящее время заинтересованными госорганами готовится дорожная карта по реализации проекта строительства пункта захоронения РАО. Место его размещения пока не выбрано, обсуждаются варианты. Первую очередь объекта планируется ввести к 2030 году. Перед началом строительных работ будут проведены общественные слушания по проекту в Беларуси, а также с сопредельными государствами.



Н.М. Михайлов, заместитель директора Департамента по ядерной энергетике – начальник управления организации эксплуатации АЭС и обращения с РАО Минэнерго

Отработавшее ядерное топливо

Как рассказала Надежда Зданевич, начальник управления технического сопровождения АЭС ГПО «Белэнерго», исходя из результатов проведенных исследований и оценок, в качестве предпочтительного варианта обращения с ОЯТ была принята его переработка в России с возвратом в Беларусь отходов переработки в стеклоподобной матрице, содержащих радионуклиды цезиевой и стронциевой фракции с исключением долгоживущих радионуклидов.

Данный подход был положен в основу межправительственного соглашения о сотрудничестве в области обращения с ОЯТ, вступившего в силу 22 мая 2023 года. Надежда Зданевич также упомянула о проекте постановления Правительства, определяющего порядок принятия решений Минэнерго о вывозе ОЯТ на переработку в Россию и уполномоченные организации в области обращения с РАО, которые Беларусь будет получать после переработки (*постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 июля 2023 № 492 такими организациями определены ГП «Белорусская АЭС» и РУП «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами».* – Прим. ред.).

Никита Гуц, начальник ядерно-физической лаборатории отдела ядерной безопасности ГП «Белорусская АЭС», сообщил, что на БелАЭС ведутся работы по расчетно-экспериментальному обоснованию принципиальных решений, заложенных в Стратегию по обращению с радиоактивными отходами (утверждена постановлением Совета Министров от 15 февраля 2023 года № 128), в части возврата в Беларусь продуктов переработки. Уже выполнено три из десяти предусмотренных этапов. Работы планируется полностью завершить к декабрю 2024 года.

Вопросы безопасности

«В Беларуси сформирована инфраструктура ядерной и радиационной безопасности. Беларусь успешно реализует свою первую ядерную программу, и ключевым объектом является Белорусская АЭС, – отметила начальник Госатомнадзора Ольга Луговская. – Первый энергоблок БелАЭС в настоящее время работает на номинальной мощности, второй находится на этапе опытно-промышленной эксплуатации».

Ольга Луговская также сообщила, что в начале осени планируется провести общественные слушания по разъяснению подходов к принятию решения о выдаче лицензии на промышленную эксплуатацию второго энергоблока БелАЭС.

В ходе слушаний будут обсуждаться технические и организационные аспекты, определяющие безопасную эксплуатацию Белорусской АЭС как целостного объекта с двумя энергоблоками на протяжении 60 лет. Планируется также затронуть вопросы развития БелАЭС в качестве эксплуатирующей организации, формирования инфраструктуры обращения с РАО и ОЯТ, аварийной готовности и реагирования. Кроме того, будет рассматриваться взаимодействие БелАЭС после ее ввода в эксплуатацию с организациями страны – поставщика технологий (Россия), а также с зарубежными и международными организациями в интересах безопасности.

10 октября 2022 года в Беларуси был принят Закон «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии», которым в том числе регулируются вопросы обращения с РАО и ОЯТ. В полном объеме он вступает в действие в октябре текущего года. Ольга Луговская подчеркнула, что Беларусь включена в глобальный режим безопасности и активно взаимодействует с международными структурами. Страна приняла все возможные миссии, которые рекомендует МАГАТЭ для стран-новичков, и учла все полученные рекомендации.

Заместитель начальника Белгидромета Александр Трусов рассказал о том, как в Беларуси организован радиационный мониторинг: «Оперативный контроль осуществляется ежедневно, 24 часа в сутки. Автоматизированные системы радиационного контроля расположены в районе влияния четырех АЭС в сопредельных странах, а также вокруг Белорусской АЭС. Всего в Беларуси более 30 автоматических пунктов наблюдений. В 2022 и 2023 годах превышений параметров ими не отмечалось». Кроме того, мониторинг ведется еще в 120 пунктах наблюдений. Помимо естественного радиационного фона измеряется фон в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения. Отслеживается также уровень загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод на территориях, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Белорусско-российское сотрудничество

Директор программ по выводу из эксплуатации АО «ТВЭЛ», ведущей организации в СНГ по обращению с РАО, Эдуард Никитин отметил, что АО «ТВЭЛ» и ГП «Белорусская АЭС» заключили договор о научно-техническом сопровождении станции по вопросам подготовки ее к выводу из эксплуатации, включая методическое сопровождение, разработку концепции вывода из эксплуатации энергоблоков БелАЭС и методики оценочного расчета его стоимости. Часть мероприятий, необходимых для формирования комплексной системы обращения с РАО в Беларуси, планируется выполнить в рамках союзных программ.

В приоритете у обеих сторон – не только безопасность и экономическая целесообразность, но и применение лучших практик. «Для нас сотрудничество с Беларусью – возможность показать другим нашим партнерам лучшее, что у нас есть. А для Беларуси это возможность получить лучшие технологии, лучшие решения, весь наш опыт, – подчеркнул Эдуард Никитин. – Кроме того, в рамках Союзного государства существует уникальная возможность запускать совместные программы, нацеленные на обеспечение радиационной безопасности, развитие сопутствующих технологий».

Представитель российских атомщиков позитивно оценил подходы к решению вопросов обращения с ядерными отходами в Беларуси: «Первый блок запущен, но второй еще не введен в эксплуатацию. А вопросы захоронения радиоактивных отходов, выбора площадки для соответствующего пункта, обращения с отработавшим ядерным топливом уже решаются, причем на прикладном уровне. Хочу отметить высокий профессионализм белорусских коллег. Специалисты и школа в Беларуси остались с советских времен, знания передаются новым поколениям».

Подготовила Татьяна Фащук



ЛУЧШИЕ ВЫПУСКНИКИ БНТУ НАГРАЖДЕНЫ ДИПЛОМАМИ БЕЛЭНЕРГО

29 июня представители ГПО «Белэнерго» – начальник управления релейной защиты и автоматики Н.П. Пашкович и начальник управления эксплуатации электротехнического оборудования В.Г. Петкевич – наградили победителей конкурса на лучший дипломный проект энергетического факультета Белорусского национального технического университета. Организаторами мероприятия выступили БНТУ и ГПО «Белэнерго». Конкурс проводился впервые с целью установления плодотворного сотрудничества между БНТУ и организациями Минэнерго.

Специальные дипломы ГПО «Белэнерго» были вручены в двух номинациях восьми лучшим выпускникам, продемонстрировавшим хорошие технические знания и глубокое понимание процессов в области энергетики.

В номинации «Теплоэнергетика» обладателями дипломов 1-й степени стали **Антон Жолнерович** (дипломный проект «Проектирование двухблочной АЭС с реакторами ВВЭР-600»), **Станислав Трусов** («Проект ТЭС с разработкой программного обеспечения инвариантной САР с дифференциатором»), **Роман Осташков** («Реконструкция Светлогорской ТЭЦ») и **Павел Мартынянов** («Проект котельной для санатория-профилактория БНТУ»).

В номинации «Электроэнергетика» дипломы 2-й степени получили **Алексей Мойсиевич** («Релейная защита и автоматика основного оборудования КЭС



мощностью 1500 МВт») и **Файзимади Борон** («Проектирование расширения ТЭЦ мощностью 360 МВт с установкой ПГУ 400 МВт»). Дипломами 3-й степени отмечены работы **Надежды Азаркевич** («Проектирование электрической части

ТЭЦ мощностью 720 МВт с разработкой электродвигательной мощностью 80 МВт») и **Ильи Сипачева** («Релейная защита и автоматика элементов КЭС мощностью 1200 МВт»).

Представители ГПО «Белэнерго» выразили уверенность, что молодые специалисты смогут применить свои знания на практике в полном объеме, заверили выпускников в постоянной поддержке и призвали их развивать потенциал, которым они обладают как будущие лидеры энергетической отрасли.

Поздравляем победителей! Желаем выпускникам удачи во всех начинаниях и творческих успехов в реализации энергетических проектов!

Подготовила Татьяна Фащук



МГЭК СЕГОДНЯ: ОБУЧЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИЙ

УО «Минский государственный энергетический колледж» (МГЭК) – единственное в Беларуси учреждение образования, где готовят специалистов среднего звена для энергетики.

МГЭК был основан в 1971 году как Минский энергетический техникум, с 2000 года носит современное название. Сегодня в колледже большое внимание уделяется внедрению передовых разработок в образовательный процесс, компьютеризации и информатизации. Миссия МГЭК – создание инновационно-развивающей среды, обеспечивающей подготовку конкурентоспособных специалистов, владеющих общими и профессиональными компетенциями, имеющих высокий уровень культуры и востребованных на рынке труда.

Сегодня МГЭК готовит кадры по пяти специальностям:

- «Техническая эксплуатация оборудования электрических станций» (квалификация «техник-электрик»);
- «Техническая эксплуатация оборудования тепловых электрических станций» (квалификация «техник-теплотехник»);
- «Техническая эксплуатация систем автоматического регулирования и контроля на тепловых электрических станциях» (квалификация «техник-теплотехник»);

- «Строительство зданий и сооружений» (квалификация «техник-строитель»);

- «Монтаж и эксплуатация систем теплогазоснабжения и вентиляции» (квалификация «техник-технолог-строитель»). Это новая специальность, которую открыли в 2021 году, первый выпуск запланирован на 2025 год. Обучение доступно в очной и заочной форме.

Ежегодно в МГЭК получают среднее специальное образование более 1000 юношей и девушек из Беларуси и стран ближнего зарубежья. Выпускники колледжа трудятся в сфере тепло- и электроэнергетики, теплогазоснабжения, автоматизации теплоэнергетических процессов, промышленного и гражданского строительства. В вузы поступает до 75 % выпускников.

С 2000 года в колледже действуют курсы переподготовки и курсы повышения квалификации для широкого круга специалистов («Техник РЭС», «Диспетчер оперативно-диспетчерской службы», «Диспетчер подстанций напряжением 110–330 кВ», «Начальник РЭС, главный инженер РЭС», «Мастер службы ЛЭП», «Мастер СМР», «Мастер РЭС», «Диспетчер РДС»). Здесь также можно повысить квалификацию или пройти переподготовку по рабочим профессиям. Обучение проводится как на базе колледжа, так и с выездом на предприятие.



С 2009 года в учреждении начата подготовка специалистов среднего звена для Белорусской АЭС.

УО «Минский государственный энергетический колледж» является крепкой платформой для продолжения профессионального образования и успешной работы в энергетической сфере. Наши выпускники – это настоящее и будущее белорусской энергетики.

В.В. Журавлева, заместитель директора МГЭК по воспитательной работе, преподаватель 1-й категории

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Европе предсказали усиление кризиса

Аналитики МЭА прогнозируют, что к концу декабря спрос на электроэнергию на европейском рынке сократится до самого низкого уровня с 2002 года. Снижение на 3 % будет обусловлено кризисом производства в секторе тяжелой промышленности и других энергоемких отраслях экономики.

В июльском докладе МЭА отмечено, что спад производства в Европе объясняется общим удорожанием энергоресурсов в сравнении с докризисными показателями. По итогам первой половины 2023 года цены на электроэнергию составили около € 100 за мегаватт-час. Это более чем вдвое превышает средний уровень 2019-го (€ 40).

В текущем году кризис, вероятнее всего, усилится из-за того, что многие отрасли европейской экономики до сих пор не оправались от негативных последствий прошлогоднего спада производства – не помогли ни значительный рост электрификации в регионе, ни рекордный объем проданных электромобилей и теплонасосов. Так, по итогам первой половины 2023 года суммарный спрос на электроэнергию со стороны энергоемких отраслей сократился на 6 % по сравнению с аналогичным периодом 2022-го.

Последствия удорожания энергоресурсов вкупе с сокращением производства уже почувствовала крупнейшая экономика Европы – германская. По итогам мая 2023 года в секторе обрабатывающей промышленности ФРГ спад составил 0,2 % по сравнению с апрелем. А в такой энергоемкой отрасли, как фармацевтика, снижение спроса на ресурсы составило 13,1 %.

Саудовская Аравия решила продлить ограничения на добычу нефти

Саудовская Аравия продлит добровольное сокращение добычи нефти на 1 млн барр./сут на сентябрь. Об этом со ссылкой на официальный источник в министерстве энергетики сообщило Саудовское агентство печати (SPA).

Уточняется, что страна может в дальнейшем сохранить или увеличить объем сокращения добычи. Принятое решение связано с мерами предосторожности, предпринимаемыми

странами ОПЕК+ для поддержания стабильности и баланса на нефтяных рынках. В результате в сентябре суточная добыча в стране составит примерно 9 млн барр.

4 июня на встрече стран ОПЕК+ в Вене участники альянса договорились с 1 января 2024 года снизить общую квоту добычи на 1,6 млн барр./сут – до 40,46 млн барр. Само соглашение ОПЕК+ было продлено до 31 декабря 2024 года.

Ранее Саудовская Аравия приняла решение снизить суточную добычу нефти дополнительно на 1 млн барр. в июле и августе. Решения о добровольном снижении добычи нефти за пределами договоренностей в рамках соглашения ОПЕК+ приняли девять стран, в том числе Россия.

Досрочный выход стран Балтии из ЭК БРЭЛЛ приведет к удорожанию электроэнергии в регионе

3 августа главы правительств Латвии, Литвы и Эстонии подписали совместную декларацию о досрочном выходе из российской электросети не позднее февраля 2025 года (прежняя формулировка – «не позднее 2025 года»). Документ был дополнен соглашением между системными операторами стран Балтии. В декларации также отмечена важность проекта Harmony Link, предполагающего прокладку подводного кабеля и строительство ЛЭП между Литвой и Польшей общей протяженностью 330 км и мощностью 700 МВт к началу 2028 года.

В 2018 году страны Балтии, Польша и ЕК подписали в Брюсселе соглашение о синхронизации электросетей Латвии, Литвы и Эстонии через Польшу с сетями континентальной Европы. Три прибалтийские страны решили окончательно выйти из энергокольца БРЭЛЛ, чтобы добиться энергонезависимости от России. Стоимость проекта составляет € 1,6 млрд.

По мнению экспертов, драматического эффекта для участников российского энергорынка после выхода стран Балтии из ЭК БРЭЛЛ не будет, риск существует только для Калининградской области. Ожидается, что после синхронизации с сетями континентальной Европы прибалты ежегодно будут платить за электроэнергию на \$ 250 млн больше (в ЕС генерация более дорогая), а за выбросы CO₂ – еще дополнительно около \$ 150 млн.



Нидерланды прекратят добычу газа в Гронингене

С 1 октября Нидерланды прекратят добычу природного газа на месторождениях в северо-восточной провинции Гронинген. Причина – ущерб, причиненный многочисленными (около 1600) землетрясениями, связанными с разработкой месторождения. Всего из-за них пострадали около 100 тыс. человек. С 2012 года в районе Гронингена было снесено более 3300 зданий, так как проживать в них стало небезопасно. В 2023 году правительство Нидерландов пообещало



японской стороны с лидерами США и Южной Кореи в Вашингтоне.

Энергоблоки АЭС «Вогл» могут стать последними в США

По сообщению агентства «Интерфакс», в США (штат Джорджия) введен в промышленную эксплуатацию третий энергоблок АЭС «Вогл» (Vogtle). Это первый построенный за 30 лет в стране ядерный реактор.

Энергоблок мощностью 1100 МВт должны были ввести в строй в 2016 году, однако его строительство затянулось на семь лет из-за ужесточения мер безопасности после аварии на АЭС «Фукусима-1». Это ударило по бюджету проекта – на сооружение энергоблока было потрачено \$ 30 млрд вместо запланированных \$ 14 млрд.

Четвертый энергоблок АЭС «Вогл» планируют запустить в начале 2024 года. После этого станция станет вторым по величине источником энергии в США после ГЭС «Гранд-Кули» в штате Вашингтон. Поскольку возведением американских АЭС занимается только государство, третий и четвертый блоки из-за перерасхода финансовых средств могут стать последними в США.

потратить на компенсацию ущерба жителям района € 22 млрд в течение 30 лет.

Гронингенское газовое месторождение было открыто в 1959 году и сделало Нидерланды крупнейшим производителем природного газа в Европе после Норвегии. За 60 лет было добыто более 2300 млрд м³ газа, примерно половина его пошла на экспорт, в том числе в Германию.

В 2018 году было объявлено о прекращении добычи, но в условиях энергетического кризиса ее решили продлить. 1 октября 2022 года Нидерланды снизили добычу газа на месторождении в 1,6 раза. Страна обещала прибегнуть к ее наращиванию только в условиях чрезвычайной ситуации, если иссякнут запасы газа для голландских домохозяйств.

Япония достроила водосброс для радиоактивных отходов АЭС «Фукусима-1»

На фоне сильного противодействия со стороны международного сообщества Япония ускорила строительство инфраструктуры, предназначенной для сброса воды с АЭС «Фукусима-1» в Тихий океан.

Гендиректор МАГАТЭ Рафаэль Гросси во время своего



визита в Японию 4–7 июля заявил, что сброс очищенной воды со станции будет иметь незначительные последствия для окружающей среды и людей и не противоречит международным стандартам безопасности. Между тем Россия и Китай направили Японии перечень технических проблем, которые возникнут в результате этих действий. В МИД Китая считают, что Токио может найти альтернативные, более безопасные варианты утилизации воды с АЭС.

Предполагается, что сброс радиоактивных отходов с «Фукусимы-1» может начаться ближе к осени, после переговоров

В Китае создан инновационный двигатель внутреннего сгорания

Китайская компания GAG (Guangzhou Automotive Group) разработала двигатель, работающий на жидком аммиаке. Как основу для экологически чистого топлива аммиак изучают уже давно. В большинстве случаев его рассматривают как источник водорода. При хранении аммиак не нужно сжимать или охлаждать до сверхнизких температур. Использовать его в качестве топлива планируют в первую очередь для грузового, железнодорожного транспорта и судов. Самое простое решение – создание топливных элементов на аммиаке, которые преобразуют химическую энергию в электрическую с нулевыми выбросами углерода.



В компании GAG пошли по иному пути – здесь разработали двигатель, в котором аммиак непосредственно сжигается, при этом выброс практически минимален. Пока создан двухлитровый двигатель с пиковой мощностью 161 л.с., который подходит для легкового транспорта. Сгорание топлива в нем происходит медленнее, чем в обычных ДВС, что обуславливает проблемы с мощностью на высоких оборотах или холостом ходу. Кроме того, внедрение разработки потребует решения вопросов безопасности, так как аммиак токсичен для людей и окружающей среды.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

В ПРИОРИТЕТЕ – НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

С целью повышения надежности и управляемости газораспределительной системы, безотказности ее работы, эффективности эксплуатации объектов газоснабжения и качества услуг, предоставляемых потребителям, в отрасли реализуется Программа комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы в редакции постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 13 декабря 2022 г. № 44 (далее – Программа).

Программой предусмотрены мероприятия, направленные на совершенствование и обновление производств газовой сферы для обеспечения надежности газораспределительной системы, безопасности и эффективности газоснабжения.

Строительство новых объектов газораспределительной системы

Важнейшим направлением модернизации является строительство новых объектов газораспределительной системы. В рамках Программы сооружаются закольцовки, параллельные участки газопроводов (лупинги) для увеличения пропускной способности основных участков, подводящие газопроводы к населенным пунктам для перевода на природный газ потребителей, газоснабжение которых осуществлялось от резервуарных установок сжиженного газа, а также газорегуляторные пункты (далее – ГРП), шкафные газорегуляторные пункты (далее – ШРП), узлы учета газа, установки электрохимической защиты газопроводов (далее – установки ЭХЗ).

В настоящее время в рамках Программы построено более 200 км газопроводов высокого и среднего давления, в том числе подводящие газопроводы к последнему негазифицированному природным газом г.п. Кривичи (Мядельский район Минской области), агрогородкам Хотляны (Узденский район Минской области), Людвиги-

ново и Долгиново (Вилейский район Минской области) и др. Впервые подан природный газ в более чем 50 населенных пунктов.

Перевод жилого фонда со сжиженного на природный газ направлен также на повышение безотказности газоснабжения и безопасности использования газа в быту, снижение затрат газоснабжающих организаций, связанных с эксплуатацией отработавших свой ресурс резервуарных установок для СУГ и доставкой сжиженного газа потребителям.

Сооружение кольцевых газопроводов

Поскольку газоснабжение жилого фонда, промышленных и коммунально-бытовых потребителей в ряде крупных городов Республики Беларусь осуществляется от тупиковых газопроводов, а в отдельных городах природный газ подается от одного источника газоснабжения – газораспределительной станции (далее – ГРС), возникновение внештатных ситуаций на отдельных участках может привести к ограничениям или отключениям подачи газа потребителям. Для предотвращения таких рисков Программой предусмотрено строительство кольцевых газопроводов и 10 дополнительных участков газопроводов-перемычек для обеспечения подачи газа от нескольких источников.

Практика строительства газопровода высокого давления 1-й категории для закольцовки ГРС «Восточная» и ГРС «Северная» (Минск и Минский район) показала, что реализация проекта уже на первом этапе позволила стабилизировать входное давление газа на Минской ТЭЦ-3 независимо от режимов работы оборудования.

В рамках Программы для реализации проектов по строительству закольцовок построено более 170 км газопроводов. В 2021–2022 годах выполнено строительство закольцовки сетей в городах Бресте, Витебске, Гомеле, Бобруйске, Логойске, Слуцке, городских поселках Краснополье, Хотимск, Чериков (Могилевская область), Руденск (Минская область), Шумилино (Витебская область) и других населенных пунктах.

В 2023 году завершено строительство газопроводов для закольцовки ГРС «Житковичи»



Природный газ пришел в аг. Гацук Слуцкого района Минской области

(Гомельская область) и ГРС «Давид-Городок» (Брестская область), ГРС «Ясень» и ГРС «Бобруйск» (Могилевская область), в Минской области начато строительство закольцовки ГРС «Смолевичи» и ГРС «Гончаровка». Ряд важнейших объектов находится на стадии проектирования.

Реализация проектов строительства закольцовок будет способствовать бесперебойности газоснабжения потребителей и в перспективе обеспечит повышение устойчивости всей системы. Кроме того, появится возможность поставлять природный газ от разных магистральных газопроводов-отводов и газораспределительных станций. При ликвидации внешних ситуаций и производстве ремонтных работ это позволит не прерывать газоснабжение населения и крупных потребителей, стратегически важных для национальной экономики.

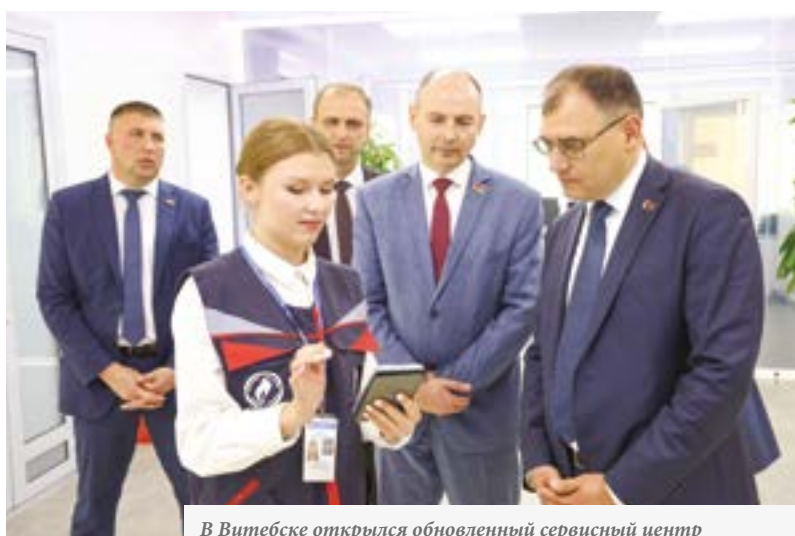
Цифровая трансформация

В рамках реализации Программы активно ведется перспективное проектирование важнейших объектов. С целью автоматизации процессов и сокращения сроков проведения проектных работ широко используются программные продукты, которые поддерживают BIM-технологии.

Осуществление дистанционного контроля и управления технологическими процессами, повышение оперативности реагирования и принятия решений при различных нештатных ситуациях, отклонениях в работе технологического оборудования объектов – необходимое условие для обеспечения надежности газоснабжения. В связи с этим в отрасли активно осуществляются мероприятия по реконструкции и модернизации систем телеметрии, связи, модернизации диспетчерских пунктов дистанционного контроля, а также действующих систем телеметрии ГРП и ШРП, установок ЭХЗ.

Актуальным направлением инвестирования является автоматизация управления объектами газораспределительной системы в рамках концепции «умный город»: оснащение зон действия установок электрохимической защиты системой «Интеллектуальный КИП», установка на газорегуляторных пунктах технологического оборудования с дистанционным управлением и возможностью автоматической регулировки давления, создание на газопроводах пунктов контроля давления и скорости потока газа.

Особое внимание при реализации Программы уделяется цифровой трансформации производственной деятельности газоснабжающих организаций. В объединении осуществляются мероприятия, направленные на повышение эффективности управления бизнес-процессами и взаимодействия с потребителями, расширение области применения инновационных технологий и IT-решений.

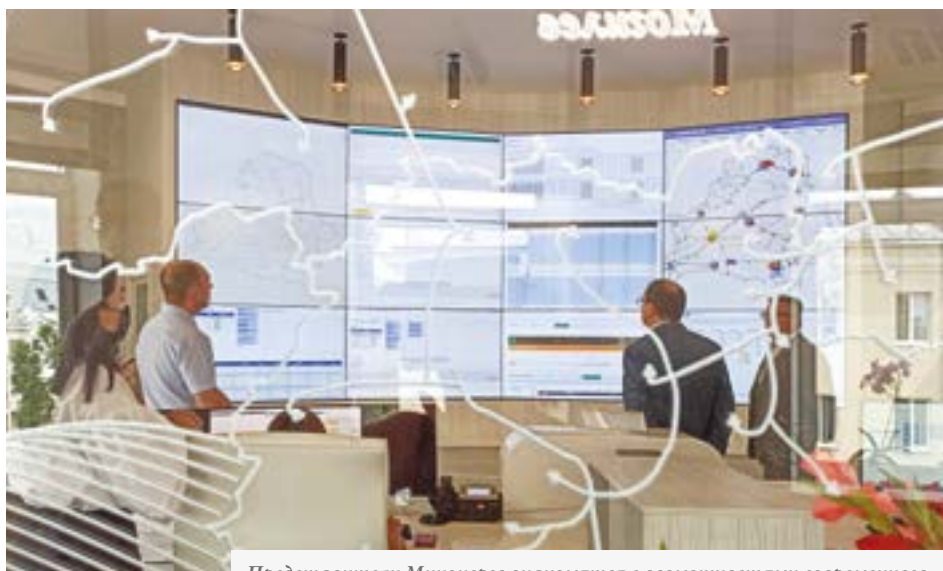


В Витебске открылся обновленный сервисный центр технического обслуживания потребителей газа

В частности, в рамках Программы в организациях газовой отрасли внедряются новые и модернизируются действующие системы диспетчерского управления объектами (SCADA-систем), создаются системы диспетчерского управления объектами с внедрением современных программных продуктов, активно используются системы для автоматизации обращений клиентов и программное обеспечение, направленное на повышение эффективности взаимодействия с потребителями при предоставлении услуг, модернизируется IT-инфраструктура с внедрением высокоэффективного отказоустойчивого оборудования.

В отрасли на системной основе ведется реконструкция производственных баз филиалов газоснабжающих организаций – открываются современные сервисные центры, оснащенные безбарьерной средой, применяются передовые программные комплексы, приборы, новейшие технологии. Основными задачами таких центров являются организация современного технического обслуживания и ремонтно-технических работ газового оборудования потребителей, а также работ по учету расхода газа и расчетам за потребленный газ.

Миссия – создание условий для



Представители Минэнерго знакомятся с возможностями современного оборудования ГПО «Белтопгаз»

устойчивого газоснабжения

Программой предусмотрено, что миссией газоснабжающих организаций в области качества является создание условий для качественного предоставления услуг всем категориям потребителей и эффективного выполнения работ при эксплуатации объектов газораспределительной системы.

За период действия Программы будут существенно обновлены основные средства газоснабжающих организаций за счет строительства 479,1 км газопроводов высокого и среднего давления, закольцовок и лупингов общей протяженностью 294 км, 98 узлов учета газа и установок ЭХЗ, реконструкции 88,7 км газопроводов. В рамках комплексной модернизации планируется заменить на новые, реконструировать и модернизировать более 1300 ГРП (ШРП, КРД), РУ СУГ, а также 1417 установок ЭХЗ, 35 объектов ГНС и АГЗС, 1423 системы телеметрии ГРП (ШРП), 247 объектов производственных баз, учебно-тренировочных полигонов, технических классов и др. Будут выполняться капитальные и текущие ремонты газового

оборудования и ряд других работ по обновлению и техническому оснащению газовой отрасли.

Для поддержания технически исправного состояния объектов газораспределительной системы предусмотрено выполнение технического обследования и технического диагностирования газопроводов, в том числе с внедрением современных методов телеинспекции и акустической эмиссии, а также капитальный и текущий ремонты порядка 6 тыс. ГРП и участков газопроводов.

Реализация Программы позволит повысить эффективность выполнения работ при эксплуатации объектов газораспределительной системы и качества предоставляемых услуг потребителям также за счет обновления транспортных средств

оперативного и специального назначения; ежегодного приобретения не менее 5 000 единиц современных высокоэффективных приборов и оборудования. Существенный вклад в повышение устойчивости работы газоснабжающей системы внесет цифровая трансформация производственной деятельности предприятий – внедрение и модернизация систем диспетчерского управления данными и IT-инфраструктуры.

Одним из важных эффектов от осуществления мероприятий Программы станет обновление нормативной базы газовой отрасли: документом предусмотрена разработка 419 инновационных методик, локальных нормативных документов по обследованию и техническому обслуживанию эксплуатируемых объектов сторонними организациями, а также ежегодное обучение не менее 7 000 работников и др.

Планируется, что будет обеспечено достижение предусмотренного Программой комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы сводного целевого показателя по темпу роста инвестиций в основной капитал – не менее 3,0 %.

Таким образом, самым ожидаемым результатом реализации Программы станет комплексная модернизация производств газовой сферы, что в свою очередь позволит обеспечить надежность, безопасность и эффективность газоснабжения, а также повысить управляемость газораспределительной системы.

Подготовила Ольга Гончар

По материалам Программы комплексной модернизации газовой сферы на 2021–2025 годы, а также информации, предоставленной Управлением капитального строительства ГПО «Белтопгаз»



О.М. ЛУГОВСКАЯ,
к.ф.-м. н., начальник Департамента по
ядерной и радиационной безопасности
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь (Госатомнадзор)



НАПРАВЛЕНИЯ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ БЕЛАРУСИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В РАМКАХ КОНВЕНЦИИ О ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В марте 2023 года объединенным обзорным совещанием договаривающихся сторон в штаб-квартире МАГАТЭ (Вена, Австрия) завершился очередной цикл Конвенции о ядерной безопасности. Он охватывал шестилетний период (2017–2022), в течение которого в нашей стране произошли значимые события, связанные с реализацией национальной ядерной энергетической программы, включая начало промышленной эксплуатации энергоблока № 1 Белорусской АЭС. В итоговом документе совещания – Обзорном отчете по Беларуси – договаривающиеся стороны Конвенции наряду с четырьмя вызовами и пятью предложениями для нашей страны отметили девять направлений успешной работы. В статье рассматриваются предпринятые в Беларуси действия, по результатам которых данные направления работы признаны успешными.

Организационные документы Конвенции о ядерной безопасности определяют, что направление успешной работы – это практика, политика или программа, которые заслуживают одобрения и которые были предприняты и реализованы эффективно. Они являются значительным достижением для конкретной договаривающейся стороны, хотя могли быть уже реализованы другими сторонами.

Приведем формулировки из Обзорного отчета по Беларуси 2023 года по каждому из девяти отмеченных направлений успешной работы (выделены курсивом) с необходимыми пояснениями.

1. Использование инструментария МАГАТЭ для оценки реализации проекта АЭС

«Беларусь заслуживает похвалы за выполнение своих международных обязательств и демонстрацию постоянного совершенствования путем проведения многочисленных

экспертных оценок МАГАТЭ, таких как миссии по комплексной оценке регулирующей инфраструктуры IRRS (2016 г.), по оценке площадки и внешних воздействий SEED (2017 г.), по вопросам аварийной готовности и реагирования EPREV (2018 г.), по учету и контролю ядерных материалов ISSAS (2019 г.), по вопросам эксплуатационной готовности pre-OSART (2019 г.), по комплексной оценке ядерной инфраструктуры INIR 3 (2020 г.), по вопросам физической защиты IPPAS (2021 г.) и пост-миссия IRRS (2021 г.), включая последующие мероприятия. Беларусь также провела стресс-тесты Белорусской АЭС в соответствии с методологией Европейской группы органов регулирования ядерной безопасности (ENSREG), которые включали партнерский обзор (2016–2018 гг.). В рамках политики прозрачности и открытости Беларусь добровольно публикует отчеты в открытом доступе».

Приглашение международных оценочных миссий и партнерских проверок является добровольным решением нашей страны. Подготовка к их проведению занимает продолжительное время и требует значительных ресурсов, прежде всего человеческих. Например, к миссии IRRS (2016) Госатомнадзор готовился полтора года. Подготовка включала самооценку по опроснику МАГАТЭ, содержащему более 3 тыс. вопросов.

Тем не менее, с учетом значимости рекомендаций международных экспертов для развития в Республике Беларусь инфраструктуры ядерной энергетики в целом и регулирующей инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности в частности, наша страна пошла по пути максимального использования инструментария МАГАТЭ и приняла все ключевые миссии, которые Агентство рекомендует стране-новичку в области ядерной энергетики.

В ходе 7-го обзорного совещания в 2017 году договаривающиеся сто-



роны Конвенции о ядерной безопасности установили, что подготовка и проведение всех запланированных миссий в условиях насыщенного графика работ по сооружению БелАЭС и выполнение рекомендаций и предложений предыдущих миссий является вызовом для Беларуси. В 2023 году стороны пришли к выводу, что с этим вызовом наша страна справилась.

2. Корректировка сроков проведения экспертизы безопасности

«Беларусь заслуживает высокой оценки за изменение сроков проведения экспертизы безопасности, которые теперь основаны на объеме документов, подлежащих рассмотрению для обоснования решения о безопасности».

Ранее в белорусском законодательстве по вопросам лицензирования сроки проведения экспертизы безопасности для выдачи лицензии на право осуществления деятельности в области атомной энергии были фиксированными и составляли не более одного года с момента обращения заявителя в лицензирующий орган.

С принятием Указа Президента Республики Беларусь от 5 апреля 2021 года № 137 «О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения» сроки привязаны к объему документов, подлежащих рассмотрению для обоснования решения о безопасности. Госатомнадзор разрабатывает техническое задание на проведение экспертизы безопасности и формирует пул экспертов в области использования атомной энергии, совместно

с которыми определяет необходимый временной и человеческий ресурс для выполнения задания. При этом учитывается предыдущий опыт лицензирования в отношении БелАЭС.

3. Учет российского опыта эксплуатации энергоблоков, аналогичных блокам БелАЭС

«Положительно отмечен обмен информацией об опыте эксплуатации референтных энергоблоков АО «Концерн Росэнергоатом» (Ленинградская, Нововоронежская АЭС) и энергоблоков Белорусской АЭС, включая углубленный анализ событий и обмен отчетами о расследовании».

Для белорусских организаций, участвующих в реализации ядерной энергетической программы, приоритетом международного сотрудничества стало как двустороннее, так и многостороннее взаимодействие с организациями страны – поставщика ядерных технологий (Российской Федерации). К ним относятся:

- Ростехнадзор (российский регулирующий орган в области ядерной и радиационной безопасности) и организации его технической поддержки;
- Госкорпорация «Росатом» и предприятия и организации, входящие в ее структуру, включая АО «Атомстройэкспорт» и АО «Росэнергоатом» (эксплуатирующая организация).

В России действуют станции-аналоги БелАЭС, наработан опыт их эксплуатации, лицензирования, осуществления надзорных мероприятий и других регулирующих действий. Российская сторона оказывает всемерное содействие развитию в Беларуси инфраструктуры ядерной

энергетики, включая инфраструктуру ядерной и радиационной безопасности.

По линии эксплуатирующей организации обеспечивается обучение на станциях в Российской Федерации персонала Белорусской АЭС, российские коллеги в дружественном и открытом формате делятся своим опытом эксплуатации энергоблоков-аналогов, в том числе результатами анализа и расследований различных событий.

Со своей стороны, с учетом результатов контрольно-надзорной деятельности в отношении ГП «Белорусская АЭС» и АО «Атомстройэкспорт», Госатомнадзор предложил предпринять ряд мер для развития механизмов взаимодействия ГП «Белорусская АЭС» с российскими коллегами и его формализации и приветствовал конкретные практические действия в этом направлении.

4. Автоматизация работы инспекторов Госатомнадзора

«Белорусский регулирующий орган внедрил Интеллектуальную информационную систему инспектора для поддержки надзора в области ядерной и радиационной безопасности как инструмент автоматизации надзорной деятельности, управления всеми результатами надзора и поддержки эффективного планирования проверок».

Программный продукт «Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности» был разработан научно-исследовательским учреждением «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета по заказу Госатомнадзора в рамках государственной научно-технической программы «Интеллектуальные информационные технологии» в целях технического обеспечения надзорной деятельности.

Программный продукт был принят в опытную эксплуатацию в 2020 году, активно используется с 2021 года. Система содержит следующие модули: модуль 1 «Контроль (надзор) за обеспечением безопасности при сооружении и вводе в эксплуатацию Белорусской АЭС, включая контроль (надзор) за оборудованием, систе-

мами и элементами энергоблоков № 1, 2 Белорусской АЭС»; модуль 2 «Контроль (надзор) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения».

Интеллектуальная информационная система позволяет хранить и оперативно обрабатывать результаты лицензионной, контрольно-надзорной деятельности, которая была проведена в отношении организаций, участвующих в проекте Белорусской АЭС (с 2022 года – и в отношении иных поднадзорных организаций), информацию технического характера о различных событиях, работе оборудования, управлении старением и пр.

Наличие Интеллектуальной информационной системы вносит существенный вклад в планирование надзорной деятельности, а также в проведение комплексного анализа обеспечения ядерной и радиационной безопасности на ядерно и радиационно опасных объектах с учетом различных факторов и взаимосвязей между ними.

5. Создание программного документа по надзору за эксплуатацией Белорусской АЭС

«При участии европейских экспертов регулирующим органом разработана и внедрена Базовая программа надзора на этапе эксплуатации АЭС, включающая тематические области и вопросы регулирующего надзора, выделяемые ресурсы, периодичность надзорных мероприятий, а также критерии изменения такой периодичности».

Базовая программа надзора на АЭС на этапе эксплуатации введена в действие приказом Госатомнадзора от 3 декабря 2021 года № 88. В ней определены 4 тематические области и 11 тематических направлений осуществления надзора, в том числе:

- управление проектом АЭС;
- обеспечение эксплуатационной безопасности и учет опыта эксплуатации;
- радиационная безопасность;
- обращение с радиоактивными отходами (РАО);
- аварийная готовность и реагирование;
- физическая защита;
- учет и контроль ядерных материалов (ЯМ);
- устойчивость функционирования эксплуатирующей организации;
- системы управления эксплуатирующей организации;
- культура безопасности и лидерство;
- система подготовки персонала.

Взаимосвязь направлений и тематических областей представлена на рисунке.

Наличие Базовой программы надзора позволяет системно подходить к планированию и осуществлению надзорной деятельности в отношении Белорусской АЭС при эксплуатации энергоблоков станции.

6. Проведение Госатомнадзором самооценки культуры безопасности

«Проведена первая самооценка культуры безопасности в регулирующем органе».

Понятие «культура безопасности» является неотъемлемым атрибутом

профессиональной деятельности в атомной отрасли и предполагает такой набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, при котором вопросы безопасности обладают высшим приоритетом и им уделяется должное внимание, определяемое их значимостью.

Основой развития культуры безопасности являются соответствующая кадровая, организационная политика и система управления вовлеченных органов и организаций, прежде всего – регулирующего органа в области ядерной и радиационной безопасности, который, опираясь на компетенции своих работников, становится примером для других.

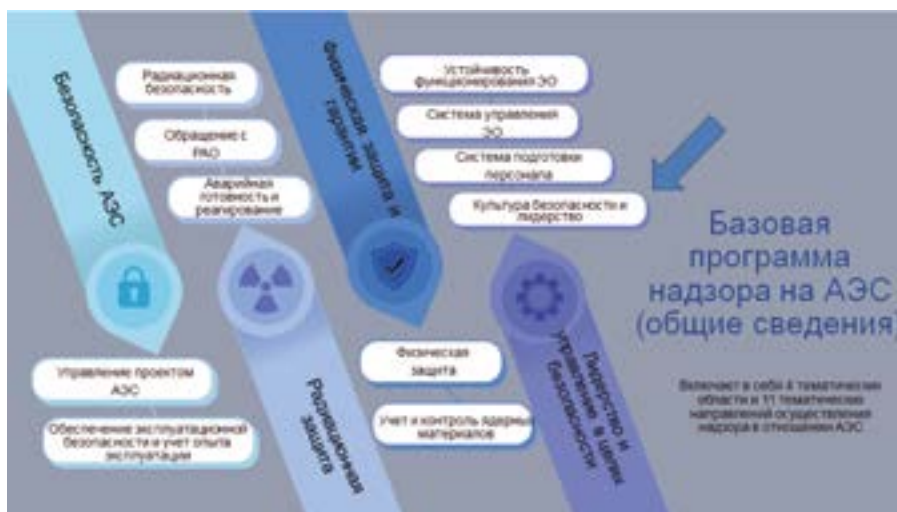
Важно не только декларировать развитие культуры безопасности, но и проводить регулярные оценки ее состояния, своевременно выявлять проблемные вопросы и негативные тенденции, отмечать и развивать положительные практики.

В 2021 году в Госатомнадзоре впервые было организовано проведение самооценки культуры безопасности на основе документа МАГАТЭ 2019 года – Руководства по самооценке культуры безопасности для регулирующего органа. Процедуре предшествовала большая подготовительная работа, которая была выполнена при методологической поддержке экспертов Агентства. На основе результатов самооценки разработаны и реализуются мероприятия, направленные на дальнейшее развитие культуры безопасности в регулирующем органе.

7. Проведение общественных слушаний перед выдачей лицензии на эксплуатацию первого энергоблока АЭС

«Проведены первые в истории белорусского регулирующего органа общественные слушания перед выдачей лицензии на промышленную эксплуатацию энергоблока № 1 Белорусской АЭС».

Нормативная правовая база, необходимая для организации общественных слушаний по линии Госатомнадзора, была сформирована в 2019 году с учетом соответствующей рекомендации миссии IRRS 2016 года и изучения опыта других стран.



Первые в истории белорусского регулятора общественные слушания были проведены 30 апреля 2021 года перед выдачей лицензии на промышленную эксплуатацию энергоблока № 1 БелАЭС. С учетом эпидемиологической обстановки мероприятие было проведено в «гибридном» формате: в областных центрах и г. Минске работали 9 студий, объединенных видеоконференцсвязью. Была также организована трансляция события для СМИ и зарубежных наблюдателей.

В слушаниях приняли участие около 150 человек, прозвучали 16 выступлений и были заданы 74 вопроса со стороны представителей общественности. Мероприятие позволило довести до широкой аудитории обоснованность предстоящего решения о выдаче лицензии с учетом всех аспектов обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Высказанные мнения и заданные вопросы были учтены при принятии коллегией МЧС решения о выдаче лицензии и при формулировании условий ее действия.

Материалы общественных слушаний Госатомнадзор разместил в открытом доступе на своем Интернет-ресурсе.

8. Комплексный подход к выдаче персональных разрешений на право работы в атомной отрасли

«Беларусь внедрила комплексный подход к выдаче персональных разрешений, который также включает разработку и дальнейший контроль лицензионных условий для каждого разрешения в отдельности».

Выдача работникам эксплуатирующей организации персональных разрешений на право осуществления работ по использованию атомной энергии является одним из основных инструментов, с помощью которого регулирующий орган может удостовериться в том, что эксплуатация АЭС находится в надежных руках. Эта процедура предусмотрена для тех категорий работников, чьи действия могут оказать влияние на безопасность.

Для получения таких разрешений претендентами должен быть выполнен ряд условий, в частности, успешно пройдена программа про-

фессиональной подготовки, документально подтверждено отсутствие медицинских противопоказаний, пройдено психофизиологическое обследование. При соблюдении этих условий кандидаты проходят оценку знаний в комиссии регулирующего органа. При этом Госатомнадзором оценивается знание нормативных правовых актов и различных вопросов, связанных с обеспечением ядерной и радиационной безопасности, а также качество подготовки персонала, приверженность принципам и культуре безопасности. Процесс оценки знаний организован как в форме тестирования, так и в форме устного экзамена – для старших должностных лиц лицензиата. При необходимости регулирующий орган устанавливает дополнительные требования, которые содержатся в выданном конкретному кандидату персональном разрешении.

В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 октября 2015 года № 854 предусмотрены следующие виды работ, на осуществление которых необходимо получить персональное разрешение:

- руководство эксплуатирующей организацией;
- ведение технологического процесса на объекте использования атомной энергии;
- обеспечение учета и контроля ЯМ, отработавших ЯМ и эксплуатационных РАО;
- сбор, переработка, транспортировка, хранение и захоронение эксплуатационных РАО;
- осуществление ведомственного (производственного) контроля ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации объекта использования атомной энергии, обращении с ЯМ, отработавшими ЯМ и эксплуатационными РАО;
- обеспечение физической защиты объектов использования атомной энергии, ЯМ, отработавших ЯМ, эксплуатационных РАО.

9. Лицензирование каждого этапа и подэтапа ввода энергоблоков АЭС в эксплуатацию

«Беларусь внедрила тщательный и поэтапный подход к лицензиро-

ванию этапов и подэтапов ввода энергоблоков в эксплуатацию».

При лицензировании ввода в эксплуатацию энергоблока № 1 Белорусской АЭС с учетом специфики Беларуси как страны-новичка был применен поэтапный подход: для каждого этапа/подэтапа ввода энергоблока эксплуатирующая организация последовательно получала соответствующие разрешительные документы.

Процесс лицензирования предусматривал оценку физической готовности систем и оборудования АЭС к реализации этапа/подэтапа, экспертизу документов, обосновывающих безопасность, а также оценку соответствия организационных и технических возможностей эксплуатирующей организации лицензионным требованиям и условиям. Решения о выдаче лицензий базировались на результатах указанных экспертиз и оценок.

Поэтапный подход к выдаче разрешительных документов позволил как регулятору, так и эксплуатирующей организации, которые осуществляли подобную деятельность впервые, уделить внимание всем деталям и аспектам, влияющим на безопасность, и обеспечить готовность объекта к безопасному функционированию.

Заключение

Наличие девяти направлений успешной работы в выводах договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности в отношении Республики Беларусь – наглядное свидетельство системной и последовательной работы по достижению высокого уровня безопасности со стороны белорусских органов государственного управления и регулирования в области ядерной и радиационной безопасности, организаций и специалистов, а также российских партнеров, вовлеченных в реализацию первой ядерной энергетической программы нашей страны.



С.Г. ПЕРЦЕВ,
главный специалист ОРЗА
РУП «Белэнергосетьпроект»

АНАЛИЗ ОПЫТА И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА В БЕЛАРУСИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПОСТАВКУ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

Процессы производства, передачи и потребления электроэнергии в энергосистеме происходят одновременно и требуют постоянного контроля и управления, а аварийные ситуации должны оперативно ликвидироваться. Возможностей человека для отслеживания и координации быстропротекающих процессов недостаточно. По мере усложнения энергосистем решение этой проблемы требует внедрения все более сложных систем релейной защиты, автоматики и противоаварийной автоматики (далее – РЗА), в том числе в рамках реализации технологии «Цифровая подстанция».

Нормативное регулирование в области микропроцессорных устройств и систем

В начале 2000-х годов в Беларуси произошел качественный скачок в области внедрения микропроцессорных систем – с тех пор практически все устройства РЗА, устанавливаемые в Белорусской энергосистеме, выполнены на основе микропроцессоров. Развитие микропроцессорных устройств РЗА и АСУ ТП на подстанциях шло в направлении усложнения и повышения надежности.

В первых микропроцессорных устройствах РЗА и контроллерах в основном использовались либо огра-

ниченные по функционалу варианты протоколов IEC 60870-5-101/103/104, MODBUS, DNP3, либо «фирменные» протоколы (SPA, LON, PROFIBUS), что затрудняло информационный обмен между РЗА, контроллерами и SCADA-системами различных производителей. Для решения этой проблемы в 2003 году были разработаны стандарты серии IEC 61850, которые распространялись на сети и системы связи на подстанции и устанавливали требования к системе и процессу проектирования, правила описания структуры и конфигурации подстанции, организации одноранговой связи и связи клиент-сервер, а также проверки устройств различных производителей на совме-

стимость. Новая версия стандартов, действующая в настоящее время, распространяется на организацию сетей и систем связи для автоматизации энергообъектов. В целом общее количество документов, регламентирующих эти вопросы, приближается к сотне.

Реализация подходов, изложенных в стандартах IEC 61850, позволила создавать принципиально новые системы РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ в рамках концепции цифровой подстанции (ЦПС). Устройства различных производителей получили возможность обмениваться сигналами с использованием GOOSE-сообщений по сети Ethernet, а также обрабатывать оцифрованные аналоговые данные (SV-потoki), получаемые от цифровых трансформаторов тока и напряжения (ТТ и ТН) или специальных устройств, оцифровывающих данные от традиционных ТТ и ТН.

В Беларуси проектирование ЦПС регламентируется стандартом ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.117-18 «Цифровые подстанции. Требования к проектированию».

СПРАВОЧНО

Цифровая подстанция – электроподстанция, оборудованная комплексом цифровых устройств (терминалов) для решения задач РЗА и АСУ ТП, таких как регистрация аварийных событий, учет и контроль качества электроэнергии, телемеханика. Коммуникация устройств между собой и с центральным сервером объекта осуществляется по последовательным каналам связи на базе единых протоколов.

Возможности технологии «Цифровая подстанция»

Рассматривая системы РЗА на ЦПС, можно сделать вывод, что внедрение цифровых технологий с одной стороны приводит к усложнению систем РЗА, а с другой, как это ни парадоксально, повышает их надежность.

Системы РЗА на обычной подстанции требуют регулярного обслуживания, так как работоспособность электромеханических и микроэлектронных устройств и большинство связей между ними в процессе работы контролировать невозможно. Неисправности могут быть выявлены либо в ходе техобслуживания, либо по результатам неправильной работы устройства (несрабатывание, ложное срабатывание), в том числе в процессе ликвидации аварий.

На ЦПС все устройства и коммуникации между ними непрерывно автоматически контролируются, и в случае любой неисправности формируется предупреждение. Это позволяет эксплуатационному персоналу быстро

принять необходимые меры (отремонтировать или заменить устройство, вывести присоединение из работы и т.д.).

Еще более важно, что на ЦПС оцифрованная информация становится доступна для всех устройств, подключенных к сети связи подстанции и поддерживающих соответствующие протоколы. Так, данные о положении коммутационных аппаратов, оцифрованные с помощью контроллера присоединения, доступны для устройств как РЗА, так и АСУ ТП. А одни и те же данные (SV-потoki) от цифровых ТТ и ТН могут быть использованы устройствами РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ.

Рассматривая потенциал технологии «Цифровая подстанция», можно сделать вывод, что за ЦПС – будущее энергосистемы. Для того чтобы это будущее было «безоблачным», необходимо четко представлять себе возможности и ограничения цифровых инноваций и правильно применять их с учетом условий, сложившихся в мире и в Белорусской энергосистеме.

Особенности технических решений ЦПС

В Беларуси в эксплуатацию уже введено несколько ЦПС, ряд других находятся на стадии проектирования или строительства. Каждая из них имеет свои особенности. Рассмотрим основные из этих объектов.

ПС 330 кВ «Могилев-330» (РУП «Могилевэнерго») введена в эксплуатацию 19 ноября 2021 года. Это первая ЦПС в Республике Беларусь, на которой были применены оптические ТТ.

На подстанции установлено оборудование фирмы ABB: оптические ТТ 330 и 110 кВ, электромагнитные ТТ, встроенные в автотрансформаторы (АТ) и на стороне 10 кВ, емкостные/электромагнитные ТН с устройствами сопряжения с шиной процесса (SAM600-VT, SAM600-CT, SAM600-TS), устройства сопряжения ячейки (SAM600-IO), коммутаторы и устройства РЗА (REx670, REF620). Электронные блоки оптических ТТ, устройства сопряжения с шиной процесса (MU) и устройства сопряжения ячейки (IED) размещаются на ОРУ в специальных шкафах. РЗА и счетчики электроэнергии используют одни и те же SV-потoki тока и напряжения (протокол IEC 61850-9-2LE).

На ЦПС организованы шесть независимых сегментов шины процесса с частичным резервированием (передача SV-потокoв и GOOSE-сообщений) и один сегмент шины станции с резервированием по технологии PRP (передача GOOSE- и MMS-сообщений). Устройства РЗА ячеек 10 кВ подключаются непосредственно к шине станции с использованием технологии PRP.

На **ПС 330 кВ «Металлургическая»** (РУП «Гомельэнерго») установлены электромагнитные ТТ и емкостные/электромагнитные ТН. Применяются устройства сопряжения с шиной процесса (MU320), устройства сопряжения ячейки (SCU, C264), коммутаторы и устройства РЗА (Micom Pxxx) производства GE/ALSTOM. Модули присоединений распределенной дифференциальной защиты шин (ДЗШ) 110 кВ, устройства сопряжения с шиной процесса (MU) и устройства сопряжения ячейки (IED) размещаются на ОРУ в специальных шкафах.



ПС 330 кВ «Могилев-330»





ПС 330 кВ «Металлургическая»



На данной ЦПС применяются «классические» измерительные преобразователи и счетчики, которые установлены в общеподстанционном пункте управления (ОПУ). Организованы два независимых сегмента шины процесса (передача SV-потоков и GOOSE-сообщений) и один сегмент шины станции с резервированием по технологии PRP (передача GOOSE- и MMS-сообщений). Устройства РЗА ячеек 10 кВ к шине станции не подключены.

На ПС 110 кВ «Юбилейная» (РУП «Гродноэнерго») применяются электромагнитные ТТ и емкостные/электромагнитные ТН. Установлены устройства сопряжения с шиной процесса (SAM600-VT, SAM600-CT, SAM600-TS), устройства сопряжения ячейки (SAM600-IO), коммутаторы и устройства РЗА производства ABB. Устройства сопряжения с шиной процесса (MU), устройства сопряжения ячейки (IED) и «классические» измерительные преобразователи размещаются на ОПУ в специальных шкафах.

Шина процесса подстанции построена с использованием объединительных устройств SAM600-TS, включая отдельный сегмент для ДЗШ с резервированием по технологии HSR; также применяются отдельный сегмент ЛВС для передачи GOOSE-сообщений и отдельный сегмент шины станции для передачи MMS-сообщений (в обоих случаях с резервированием по технологии PRP). Устройства РЗА ячеек 10 кВ объединены в кольцо с технологией резервирования HSR и подключа-

ются к шине станции посредством REDBOX.

Учет электроэнергии (АСКУЭ) выполнен с организацией отдельной шины процесса. Это обусловлено тем, что подключение счетчиков АСКУЭ к шине процесса РЗА невозможно, поскольку класс точности релейных кернов ТТ (5Р) не соответствует требованиям к учету электроэнергии.

ПС 110 кВ «Аульс» и ПС 110 кВ «Дубрава» (РУП «Гродноэнерго») выполнены с использованием электромагнитных ТТ и емкостных/электромагнитных ТН, устройств сопряжения с шиной процесса, устройств сопряжения ячейки и других решений, которые применялись при строительстве ПС 330 кВ «Металлургическая» и ПС 110 кВ «Юбилейная».

Достоинства и недостатки технических решений ЦПС с шиной процесса

Анализируя технические решения, применяемые на построенных ЦПС с шиной процесса, можно выделить их достоинства и недостатки, а также особенности, на которые необходимо обратить внимание.

Достоинства ЦПС с шиной процесса:

- сокращается время простоя оборудования РЗА и АСУ ТП за счет повышения надежности, наблюдаемости и управляемости подстанции. Повышение надежности РЗА и АСУ ТП обусловлено наличием самодиагностики всех информационных

связей, а также сокращением количества кабельных линий связи (КЛС). На ЦПС фактически остаются связи только с основным и вспомогательным технологическим оборудованием подстанции (ТТ и ТН, выключатели, разъединители и т.д.). Многие из этих связей можно контролировать косвенным путем – например, с использованием двух контактов положения или за счет контроля одинаковых аналоговых сигналов (токи и напряжения) в разных устройствах РЗА, в том числе по результатам записи аварийных процессов;

- появляется возможность перехода от обслуживания оборудования РЗА «по графику» к обслуживанию «по состоянию», что способствует уменьшению необходимого объема работ;

- на больших подстанциях сокращаются размеры ОПУ за счет меньшего количества шкафов РЗА и АСУ ТП. Установка микропроцессорных устройств сопряжения на ОПУ позволяет уменьшить количество контрольных кабелей между оборудованием ОПУ и устройствами РЗА и АСУ ТП в ОПУ (благодаря чему можно разместить больше устройств РЗА в одном шкафу), а также сократить количество шкафов сбора информации АСУ ТП в ОПУ;

- сокращается количество КЛС как между ОПУ и ОПУ, так и между устройствами РЗА в ОПУ и, соответственно, уменьшается количество (размеры) кабельных лотков (каналов);

- при применении оптических ТТ и ТН повышается безопасность экс-

плутации оборудования. Использование устройств сопряжения не дает значительного эффекта в этом отношении, поскольку медные кабели связи с ТТ и ТН и цепи питания данных устройств сохраняются.

Недостатки ЦПС с шиной процесса:

- стоимость оборудования РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ для таких ЦПС выше, чем для ЦПС без шины процесса и традиционных подстанций. Это обусловлено необходимостью применения дополнительных

шкафах, для которых необходимо обеспечивать электропитание, обогрев и охлаждение.

При принятии решения о проектировании и строительстве ЦПС с шиной процесса также следует учитывать, что в настоящее время на белорусском рынке доступны цифровые (оптические) ТТ и ТН только российского производства. Оборудование РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ для цифровых подстанций производится в Беларуси (не в полном объеме), России и Китае.

- цепи тока и напряжения РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ с ТТ и ТН выполняются как на обычных подстанциях (медным кабелем);

- аналогично выполняются цепи включения и отключения выключателей от РЗА и питание цепей управления выключателями. По этим же кабелям в РЗА передаются сигналы о положении коммутационных аппаратов и минимально необходимые данные для работы РЗА;

- в целях сбора полной информации для РЗА и АСУ ТП от выключателей



устройств сопряжения и синхронизации времени, а также дополнительных коммутаторов с поддержкой SV-потоков и синхронизации по протоколу РТР;

- увеличивается нагрузка на СОПТ и емкость аккумуляторных батарей, так как используется большое количество дополнительных микропроцессорных устройств и коммутаторов;

- применение традиционных ТТ и ТН, а также устройств сопряжения с шиной процесса (МУ), установленных на ОРУ, приводит к необходимости размещать устройства сопряжения в специальных шкафах на ОРУ. Кроме того, в отличие от варианта с оптическими ТТ, невозможно использовать одни и те же SV-потоки для РЗА и АСУ ТП-АСКУЭ (ограничение связано с классом точности ТТ);

- требуется установка значительного количества микропроцессорных устройств на ОРУ в специальных

Проектирование и наладка оборудования ЦПС – достаточно сложный, длительный и трудоемкий процесс. Повышаются также требования к квалификации персонала, эксплуатирующего ЦПС (знание сетевых технологий и стандартов IEC 61850).

Перспективы строительства ЦПС с учетом ограничений на поставку оборудования

Анализ технических решений, применяемых на введенных ЦПС, а также оценка их доступности, стоимости и эффективности позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время строительство ЦПС возможно с учетом ряда ограничений:

- ЦПС 110 кВ наиболее целесообразно строить без шины процесса с применением следующих технических решений:

чателей, разъединителей и другого силового оборудования, а также для управления и оперативной блокировки разъединителей на ОРУ и в ЗРУ устанавливаются шкафы с одним устройством сопряжения на присоединение 110 кВ или секцию 10 кВ;

- обмен сигналами между устройствами РЗА выполняется только посредством GOOSE-сообщений;

- для обмена информацией (передачи команд) между РЗА и АСУ ТП используется протокол MMS;

- на подстанции используется одна сеть связи «шины станции», резервированная с использованием технологии PRP.

Такие решения имеют следующие преимущества:

- за счет самодиагностики всех информационных связей и сокращения количества КЛС повышается надежность, наблюдаемость и управляемость подстанции. При этом сложность и стоимость обо-

рудования РЗА и АСУ ТП увеличиваются незначительно;

- благодаря сокращению количества КЛС и минимальному применению дополнительного оборудования снижаются затраты на реализацию систем сбора информации и управления коммутационными аппаратами. Фактически контроллеры сбора информации и управления АСУ ТП перемещаются на ОРУ;

- нагрузка на СОПТ, связанная с установкой дополнительных устройств сбора информации и коммутаторов, увеличивается незначительно.

Реализация такой схемы ЦПС дает возможность использовать оборудование РЗА и АСУ ТП, выпускаемое в Беларуси (БЭМН), России и Китае. Применение оборудования только отечественного производства, отсутствие ограничений на поставку российских и китайских устройств РЗА, а также взаимозаменяемость изделий разных производителей позволяют снижать стоимость реализации проектов и возможные риски (санкции, снятие оборудования с производства и т.д.).

- Для ЦПС 330 кВ в первую очередь должен рассматриваться вариант применения цифровых (оптических) ТТ и ТН с учетом следующих технических решений:

- электронные блоки цифровых (оптических) ТТ и ТН размещаются в ОПУ, связи между ТТ и ТН и электронным блоком выполняются оптоволоконным кабелем;

- на подстанции используется одна или несколько изолированных сетей связи «шины процесса» для передачи устройствам РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ SV-поток и при необходимости обмена GOOSE-сообщениями;

- для сбора информации и управления выключателями, разъединителями и другим силовым оборудованием, управления и оперативной блокировки разъединителей на ОРУ и в ЗРУ устанавливаются шкафы с двумя устройствами сопряжения, питание которых независимо от питания цепей включения и отключения выключателей;

- обмен сигналами между устройствами РЗА выполняется только посредством GOOSE-сообщений;

- для обмена информацией (передачи команд) между РЗА и АСУ ТП используется протокол MMS;

- на подстанции применяется одна сеть связи «шины станции», резервированная с использованием технологии PRP.

Такие решения имеют как преимущества, так и недостатки. С одной стороны, повышается безопасность эксплуатации оборудования, а также надежность, наблюдаемость и управляемость подстанции (благодаря самодиагностике всех информационных связей и сокращению количества КЛС). Усложнение системы РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ компенсируется за счет технических преимуществ цифровых ТТ и ТН, цена которых соизмерима со стоимостью обычных ТТ и ТН (а для оборудования 330 кВ даже может быть ниже). Оборудование РЗА и АСУ ТП для реализации такой схемы ЦПС производится в Беларуси (частично), России и Китае.

В то же время использование электронных блоков цифровых ТТ и ТН, дополнительных устройств сбора информации и коммутаторов значительно увеличивает нагрузку на СОПТ. Возможность применения цифровых (оптических) ТТ и ТН только российского производства накладывает ряд ограничений на использование этого оборудования в проектах и несет определенные риски.

- Строительство ЦПС с использованием традиционных ТТ и ТН и устройств сопряжения шины процесса должно технически обосновываться. Это связано с тем, что оборудование для реализации такого проекта в полном объеме в Беларуси не производится, а увеличение стоимости и сложности, на мой взгляд, не даст значимых преимуществ.

Заключение

Для более активного внедрения цифровых подстанций в Белорусской энергосистеме следует решить ряд сложных, но решаемых задач, направленных на оптимизацию затрат на проектирование, строительство и эксплуатацию ЦПС, уменьшение зависимости от импорта технологий

и оборудования. В частности, можно рекомендовать следующее:

- снижение сложности, а также сокращение сроков проектирования ЦПС может быть достигнуто за счет использования типовых проектных решений и систем автоматизированного проектирования (САПР). Необходимо разрабатывать типовые проектные решения ЦПС с различными схемами (прежде всего ЦПС 110 кВ), а также типовые шкафы РЗА на базе оборудования белорусского и российского производства;

- с учетом возрастания объемов проектной документации следует переходить на «бесбумажные» проекты – часть документации выпускать в виде файлов в согласованных форматах с цифровой подписью;

- затраты на строительство подстанций могут быть сокращены за счет использования эффективных решений и оборудования высокой заводской готовности;

- для снижения затрат на эксплуатацию ЦПС и повышения надежности подстанций необходимо разрабатывать и внедрять системы автоматического контроля, а также использовать дистанционный мониторинг оборудования. На мой взгляд, в РУП-облэнерго следует создавать отдельные службы эксплуатации РЗА, АСУ ТП и АСКУЭ цифровых подстанций.

При проектировании, строительстве и эксплуатации ЦПС необходимо иметь в виду, что производители постоянно обновляют номенклатуру выпускаемых устройств и обеспечивают техническую поддержку своей продукции в течение ограниченного времени. Важно также учитывать возможность прекращения производства отдельных линеек или введения ограничений на поставку определенного оборудования.

Принимая во внимание все вышесказанное, наиболее целесообразно развивать производство необходимого для ЦПС оборудования (в первую очередь комплектов ячеек 110 кВ) в Беларуси на базе организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго». При этом должна быть обеспечена высокая заводская готовность оборудования, а также организовано его сервисное обслуживание (производство запчастей, ремонт, восстановление).



А.Г. ЖЕШКО,
заместитель главного инженера по эксплуатации филиала
«Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго»

ОТ ТОЧЕЧНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ К УМНЫМ КОТЛОАГРЕГАТАМ

На базе филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго» создана и эксплуатируется самая крупная в Республике Беларусь система централизованного теплоснабжения. Принципы ее работы были заложены в 50–60-е годы прошлого столетия. В настоящее время реализуется Концепция создания АСУ ТП Минских тепловых сетей. Планируется, что в результате осуществления предусмотренных Концепцией проектов к 2029 году будет завершена автоматизация технологических процессов теплоисточников, насосных станций и центральных тепловых пунктов (ЦТП) филиала.

Процесс автоматизации производства и распределения тепловой энергии в Минских тепловых сетях развивался на протяжении всего периода существования предприятия. Особенно он активизировался в конце XX – начале XXI века за счет «точечной» автоматизации: основное оборудование оснащалось средствами релейной защиты, локальными регуляторами, индикаторными приборами контроля и учета. Вместе с тем применяемые технологические и организационно-технические решения зачастую не отвечали критериям надежности, управляемости и экологичности, принятым для сложных систем теплоснабжения. Комплексное ре-

шение задачи требовало внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), основанных на принципах прямого цифрового управления.

Основные цели автоматизации тепловых сетей

Для систематизации подходов к автоматизации технологических процессов в 2010 году предприятием совместно с Белорусским национальным техническим университетом была разработана Концепция создания АСУ ТП Минских тепловых сетей, которой предусмотрена автоматизация технологических про-

цессов теплоисточников, насосных станций и ЦТП филиала.

Основными целями автоматизации являются:

- обеспечение централизованного функционально-группового управления гидравлическими режимами теплоисточников, магистральных тепловых сетей и перекачивающих насосных станций с учетом суточных и сезонных измерений расходов циркуляции с корректировкой (обратной связью) в зависимости от фактических гидравлических режимов в распределительных тепловых сетях города;
- реализация центрального регулирования отпуска тепловой энергии с оптимальными температурами те-

СПРАВОЧНО

На балансе филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго» находятся:

- Минская ТЭЦ-2 и 8 котельных (всего 51 котлоагрегат, в том числе 18 паровых и 33 водогрейных);
- 11 понизительных и 5 теплофикационных насосных станций;
- 209 ЦТП;
- тепловые сети протяженностью 2643 км в однотрубном исчислении.





плоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепломагистралей;

- сбор и архивация данных о тепловых и гидравлических режимах работы объектов филиала для осуществления контроля, оперативного управления и анализа функционирования системы централизованного теплоснабжения Минских тепловых сетей.

Важным эффектом создания АСУ ТП Минских тепловых сетей является экономия энергетических ресурсов. На теплоисточниках она достигается благодаря оптимизации процессов горения, перераспределению нагрузки между котлоагрегатами и снижению внутрикотельных потерь.

Реализация Концепции

Работы по реализации Концепции создания АСУ ТП Минских тепловых сетей разделены на восемь очередей. Осуществление этого многоэтапного проекта началось в 2012 году.

В рамках 1-й очереди в 2013 году проведена модернизация отработавшей более 20 лет системы телеметрии основных технологических параметров теплоисточников и насосных станций Минских тепловых сетей. Обновленная система обеспечивает диспетчеру филиала возможность контролировать теплогидравлические режимы в основных точках системы теплоснабжения, а также состояние основного оборудования на теплоисточниках и насосных станциях.

В рамках инвестиционной деятельности РУП «Минскэнерго» в 2014 году был реализован проект по установке дополнительного сетевого насоса на котельной «Орловская». Проект включал мероприятия по автоматизации управления запорно-регулирующей арматурой сетевых трубопроводов, а также электротехнического оборудования в РУ-10 кВ и РП-6 кВ.



В 2016 году завершилась реконструкция насосной станции № 10. Сетевые насосы станции были оснащены частотно-регулируемым электроприводом (ЧРЭП), а управление запорно-регулирующей арматурой сетевых трубопроводов автоматизировано с использованием микропроцессорных контроллеров отечественного производства.

В 2017 году завершена начатая в 2014-м автоматизация котельной «Кедышко» (2-я очередь). Все котло-

агрегаты объекта приведены в соответствие с действующими нормами в области промышленной безопасности. Кроме того, произведена реконструкция трубопроводов сетевой воды в объеме, необходимом для авторегулирования и дистанционного управления теплогидравлическим режимом котельной, а также выполнена замена морально и физически устаревшего насосного оборудования с установкой ЧРЭП. Реконструкция сетевой группы дала возможность снизить потери на дросселирование в регулирующих устройствах и обеспечить оптимальный гидравлический режим в сетях в зоне теплоснабжения котельной.

В период с 2018 по 2022 год в рамках реализации Концепции были автоматизированы четыре водогрейных котла пиковой водогрейной котельной Минской ТЭЦ-2 (из них два котлоагрегата оснащены автоматизированными системами контроля выбросов), а также два паровых и пять водогрейных котлов РК «Харьковская». Кроме того, на котельной был внедрен ЧРЭП электродвигателя сетевого насоса.

К 2029 году планируется завершить автоматизацию всех котлоагрегатов филиала, а также процессов транспортировки и распределения тепловой энергии. В комплексе с автоматизацией ЦТП филиала это позволит сформировать полноценное информационное поле для решения системных задач верхнего уровня с возможностью интеграции с другими городскими инфраструктурными техническими системами в рамках реализации концепции «умный город».



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

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИТ-ЛАНДШАФТА ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сегодня ИТ-ландшафт организаций и предприятий энергетической отрасли формируют разнообразные программно-технические комплексы (ПТК), в том числе зарубежного производства. Спектр задач каждого комплекса ограничен определенным бизнес-процессом, а функционирование обеспечивается специализированным программным обеспечением (ПО) со своей средой программирования, интерфейсом и исполнительской средой. В условиях действующих санкций сложилась ситуация, когда часть эксплуатируемого ПО официально невозможно купить, обновить, расширить, обеспечить его техническую поддержку, а часть ПО морально устарела либо использует проприетарные протоколы.

С учетом санкционных ограничений основной задачей в области информатизации, на наш взгляд, является создание устойчивой и надежной ИТ-инфраструктуры на платформе отечественных разработок и решений для повышения надежности функционирования и развития всех отраслей экономики, а также постепенного снижения зависимости от ПТК зарубежного, главным образом западного, производства.

Трансформация ИТ-ландшафта в Республике Беларусь должна следовать

классической мировой практике [1–3], направленной на снижение количества и разнообразия ПО в рамках каждого конкретного предприятия (отрасли) и оптимизацию информационной защиты ИТ-ландшафта. Необходимо также уменьшать зависимость от зарубежных решений, даже привычных, удобных и эффективных, путем перехода на отечественные продукты и их постоянной доработки под нужды производств.

Рассмотрим задачи трансформации ИТ-ландшафта и некоторые проблемы ее текущей реализации.

Повышение надежности и снижение зависимости

Использование единообразных отечественных решений, с одной стороны, позволит повысить надежность и живучесть систем, а с другой – снизить зависимость от зарубежных компаний и продуктов, в отношении которых уже действуют санкции или могут возникнуть дополнительные ограничения при обострении ситуации.

Приобретение лицензий для западного ПО, в том числе для SCADA-систем, на данный момент происходит по схеме параллельного импорта. Для части данного ПО требуются аппаратные ключи активации. Выход такого ключа из строя приводит к полной потере функциональности ПО, а если речь идет о системе мониторинга и управления технологическим процессом, это равносильно аварийному останову производства.

СПРАВОЧНО

Проприетарный протокол – протокол, разработанный компаниями, которые являются владельцами технологии, недоступный для использования сторонними разработчиками. Применять его для обмена данными могут только устройства, имеющие соответствующую лицензию. На практике это ведет к ограничению применения ПО и оборудования рамками экосистемы одного производителя (разработчика и владельца протокола).



СПРАВОЧНО

ИТ-ландшафт – совокупность информационных систем, сервисов, услуг и продуктов компании, использующихся на производстве, в коммуникации, аналитике, учете и др. Он объединяет все ИТ-активы организации: приложения, дистрибутивы, ИТ-системы, лицензии, исходный код, документацию и архитектурные решения.

Без технической поддержки производителей, разработчиков или наладчиков значительная часть ПТК превращается в «черный ящик», обслуживание которого весьма затруднительно. Отдельной проблемой являются длительные сроки восстановления импортных ПТК при отказах аппаратных компонентов. Для отечественных продуктов эти сроки будут гораздо меньше.

Снижение затрат на лицензирование и эксплуатацию

В то время как параллельный импорт приводит к значительному удорожанию лицензионного ПО (15 % и более к первоначальной стоимости), использование собственных разработок снижает затраты на лицензирование. Единообразие ПО, в том числе с поддержкой стандартов CIM, позволит сократить издержки на подготовку инженеров, эксплуатирующих системы, повысить надежность про-

текания технического процесса, реализовать принцип единоразового ввода данных и оптимизировать трудозатраты на поддержание системы в номинальном состоянии [3].

Автоматизация технологических процессов, начавшаяся еще в советский период, активизировалась в 1990-е годы. За более чем 30 лет в промышленном комплексе страны, включая ТЭК, было внедрено огромное количество разнообразных импортных ПТК. Следует понимать, что ПТК каждого производителя представляет собой отдельную экосистему, настроенную на работу в уникальной технической среде: контроллеры Siemens совместимы с SCADA-системой WinCC, контроллеры Omron – с системой Wonderware InTouch и т.д. В результате «объединение» всех систем становится трудноразрешимой проблемой из-за большого количества протоколов передачи данных, в том числе проприетарных (FINS, PROFIBUS/NET и т.д.).

Ряд рисков обусловлен сложностью конфигурации OPC на крупных производствах, а также привязкой к Windows. Чтобы получить данные о каком-либо сигнале, необходимо «завести» тег в конфигурации OPC-сервера и в конфигурации каждого клиентского ПО. Таким образом, затраты на конфигурацию возрастают пропорционально количеству клиентов и уровней в системе автоматизации. Кроме того, часто эти уровни (клиенты) обслуживаются разными

организациями, которые могут не получить информацию о новых данных, что приводит к неактуальности показаний их систем [4].

На предприятиях, как правило, ограничено число специалистов, способных обслуживать сразу все установленные ПТК. С течением времени возможностей для обучения и практики новых специалистов, масштабирования и поддержки существующих ПТК будет все меньше.

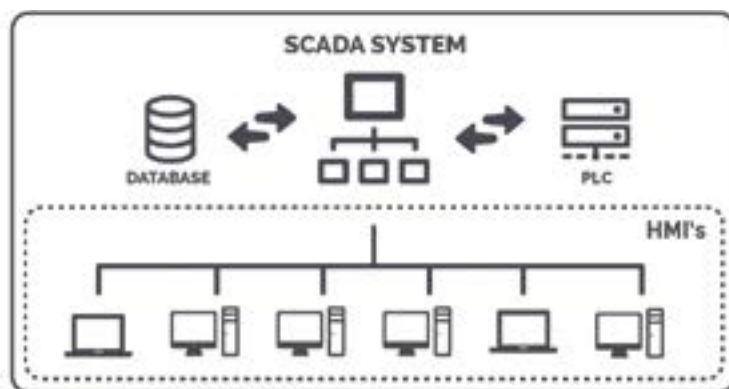
Стоит подчеркнуть, что в современных реалиях внесение изменений в ПТК, их модернизация без участия производителя, пусконаладочной организации практически невозможны. При необходимости добавления новых или расширения существующих объектов, как правило, нужно обращаться к конкретным разработчикам, что необоснованно повышает затраты на эксплуатацию и масштабирование ПТК.

Быстрый доступ к исправлениям и обновлениям

Использование отечественных решений обеспечит возможность быстрого исправления, обновления, оптимизации продуктов и внедрения новых решений при необходимости. Белорусские вендоры (продавцы, поставщики ПО) уже сегодня готовы оперативно изменять/добавлять функционал в зависимости от требований

СПРАВОЧНО

OPC (англ. Open Platform Communications) – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.



рынка. Безусловным плюсом отечественных ПТК является возможность контроля качества процесса разработки и законченного продукта со стороны заинтересованных государственных служб.

В условиях санкций в случае возникновения ошибок в работе зарубежных ПТК, необходимости расширения/доработки их функционала запросы пользователей из Беларуси уже не могут быть удовлетворены. Даже до ввода ограничений получения «заплатки», закрывающей ту или иную неисправность, приходилось ждать несколько недель. В таких случаях проблемы на предприятиях зачастую решались собственными силами, за счет инженерной смекалки специалистов. Кроме того, из-за невозможности обучить персонал работе с ПТК и отсутствия поддержки производителя при внедрении увеличивался срок интеграции проектов.

Повышенный уровень безопасности

Использование отечественных IT-решений может повысить уровень безопасности благодаря доступу к исходному коду, возможности его аудита и контроля со стороны заинтересованных государственных служб. ПО изначально может разрабатываться по заданию таких органов для обеспечения максимальной защищенности всех его компонентов.

Уязвимости в части информационной безопасности можно найти в любых ПТК (даже в устройствах основоположников «инфобеза» – компаний Cisco, Check Point и др.). Чтобы устранять выявленные уязвимости, нужны регулярные обновления. В Беларуси вследствие санкций обновление зарубежных ПТК прекрати-

лось, следовательно, со временем количество уязвимостей будет только расти [5, 6].

Единообразный IT-ландшафт в случае кризисных ситуаций проще восстановить, переместить, обеспечить его работоспособность при потере части оборудования или персонала. Процесс обучения новых специалистов также упрощается.

В свою очередь, для белорусских IT-компаний и разработчиков переход предприятий энергетического комплекса на использование унифицированного ПО отечественного производства открывает новые возможности и перспективы развития.

Заключение

Программное обеспечение отечественного производства не уступает зарубежным аналогам, при этом его необходимо дорабатывать в части подстройки под конкретные технологические и бизнес-задачи. Кардинально отличается ситуация с аппаратными средствами АСУ ТП, например контроллерами: решения, производимые в Республике Беларусь, не могут применяться для управления сложными технологическими процессами, для которых критически важно быстрое действие.

Можно развиваться по примеру Российской Федерации, где в промышленном кластере применяется связка зарубежного оборудования, в том числе контроллеров и SCADA, и ПО от белорусских и российских разработчиков. Подобная практика позволит избежать дополнительных издержек на замену нормально функционирующих программно-аппаратных технических средств и трансформировать IT-ландшафт в первую очередь для получения конкурентных

преимуществ местными разработчиками.

Важно подчеркнуть, что отказ от сформировавшегося за десятилетия набора разнородных западных ПТК, самописных SCADA и другого ПО, не прошедшего проверку временем, – процесс сложный и чрезвычайно ответственный. Трансформация должна проходить поэтапно, особенно на критически важных направлениях, так как новые системы необходимо интегрировать в существующий IT-ландшафт с учетом опыта предшествующих интеграций ПТК.

Список литературы

1. Волкова, П.А. IT-ландшафт как путь повышения эффективности управления предприятием [Электронный ресурс] / П.А. Волкова, В.М. Комаров // Информатика: проблемы, методы, технологии (IPMT-2023): материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. им. Э.К. Алгазиева, Воронеж, 15–17 февр. 2023 г. / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2023. – Режим доступа: <https://www.cs.vsu.ru/ipmt-conf/conf/2023/works/5.%20Прикладное%20моделирование%20и%20E-business/2270.dokl.pdf>. – Дата доступа: 20.05.2023.
2. Verma, P. Turn Your IT on its Head!!! DISRUPTIVE IT Framework... [Electronic resource] / P. Verma // Medium. – Mode of access: <https://medium.com/@PankajSinghV/it-landscape-evolution-framework-for-disruptors-96e6f381e335>. – Date of access: 20.05.2023.
3. Legacy System Modernization: How to Transform the Enterprise for Digital Future? [Electronic resource] // Amconsoft. Worldwide IT provider & consulting company for market leaders. – Mode of access: <https://amconsoft.com/legacy-system-modernization-how-to-transform-the-enterprise-for-digital-future>. – Date of access: 19.05.2023.
4. Технология REST вместо OPC в системах промышленной автоматизации [Электронный ресурс] // Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/135402>. – Дата доступа: 20.05.2023.
5. Сазонов, П.А. Оптимизация систем информационной безопасности на энергообъектах Беларуси / П.А. Сазонов // Энергетическая стратегия. – 2021. – № 5. – С. 25–27.
6. Ландшафт угроз для систем промышленной автоматизации. Второе полугодие 2022 [Электронный ресурс] // ICS-CERT.Kaspersky.ru. – 06.03.2023. – Режим доступа: <https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2023/03/06/threat-landscape-for-industrial-automation-systems-statistics-for-h2-2022>. – Дата доступа: 20.05.2023.

Д.Ф. ВОРОБЬЕВ,
начальник смены блока АЭС
РУП «Белорусская атомная
электростанция»



С.А. КОМИСАРЕНКО,
ведущий инструктор УТЦ АЭС
РУП «Белорусская атомная
электростанция»



ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Оперативные переключения на энергообъектах – один из важных видов производственной деятельности. От их успешного осуществления зависит не только экономичность, но и безопасность работы предприятия. За время, прошедшее с ввода первого энергоблока Белорусской АЭС в промышленную эксплуатацию, оперативный персонал станции накопил определенный опыт в части организации и выполнения переключений на технологическом оборудовании АЭС. Этот опыт может быть востребован персоналом других энергетических объектов Белорусской энергосистемы.

Под оперативными переключениями следует понимать любые выполняемые оперативным персоналом операции по изменению состояния энергооборудования, находящегося в работе или в резерве, а также на этапе испытаний или ввода в работу (вывода в резерв) после ремонта.

Организация переключений

Все оперативные переключения на Белорусской АЭС производятся в соответствии с требованиями технологического регламента безопасной эксплуатации энергоблока АЭС, инструкций по эксплуатации (ИЭ), программ, бланков переключений (БП) и фиксируются в оперативной документации персонала, осуществляющего переключения. Порядок их выполнения устанавливается Инструкцией по производству оперативных переключений Белорусской АЭС.

Управление оперативными переключениями имеет иерархическую структуру. В течение смены общее руководство переключениями осу-

ществляет начальник смены станции, он же отвечает за координацию действий работников подразделений в масштабе всего предприятия. Действия работников в пределах энергоблока координирует начальник смены блока.

Организация плановых переключений предусматривает следующие этапы:

- планирование переключений на основании утвержденных графиков и заданий;
- подготовка документации на выполнение переключений (программ, БП, ИЭ, нарядов-допусков и т.п.);
- назначение руководителя переключений, технических руководителей, контролирующих лиц, исполнителей;
- оформление, рассмотрение и разрешение заявок;
- получение разрешений, отдача распоряжений на выполнение переключений;
- проведение целевых инструктажей перед выполнением переключений;
- выполнение переключений на основании разрешенной заявки

в объеме, предусмотренном программой, БП, ИЭ;

- доклад вышестоящему оперативному персоналу об окончании выполнения переключений, оформление оперативной документации.

Классификация оперативных переключений

Основным принципом организации безопасного выполнения переключений является дифференцированный подход к ним, он лежит в основе комплекса мер по предотвращению ошибок и оптимизации трудозатрат оперативного персонала.

В зависимости от влияния на безопасность и устойчивость работы энергоблока возможных скрытых отказов оборудования, проявляющихся при переключениях, или ошибок персонала все переключения на Белорусской АЭС делятся на четыре категории.

К I категории относятся переключения, которые приводят к изменению режима работы энергоблока, снижению его мощности, отключению от сети:

- пуск/останов энергоблока;
- переключения, выполняемые по программам ядерно опасных работ на оборудовании систем, важных для безопасности;

- гидравлические испытания первого и второго контуров реакторной установки на плотность и прочность.

К II категории относятся переключения, при которых изменение режима работы энергоблока или нарушение условий безопасной эксплуатации возможно из-за проявления скрытых отказов или ошибки персонала:

- перевод реакторной установки из «горячего» состояния в «холодное», и обратно;

- перевод реакторной установки из «холодного» состояния в останов для ремонта и снижение уровня в первом контуре до верхней образующей «горячих» петель главного циркуляционного контура;

- переключения, выполняемые на системах безопасности;

- регламентные работы на системах, важных для безопасности, выполняемые по программам, и др.

К III категории относятся переключения, при выполнении которых ошибки персонала или проявления скрытых отказов не могут привести к нарушению условий безопасной эксплуатации энергоблока, а также переключения на выведенных в ремонт системах, важных для безопасности.

К IV категории относятся переключения, выполняемые без БП одним работником в процессе текущей эксплуатации. При таких переключениях число операций с воздействием на оборудование должно быть не более трех, а на оборудовании, управляемом с местных щитов, – не более одной.

Подробный перечень переключений с распределением по категориям устанавливается следующими документами:

- инструкцией по производству оперативных переключений;
- перечнями переключений, выполняемых по программам;
- перечнями переключений, для которых разрабатываются типовые БП.

Деление переключений на категории позволяет персоналу быстро и безошибочно определять, какие именно организационные мероприятия необходимо осуществить

Требования к организации производства оперативных переключений в зависимости от их категории

Категория переключений	I	II	III	IV
Документация на выполнение переключений	Программа и БП	Программа и/или БП	Программа и/или БП	ИЭ
Решение о возможности выполнения переключений	Заявка, разрешенная ГИ	Заявка, разрешенная ГИ или ЗГИ по направлению	Заявка, разрешенная ЗГИ по направлению	Заявка, разрешенная ЗГИ по направлению
Разрешение на выполнение переключений	ЛОВ	ЛОВ	ЛОВ	ЛОВ
Распоряжение на выполнение переключений	ЛОУ	ЛОУ	ЛОУ	ЛОУ
Технический руководитель	Определено в программе, присутствие обязательно	Определено в программе или ЗГИ по направлению	Определено в программе или ЗГИ по направлению	–
Руководитель переключений (лицо, ответственное за безопасное выполнение переключений)	ЛОУ (НС АЭС, НСБ)	ЛОУ (НС АЭС, НСБ) или назначенное им оперативное лицо	ЛОУ (НСБ, НСП) или назначенное им оперативное лицо	ЛОУ (НСП) или назначенное им оперативное лицо
Контролирующее лицо	Определено в программе и БП	Определено в программе и/или БП	Определено в программе и/или БП	Непосредственный исполнитель, самоконтроль

Примечание: ГИ – главный инженер; ЗГИ – заместитель главного инженера; ЛОВ – лицо, в оперативном ведении которого находится система; ЛОУ – лицо, в оперативном управлении которого находится система; НС АЭС – начальник смены станции; НСБ – начальник смены блока; НСП – начальник смены подразделения

для подготовки и безопасного выполнения конкретного переключения.

В зависимости от категории четко устанавливается:

- в соответствии с каким документом (программой, БП, ИЭ) выполняется переключение;
- на каком основании принимается решение о возможности переключения (кто разрешает заявку на его выполнение);
- кем выдается разрешение и отдается распоряжение на выполнение переключения;
- кто назначается руководителем, техническим руководителем и контролирующим лицом (см. таблицу).

Распределение функций при выполнении переключений

Все переключения выполняются на основании разрешенных заявок, которые оформляются в электронном журнале заявок. Здесь же фиксиру-

ются данные о разрешении на выполнение переключений.

Переключения должны выполняться только с разрешения лица, в чьем оперативном ведении находится оборудование (НС АЭС, НСБ), и по распоряжению лица, в чьем оперативном управлении находится это оборудование (НСБ, НСП). Получение разрешения перед отдачей распоряжения на выполнение переключений является обязательным.

Руководит переключениями работник, в оперативном управлении которого находится оборудование. Он может одновременно быть и контролирующим лицом. Совмещать обязанности руководителя и исполнителя переключений запрещается.

Руководитель переключений назначает контролирующее лицо (если оно не указано в программе, БП) либо выполняет его функции сам. Для оборудования, находящегося в оперативном ведении и/или управлении дежурного диспетчера ГПО «Белэнерго», контролирующее лицо на-

Бланк переключения

Заявка № _____
 Переключения _____
 _____ категории

Разработал _____
 (должность, ФИО, подпись) _____ 20__ г.

Проверил _____
 (должность, ФИО, подпись) _____ 20__ г.

Разработан на основе: ИЭ _____, технологических схем _____, ТБП № _____

Листов _____	Блок № _____	Подразделение АЭС _____
Лист _____	Бланк переключения № _____	_____

Наименование системы (элемента) _____
 Цель задания: _____

Переключения разрешил: _____ Начало: _____ ч _____ мин
 (должность, ФИО, подпись) _____ 20__ г.

Проведение целевого инструктажа

Инструктируемый должность, ФИО	Подпись инструктируемого	Инструктирующий должность, ФИО	Подпись инструктирующего

Исходное состояние: _____

Последовательность выполнения операций:

№ п/п	Наименование операции	Исполнитель (должность)	Контролирующее лицо (должность)	Отметка о выполнении (подпись)
1.				
2.				
3.				

Конечное состояние: _____

Окончание
Дата: _____ 20__ г.

Переключения по бланку выполнили:
ФИО, должность и подпись исполнителей

 (должность, ФИО, подпись)

Руководитель переключений (ответственный за безопасное выполнение переключений)

 (должность, ФИО, подпись)

Время: _____ ч _____ мин

Переключения по бланку контролировали:
ФИО, должность и подпись контролирующих лиц

 (должность, ФИО, подпись)

 (должность, ФИО, подпись)

Рис. 1. Типовой бланк переключения

значает НС АЭС. Как правило, им становится старший оперативный работник в смене подразделения – владельца оборудования (ПВО).

Переключения по БП

Весь объем переключений на Белорусской АЭС производится по БП с проведением пооперационного контроля. В БП указываются исполнители, ответственные за производство конкретных операций, и контролирующие лица. Такой порядок переключений облегчает работу оперативного персонала за счет выполнения пошаговых действий в строгой по-

следовательности, что снижает вероятность пропуска какой-либо операции. Преимущества работы по БП в наибольшей степени проявляются при производстве сложных и особо ответственных переключений.

Бланк для выполнения конкретного переключения составляется на основе разработанного ПВО типового БП (рис. 1), ИЭ, технологической схемы с учетом:

- требований правил и норм, действующих в атомной энергетике;
- фактического состояния системы (оборудования) на момент начала переключения;
- внутреннего и/или внешнего опыта эксплуатации.

БП разрабатывается непосредственным исполнителем переключений и проверяется контролирующим лицом, после чего они расписываются в БП в строках «Разработал» и «Проверил» соответственно. Дополнительную проверку БП осуществляют руководитель переключений и контролирующее лицо административно-технического персонала ПВО, если необходимость его присутствия указана в программе или обусловлена категорией переключения.

В случае выявления каких-либо несоответствий технической документации и процедур текущему (действительному) состоянию оборудования выполнение переключений запрещается до устранения этих несоответствий.

Производить переключения единолично, без БП, допускается в следующих случаях:

- при выполнении переключения IV категории одним работником в режиме нормальной эксплуатации;
- при переключениях на системах (оборудовании) в условиях ликвидации нарушений нормальной эксплуатации, аварийных ситуаций и аварий;
- при оперативном регулировании параметров технологического процесса;
- при контроле в соответствии с ИЭ переключений, производимых контурами автоматики и шаговыми программами, которые запускаются автоматически, без участия оператора (поддержание параметров системы, автоматический ввод резерва оборудования и т.д.).

Составляющие качественного инструктажа

Залогом безопасного и правильного выполнения переключений является качественный инструктаж перед началом работ. Если переключения осуществляются с блочного пункта

Типовой бланк инструктажа № _____
перед проведением переключений на действующем оборудовании

Блок № 1		Сост. РУ		Дата	
Блок № 2				Время	
Общестанционное оборудование		Сост. ТА		Смена	
				ЯОР	
				РОР	

Наименование работ	
--------------------	--

Наименование пунктов инструктажа	Отметка о выполнении
Проверить	+
– наличие заявки, программы, бланка переключений	
– соответствие бланка переключений текущему состоянию оборудования	
– техническую возможность выполнения переключений, отсутствие запретов	
– присутствие административно-технического персонала	
– присутствие (уведомление) технических руководителей	
– присутствие (разрешение) контролирующих, надзорных органов, служб	
Обсудить	+
– особенности переключений, ответственность каждого участника	
– аналогичные нарушения, отклонения в работе оборудования, в том числе по программе «Just-in-time» (целевые инструктажи)	
– риски, наихудшие варианты развития событий, план действий в случае неудачного развития событий, при выявлении несоответствий при работе по программе и/или БП	
– вопросы коммуникации и обратной связи	
Выполнить	+
– проверку знаний программы (ИЭ, бланка переключений) у персонала	
– оповещение персонала смежных подразделений о планируемых работах	
– в случае необходимости вывод технологических защит	
Обеспечить	+
– соблюдение ограничений при использовании радиосвязи	
– соблюдение условий и ограничений безопасного проведения работ	
– соблюдение требований по охране труда и культуре безопасности	
– соблюдение требований по ядерной и радиационной безопасности	
– строгое соблюдение требований процедур, запретить переключения по памяти	
– последовательность выполнения переключений, с контролем по месту	
Действовать	+
– сделать запись в оперативной документации о проведении инструктажа	
– доложить о начале выполнения работ	
– разрешить выполнение переключений, подписать бланк переключений	

Инструктирующий			Инструктируемый	
Целевой инструктаж № _____			ФИО	Подпись
ФИО	Должность	Подпись		

Рис. 2. Типовой бланк инструктажа

управления, то ответственным за проведение инструктажа является НСБ.

Направленность и объем инструктажа зависят от наличия/отсутствия у лиц, участвующих в переключениях, необходимого опыта, достаточных знаний и умений, а также от соответствия текущего состояния оборудования, указанному в программе или БП.

В ходе инструктажа основное внимание уделяется:

- анализу влияния переключений на ядерную безопасность;
- разъяснению всем участникам цели, содержания и условий переключений;

- акцентированию внимания участников на важных стадиях и/или конкретных шагах, критических параметрах при выполнении переключений;

- обсуждению отказов, произошедших при аналогичных (схожих) переключениях, с оценкой действий персонала. Примеры берутся из отчетов о нарушениях на Белорусской АЭС (внутренний опыт эксплуатации) либо из отчетов Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (внешний опыт). Обсуждаются причины отказа, его последствия и способы избежать

подобного события при выполнении предстоящих переключений.

Для унификации алгоритма инструктирования персонала применяется типовый бланк инструктажа (рис. 2). Все важные моменты, требующие внимания участников переключений, распределены в нем по соответствующим разделам: «Проверить», «Обсудить», «Выполнить», «Обеспечить», «Действовать». Типовой бланк инструктажа является приложением к БП.

Принцип трехразовой коммуникации

Коммуникация между участниками оперативных переключений на всех этапах их производства осуществляется в соответствии с Инструкцией по ведению оперативных переговоров, оповещению персонала и отдаче распоряжений на Белорусской АЭС.

При этом соблюдается режим трехразовой коммуникации, который предполагает обязательное выполнение трех шагов:

- 1) отдача команды на выполнение шага (пункта) программы или БП непосредственному исполнителю;
- 2) повтор команды исполнителем;
- 3) подтверждение контролирующим лицом правильности понимания исполнителем полученной команды и разрешение на ее выполнение.

Неукоснительное следование данному правилу значительно снижает вероятность возникновения ошибок, вызванных невнимательностью работников и недостатком контроля за их действиями.

Заключение

Рассмотренные принципы позволяют административно-техническому персоналу осуществлять достаточный контроль за организацией переключений и действиями оперативного персонала при их выполнении, что в конечном итоге приводит к снижению вероятности ошибочных решений при подготовке и производстве переключений.

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



А.А. МОРОЗОВ,
начальник управления
автоматизированных систем
УП «МИНГАЗ»



ОПЫТ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОСНАБЖЕНИЕМ

В УП «МИНГАЗ» более 20 лет функционирует система телеметрии, обеспечивающая постоянный удаленный контроль параметров объектов газоснабжения, ведение архива состояний технологических параметров оборудования, а также оповещение об их аварийных или пороговых значениях специалистов аварийно-спасательной службы. Появление более современных технологий, аппаратных элементов и подходов к телеметрии потребовало создания системы более высокого уровня с широким диапазоном функций. В настоящее время на предприятии завершен первый этап работ по созданию и внедрению в производство интеллектуальной системы управления.

Требования к интеллектуальной системе управления

Прежде чем трансформировать систему телеметрии в интеллектуальную систему управления, было принято решение сформулировать требования к ней, которые позволили бы устранить накопившиеся недостатки, обеспечить соответствие системы современным реалиям и ее переход на другой, более высокий уровень. Требования разбили на две категории: архитектурные и функциональные.

В качестве основных требований к архитектуре системы были выдвинуты:

- масштабируемость – способность хорошо работать при разном количестве и типах устройств (различные SCADA-системы, узлы учета газа, АСКУЭ собственных потребителей и др.) с возможностью увеличения вычислительной мощности системы;
- открытость – использование как при разработке, так и при эксплуатации системы открытых технологий и компонентов, интегрируемость с другими системами при помощи открытого интерфейса REST API;

- отказоустойчивость – работа системы с минимальным простоем, способность ее отдельных элементов к автономной работе, оперативное восстановление системы после критических сбоев;
- универсальность – возможность реализовать клиентскую часть системы в виде WEB-клиента и мобильного приложения;
- безопасность – наличие защиты от несанкционированного доступа

к программе, защиты целостности данных, а также функции контроля за работой технологической сети передачи данных.

Помимо базовых функций, которые были присущи старым системам (см. рис. 1), у интеллектуальной системы управления должны появиться дополнительные: построение цифровых двойников систем газоснабжения и других объектов; логическое управление; непрерывный автомати-



Рис. 1. Основные функциональные требования

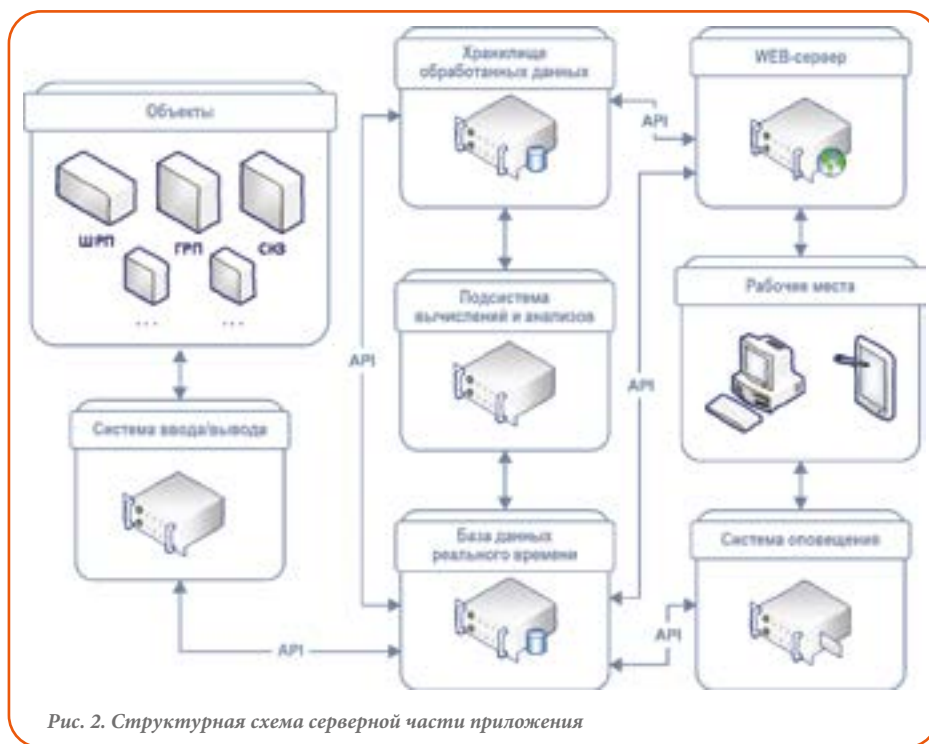


Рис. 2. Структурная схема серверной части приложения

ческий контроль функционирования устройств и модулей; моделирование поведения системы; реализация оптимальных алгоритмов управления; расширение информационных и управляющих функций; улучшение диагностики технологического оборудования и средств телеметрии и АСКУЭ и др.

Основные компоненты интеллектуальной системы управления

Интеллектуальная система управления состоит из пяти основных компонентов: оборудование телеметрии; транспортный уровень; персонал; IT-инфраструктура; информационная безопасность.

Оборудование телеметрии включает исполнительные устройства (датчики, сигнализаторы, счетчики и т.д.), контроллерное оборудование («Индел», «Эскорт», WAGO) и управляющие устройства. По состоянию на 2023 год УП «МИНГАЗ» эксплуатирует 630 объектов, оснащенных средствами телеметрии, в том числе 378 ГРП, 248 ШРП и 4 устройства ЗРА (запорно-регулирующей арматуры). В качестве устройств сбора телеметрической информации используется 10 типов оборудования.

Отметим, что перед создателями интеллектуальной системы управления стоит задача максимально

использовать уже установленное телеметрическое оборудование. Такой подход позволит эффективно использовать вложенные инвестиции и обеспечит экономию финансовых средств.

Критически важным элементом любой системы телеметрии является транспортный уровень – инфраструктура поставщиков услуг связи для передачи данных. В действующей системе телеметрии УП «МИНГАЗ» основной объем информации с объектов измерения передается по сотовой связи (возможно также использование проводного подключения), при этом периодически возникают проблемы с получением данных. Для повышения качества и надежности связи идет работа по построению отказоустойчивого транспортного уровня. Отказоустойчивость достигается за счет организации передачи данных по двум независимым каналам: волоконно-оптическим линиям (ВОЛС) и сотовой связи стандарта GSM. Такая схема работы позволяет получить более стабильное соединение. Кроме того, использование ВОЛС дает возможность осуществлять удаленный визуальный контроль с помощью камер видеонаблюдения на объектах. При этом мобильная сеть остается в качестве резервного транспортного уровня.

Значимым компонентом системы является персонал – работники предприятия, занятые в обеспечении функционирования всех остальных компонентов системы. Эта категория персонала должна иметь необходимую квалификацию для составления требований к системе, ее разработки, настройки, администрирования и эксплуатации, поэтому подготовка кадров и их подбор должны начинаться параллельно с проектированием, разработкой и внедрением системы.

Особое значение имеют такие крупные компоненты интеллектуальной системы управления, как IT-инфраструктура и информационная безопасность. Их целесообразно рассмотреть более подробно.

IT-инфраструктура

IT-инфраструктура – это элементы системы, непосредственно обеспечивающие работу ПО. Такими элементами являются серверы, на которых размещено ПО, операционная система, система управления базами данных, SCADA и клиент-серверные приложения.

С точки зрения архитектуры серверной части целесообразно разделить приложения на отдельные модули, каждый из которых будет выполнять строго определенные функции. Необходимо также описать механизмы взаимодействия между этими модулями и запускать каждый из модулей в отдельном Docker-контейнере (рис. 2).

Контейнер – это среда, внутри которой имитируется определенная операционная система, содержащая модуль со всеми необходимыми компонентами. Контейнер запускается в конкретной изолированной среде в условиях, определенных разработчиками системы.

Контейнеризация позволит реализовать ряд следующих возможностей:

- **возможность отката** – возможность возврата изменений – в любой момент состояние контейнера можно вернуть до изначального, а также перезагрузить, как обычный компьютер;
- **изолированность от внешней среды** – у контейнера нет доступа к информации на сервере или к другому контейнеру. Это делает работу приложений более безопасной;

- **удобный запуск** – приложения внутри Docker-контейнеров можно без проблем запустить на любом Docker-хосте;

- **высокая скорость развертывания** – шаблонные Docker-образы позволяют один раз создать образ установленной и настроенной системы и потом многократно использовать его при необходимости;

- **отказоустойчивость** – достигается благодаря объединению нескольких распределенных площадок (нод) в единый кластер, запуску контейнера на нодах кластера и балансировке нагрузки (рис. 3).

Каждый контейнер (модуль) выполняет определенную функцию:

- модуль ввода-вывода обеспечивает сбор данных и их первичную обработку по различным интерфейсам и протоколам обмена (ГОСТ Р МЭК 104 60870-5-104, MQTT, COAP, OPC DA/UA). На последующих этапах развития системы может использоваться как автономное ПО промышленного компьютера, выполняющего функции устройства управления и сбора данных на объектах;

- модуль хранения данных включает в себя базу данных реального времени и хранилище обработанных данных, а также инструменты для работы с ними. В базе данных хранятся таблицы:

- текущих параметров;
- правил аварийных параметров;
- трендов;
- архивных данных аварийных параметров;
- накопленных параметров;
- аналитических данных;

- модуль вычислений и анализа служит для расчета технологических параметров и поддержания корректного технологического процесса. Предназначен для автоматического формирования различных отчетов на основании информации, имеющейся в базе данных. Данный блок может содержать элементы искусственного интеллекта, моделирования и прогнозирования поведения;

- модуль оповещения обеспечивает возможность рассылки пользователям уведомлений о событиях и авариях;

- web-сервер (серверная часть) предназначен для реализации клиентского рабочего места.

Информационная безопасность

Устойчивость работы системы газоснабжения – жизненно важный фактор как для населения, так и для реального сектора экономики, поэтому к ее защите предъявляются повышенные требования.

Информационная безопасность (ИБ) – это набор организационных, нормативных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности системы в целом. Информационная безопасность систем телеметрии отличается от ИБ обычных объектов информационных технологий в первую очередь масштабом последствий реализации угроз и приоритетами в обеспечении ИБ. Реализация угроз ИБ может привести к авариям на производстве, причинению вреда жизни и здоровью людей, нанесению ущерба окружающей среде, а также к финансовым и репутационным потерям.

Системы телеметрии относятся к автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУ ТП). Такая система должна работать в режиме реального времени. Для ее функционирования критично время реакции, прежде всего в аварийных ситуациях. От системы не требуется высокая пропускная способность, в то же время задержки и потери данных неприемлемы. Эти особенности работы АСУ ТП диктуют определенные требования к системам их защиты, отличным от используемых в обычных компьютерах.

Для систем телеметрии характерны собственные типы угроз:

- несанкционированное использование удаленного доступа к оборудованию (в связи с использованием внешних незащищенных каналов связи);

- атаки на стандартные компоненты в промышленной сети: операционные системы, серверы приложений, базы данных (если такие стандартные компоненты используются в сети предприятия, то это увеличивает риск успешной атаки);

- умышленные действия сотрудников или представителей других организаций, халатность и ошибки персонала.

Наиболее эффективным подходом к снижению неприемлемых рисков,

связанных с защитой информации, является создание комплексной организационно-технической системы ИБ. Эта практика применима и к обеспечению ИБ АСУ ТП. К организационным мероприятиям в этой области можно отнести поддержание режима охраны объектов, работу с кадрами, обучение персонала, развитие культуры безопасности, издание нормативных документов и др. Наиболее эффективной технической мерой является размещение оборудования и ПО в зонах с различным уровнем ИБ, изолированно от систем общего пользования.

Реализация пилотного проекта системы мониторинга промышленной сети АСУ ТП

Работа по обеспечению ИБ системы телеметрии УП «МИНГАЗ» была начата в 2021 году – были созданы системы защиты информации центрального вычислительного комплекса, стационарных рабочих мест сотрудников и удаленных участков. В 2022 году эти системы получили аттестаты соответствия по классам 3-фл, 3-юл.

В качестве технического решения для защиты АСУ ТП предприятия был выбран программный продукт Kaspersky Industrial CyberSecurity for Networks (KICS), который создан специально для промышленных сетей. Он обеспечивает мониторинг, анализ и контроль состояния технологической сети, анализирует и контролирует сетевые взаимодействия между устройствами, в том числе глубоко анализирует промышленные протоколы. Важной особенностью KICS является невмешательство в производственные процессы – система анализирует копию сетевого трафика. Для защиты АСУ ТП, где непрерывность процессов имеет первостепенное значение, это ключевое преимущество.

Перед внедрением программных средств, которые планируется использовать для защиты АСУ ТП, необходимо на специальном стенде протестировать их на совместимость с оборудованием. В результате такого тестирования была выделена группа устройств, на базе которых был реали-

зован пилотный проект системы мониторинга промышленной сети АСУ ТП.

Целью пилотного проекта являлось определение применимости KICS для обеспечения нормального функционирования промышленной инфраструктуры УП «МИНГАЗ», повышения уровня информационной безопасности путем обнаружения угроз и выявления нелегитимной активности в сетевой инфраструктуре АСУ ТП.

В процессе реализации пилотного проекта система функционировала в двух режимах: обучения и наблюдения.

В режиме обучения система регистрирует новые устройства, формирует перечень протоколов, разрешающих правил, тегов и их значений, не генерируя события ИБ.

В режиме наблюдения система сравнивает данные, полученные

Для достижения поставленной цели в рамках пилотного проекта был решен ряд конкретных задач. В частности, были выполнены:

- непрерывная обработка копии трафика в пилотной зоне;
- формирование перечней разрешенных устройств, сетевых протоколов и сервисных команд (тегов), а также наиболее критичных групп устройств в пилотной зоне;
- идентификация уведомлений о попытках эксплуатации известных уязвимостей протоколов и несанкционированного доступа к сетевым устройствам пилотной зоны;
- определение событий технологической сети, обработка событий ИБ;
- построение и динамическое обновление карты сетевых взаимодействий между устройствами в пилотной группе, а также контроль ее целостности;

устройств. Некоторые события требовали повышенного внимания. Так, были обнаружены:

- неразрешенные сетевые взаимодействия по протоколам FTP, МЭК 60870-5-104;
- ошибки «Parsing Error» и «Parsing Error: Wrong packet format»;
- ответ «Unknown common ASDU».

Для получения более детальной информации о сетевом взаимодействии из системы были экспортированы и проанализированы соответствующие дампы трафика. В целях исправления событий ИБ были внесены изменения в настройки оборудования телеметрии.

Заключение

Определяющим эффектом от внедрения системы мониторинга промышленной сети АСУ ТП стало повышение экономической эффективности функционирования системы газоснабжения предприятия. Благодаря полученной информации лица, ответственные за эксплуатацию системы телеметрии и информационную безопасность, могут в максимально короткие сроки принимать наиболее взвешенные решения при нештатных ситуациях.

Система позволяет выявлять аномалии в работе оборудования и ошибки в его настройке. Кроме того, в ходе разработки и реализации пилотного проекта системы мониторинга промышленной сети АСУ ТП специалисты УП «МИНГАЗ» приобрели уникальный опыт, который будет востребован при дальнейшем развитии системы телеметрии и ее трансформации в интеллектуальную систему управления.

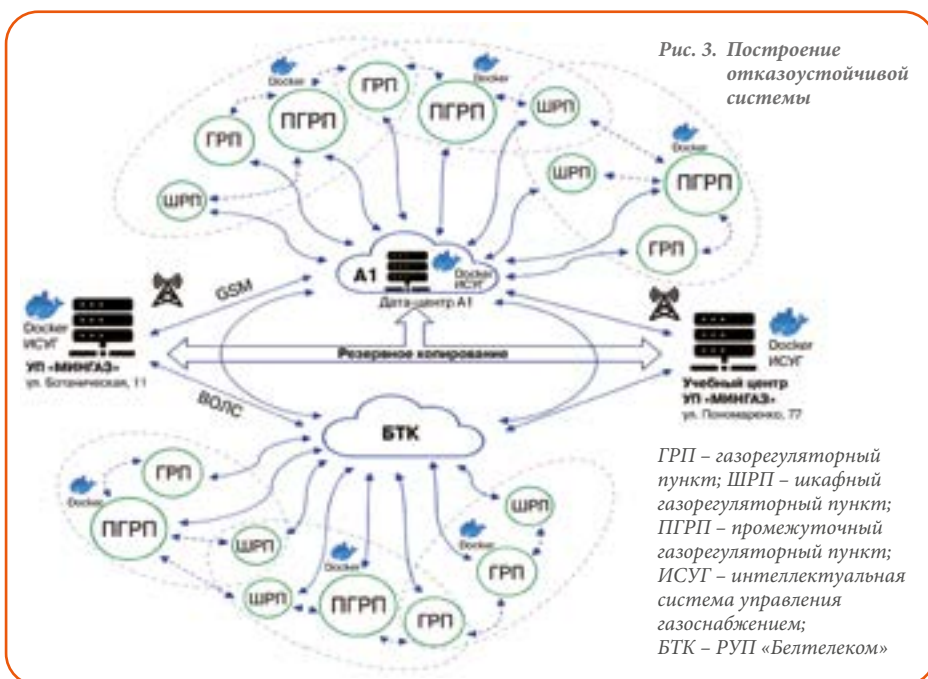
Следует отметить, что события ИБ, которые формируются в интеллектуальной системе управления газораспределительной системой, а также в системе KICS, являются частью общей комплексной системы защиты информации предприятия и должны поступать в единую систему сбора и корреляции событий ИБ (SIEM). Так как возникшие в технологическом сегменте события могут быть связаны с корпоративным сегментом, они также должны быть проанализированы и рассмотрены.

при анализе копии сетевого трафика с информацией, поступившей за период обучения, и в случае необходимости генерирует события ИБ. При этом пользователю предоставляется полная, структурированная и актуальная информация о ситуациях, связанных с возможным нарушением технологического процесса, или о попытках несанкционированного доступа к устройствам в технологической сети (наименования и адреса устройств, протоколы передачи данных, причины возникновения событий).

- обнаружение в трафике сетевых устройств, сетевых протоколов, сервисных команд (тегов), не входящих в список разрешенных;
- демонстрация функциональных возможностей системы и реализация сценария проведения тестов для выявления событий ИБ.

На момент завершения пилотного проекта в процессе анализа копии сетевого трафика система выявила и зарегистрировала около 39 тыс. событий. В основном они имели однотипный характер и были связаны с выявлением новых (неразрешенных)

Рис. 3. Построение отказоустойчивой системы



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



ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ВЫСОКОАКТИВНЫМИ РАО, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Аннотация

Проанализированы виды и объемы высокоактивных и долгоживущих среднеактивных радиоактивных отходов, образующихся в результате эксплуатации Белорусской АЭС. Рассмотрены возможные концептуальные решения по созданию пункта глубокого захоронения таких радиоактивных отходов в Республике Беларусь, а также приемлемые варианты технологий их кондиционирования и промежуточного хранения после вывода АЭС из эксплуатации.

Ключевые слова: Белорусская атомная электрическая станция, радиоактивные отходы атомных электростанций, твердые радиоактивные отходы, кондиционирование радиоактивных отходов, захоронение радиоактивных отходов

Annotation

Types and amount of high level and long-lived medium level radioactive waste resulting from the Belarusian NPP operation are analyzed. Possible concept solutions for design of underground radioactive waste disposal in the Republic of Belarus and viable options for technologies of conditioning and intermediate storage of such waste after the NPP shutdown are reviewed.

Keywords: Belarusian nuclear power plant, nuclear power plant radioactive waste, solid radioactive waste, conditioning of radioactive waste, radioactive waste disposal

Статья поступила в редакцию 5 мая 2023 года

Часть 2. Концептуальные и технологические решения¹

Промежуточное хранение и кондиционирование высокоактивных и долгоживущих среднеактивных РАО Белорусской АЭС

При выводе из эксплуатации АЭС полный демонтаж конструкций реактора, систем и оборудования производится после их длительной безопасной выдержки под наблюдением. Это позволяет обеспечить естественный спад радиоактивности до уровня, приемлемого для про-

ведения демонтажных работ с использованием имеющихся технологических средств.

Требование о длительной выдержке также распространяется на РАО, образующиеся при ликвидации энергоблока. Их выдержка дает возможность:

- снизить объемное энерговыделение до значений, регламентированных для РАО класса 2, то есть перевести РАО класса 1 в РАО класса 2, которые требуют более простой системы захоронения;
- снизить уровень излучения на поверхности планируемых к использованию упаковок РАО до значений,

¹ Часть 1 статьи опубликована в журнале «Энергетическая стратегия» № 3 (93), 2023.

установленных правилами безопасности при транспортировании радиоактивных материалов.

Продолжительность этапа длительной выдержки должна определяться путем детальных технико-экономических оптимизационных расчетов и может составить от 30 до 100 лет. Необходимость организации длительного хранения высокоактивных (ВАО) и долгоживущих среднеактивных (ДСАО) РАО, образующихся при выводе АЭС из эксплуатации, и продолжительность такого хранения могут быть обусловлены сроками создания и введения в эксплуатацию пункта глубинного захоронения РАО (ПГЗРО).

С целью упрощения конструкции ПГЗРО и снижения уровней излучения на поверхности упаковок РАО до значений ниже 10 мЗв/ч, что соответствует правилам безопасного транспортирования радиоактивных материалов, нами с привлечением Санкт-Петербургского филиала АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон» – «ВНИПИЭТ» были определены сроки выдержки рассматриваемых ВАО и ДСАО, необходимые для снижения объемного энерговыделения до соответствия критериям приемлемости для захоронения РАО класса 2 по энерговыделению (ниже 100 Вт/м³).

По результатам расчетов установлены следующие сроки выдержки РАО до достижения приемлемых значений энерговыделения:

- для сборок внутриреакторных детекторов (СВРД), материалов выгородки – 25 лет;
- для шахты реактора – 8,5 года;
- для «пространства под активной зоной» – 3,5 года.

Уровни мощности эквивалентной дозы гамма-излучения рассчитывались из условия применения железобетонных контейнеров с толщиной защиты 15 см (для ДСАО) и металлических контейнеров с аналогичной толщиной стенки (для ВАО) при принятых допущениях по вместимости (см. ниже). Расчеты показали, что значение мощности дозы, равное 10 мЗв/ч, на поверхности контейнеров будет обеспечиваться при времени выдержки:

- материалов выгородки – 30 лет;
- шахты реактора – 15 лет;
- «пространства под активной зоной», блока защитных труб – 10 лет.

Обобщение полученных результатов показывает, что необходимое время выдержки (~30 лет) сопоставимо со сроком начала работ по демонтажу реакторного оборудования, предусмотренным проектными решениями по выводу из эксплуатации Белорусской АЭС (ориентировочно через 30–40 лет после останова). Таким образом, отпадает необходимость длительного хранения получаемых ВАО и ДСАО после начала работ по выводу АЭС из эксплуатации до захоронения.

Обязательным этапом подготовки РАО к хранению и захоронению является их кондиционирование – выполнение операций по изготовлению упаковки РАО, приемлемой для манипулирования, хранения, перевозки, длительного хранения и (или) захоронения. Кондиционирование включает помещение РАО в специальные контейнеры и при необходимости применение дополнительного контейнера [1].

При определении способов кондиционирования рассматриваемых ВАО и ДСАО было принято во внимание, что в Российской Федерации все удаляемые РАО класса 2,

образующиеся на атомных электростанциях того же типа, что и Белорусская АЭС, предполагается захоранивать в проектируемом ПГЗРО в Нижнеканском массиве (Красноярский край). Поэтому при выборе технологического решения по кондиционированию ВАО и ДСАО (упаковки для их захоронения) за аналог были приняты контейнеры, предложенные для захоронения РАО класса 2 в российском проекте ПГЗРО:

- для ДСАО всех видов (ионообменные смолы, цементированные ЖРО, металлические ДСАО от разделки конструкций реактора и его защиты) – невозвратный защитный железобетонный контейнер (НЖБК) двухцелевого назначения (предназначен как для транспортирования, так и для захоронения РАО). По массогабаритным характеристикам является аналогом НЗК-150-1,5П;
- для ВАО – невозвратная выемная часть (НВЧ) в комплекте с возвратным металлическим контейнером (ВМК), предназначенным для транспортирования. НВЧ является аналогом КРАД-1,36 – контейнера для очень низкоактивных РАО.

В НЖБК и НВЧ могут быть размещены четыре стандартные металлические 200-литровые бочки с РАО или РАО без первичной упаковки.

При разработке данного варианта кондиционирования учитывалось следующее:

- РАО Белорусской АЭС и российских АЭС, построенных по проекту «АЭС-2006», имеют сходные характеристики, что предполагает аналогичные подходы к их кондиционированию (референтность);
- габариты НЖБК и ВМК соответствуют размерам широко распространенных невозвратных защитных контейнеров (НЗК), используемых в системе обращения с РАО Белорусской АЭС (унификация);
- НЖБК и комплект ВМК с НВЧ предназначены для транспортирования и захоронения РАО, в основном соответствующих номенклатуре ВАО и ДСАО Белорусской АЭС (соответствие).

Для расчета массы подлежащих захоронению эксплуатационных ВАО принято, что их масса в капсуле СВРД составит 50 кг, в капсуле блоков детектирования (БД) – 80 кг.

При расчете количества упаковок РАО приняты следующие допущения по вместимости контейнеров:

- в одну НВЧ загружается 8 капсул СВРД (с отработавшими СВРД либо с отходами резки образцов-свидетелей или 2400 кг фрагментированных капсул БД (насыпная плотность 2000 кг/м³);
- для ВАО и ДСАО, активность которых обусловлена активацией конструкционных материалов реакторной установки, в одну НВЧ загружается 1600 кг фрагментированных металлических ТРО в бочках (насыпная плотность 2000 кг/м³). Предварительное размещение в бочках позволяет унифицировать решения по организации длительного хранения и захоронения.

Для капсул БД, которые значительно выше капсул СВРД, в целях исключения их фрагментирования целесообразно разработать НЖБК большей высоты, чем стандартный НЗК.

Следует учитывать, что решения по НЖБК и ВМК (НВЧ) для российского ПГЗРО находятся на стадии разработки исходных требований и могут корректироваться.

На эти контейнеры пока отсутствует конструкторская документация, соответственно, не проведены их испытания и сертификация. При нормативном сроке сохранения изолирующей способности упаковки РАО 1000 лет определить реальные показатели долговечности контейнеров для РАО классов 1 и 2 не представляется возможным ввиду отсутствия методик прогнозирования.

Кроме того, конструкция контейнера как элемента системы инженерных барьеров зависит от защитных свойств геологической формации, в которой размещается конкретный ПГЗРО. В связи с этим целесообразно внести изменения в нормативную базу – установить срок сохранения защитных свойств (изолирующей способности), который должен определяться на основе анализа долговременной безопасности системы захоронения [2].

Принципиальные технологические схемы кондиционирования рассматриваемых ВАО и ДСАО для отправки их на захоронение были проработаны с учетом рассчитанных сроков выдержки РАО для снижения объемного энерговыделения, а также уровней излучения и активности радиоактивного содержимого контейнеров до нормируемых значений. Исходя из указанных технологических схем определены объемы и характеристики упаковок РАО класса 2, подлежащих захоронению в ПГЗРО.

Прогнозируемый объем захоронения составит 2845 м³ (брутто) суммарной активностью $5,9 \cdot 10^{16}$ Бк, из них ВАО – 250 м³ (156 НВЧ), ДСАО – 2595 м³ (692 НЖБК).

Организация системы захоронения ВАО и ДСАО

На основе анализа мирового опыта проектирования ПГЗРО для захоронения РАО с характеристиками, аналогичными РАО класса 2 Белорусской АЭС (в том числе российского проекта ПГЗРО в Нижнеканском массиве) нами с привлечением Санкт-Петербургского филиала АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон» – «ВНИПИЭТ»:

- предложены возможные технологические решения по организации системы захоронения ВАО и ДСАО Белорусской АЭС;
- разработаны концептуальные решения по составу и конструкции сооружений ПГЗРО с учетом потенциально пригодных мест его размещения в Республике Беларусь;
- проведена оценка стоимости создания ПГЗРО;
- разработаны прогнозные планы-графики обращения с рассматриваемыми РАО при выводе Белорусской АЭС из эксплуатации.

Рассмотрена возможность размещения ПГЗРО в трех видах вмещающих пород: кристаллических породах, глинах и соляных формациях. При этом прорабатывались следующие варианты технических решений доставки упаковок РАО на горизонт захоронения: вертикальный спуск по технологическому стволу (для захоронения в кристаллических породах) и наклонный съезд (для захоронения в глинах и соляных формациях).

Рассматривались варианты с глубиной размещения ПГЗРО около 500 м (в кристаллических породах) и около 200 м (в глинах и солях) и различными технологиями заполнения пустот буферным материалом. Разработаны рекомендации по концептуальным решениям создания подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ) в составе ПГЗРО. Для обоснования концепции захоронения (выбор типа вмещающих пород, конфигурации сооружений захоронения и состава инженерных барьеров безопасности) выполнена оценка долговременной безопасности ПГЗРО на основе консервативного подхода.

В результате предложены два варианта принципиальных конструктивных решений ПГЗРО.

Вариант 1. Для кристаллических формаций в качестве аналога принята принципиальная схема ПГЗРО в Нижнеканском массиве с тремя вертикальными стволами, соединяющими наземный комплекс и горизонт захоронения на глубине около 500 м. Форма поперечных сечений выработок – сводчатая и прямоугольно-сводчатая, способ проходки – буровзрывной, без обделки, с применением комбинированной крепи (железобетонные

Рис. 1. Вариант размещения ПГЗРО в кристаллических породах (принципиальная схема)



(брутто) ВАО в стеклоподобной матрице, возвращаемых после переработки ОЯТ, не превысит 2000 м³, а долгоживущих РАО на спецпредприятии УП «Экорес» – 100 м³.

В связи с вышесказанным особенно актуальны исследования возможных альтернатив глубинному захоронению. Так, в настоящее время прорабатывается стратегия фракционирования ВАО от переработки ОЯТ с целью получения цезиево-стронциевой фракции с исключением долгоживущих радионуклидов и захоронения РАО класса 2 в заглубленных приповерхностных сооружениях (вариант «отложенного захоронения») [4].

В заключение следует отметить, что задачи разработки способов обращения с ВАО, определения возможности приповерхностного захоронения короткоживущей фракции продуктов переработки ОЯТ, сооружения национального пункта захоронения ВАО и ДСАО определены в Стратегии обращения с радиоактивными отходами, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 февраля 2023 года № 128 [5].

Выводы

1. В ходе эксплуатации Белорусской АЭС за счет активации нейтронами близлежащих к активной зоне реакторных и защитных конструкций реактора ВВЭР-1200 образуются ВАО и ДСАО, подлежащие глубинному захоронению при выводе АЭС из эксплуатации. В соответствии с подходом и исходными данными [6, 7] в ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси выполнены прогнозные оценки их объемов, а также изменения этих объемов в процессе выдержки после окончательного останова энергоблоков.

2. Из проведенного анализа следует, что во временном интервале до 70 лет после останова энергоблоков основное количество сильно активированных материалов будет оставаться ВАО и ДСАО и относиться к РАО класса 2, подлежащим захоронению в глубоких геологических формациях.

3. Исходя из результатов расчетов наведенной активности конструкционных и защитных материалов реактора ВВЭР-1200, анализа накопления радионуклидов в технологическом оборудовании за срок службы АЭС и полученных оценок объемов, номенклатуры, радиационных характеристик и морфологического состава ВАО и ДСАО, образующихся в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС, совместно с Санкт-Петербургским филиалом АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон» – «ВНИПИЭТ» выполнен анализ возможных вариантов технологических решений по кондиционированию и промежуточному хранению ВАО и ДСАО до захоронения, определены оптимальные решения, разработаны технические требования к упаковкам РАО с учетом критериев приемлемости для захоронения и требований к транспортированию.

4. Показано, что время выдержки, необходимое для снижения объемного энерговыделения до значений, регламентированных для РАО класса 2, и уровней излучения на поверхности упаковок РАО до значений, требуемых для их безопасного транспортирования, составляет ~30 лет и сопоставимо со сроком начала работ по демонтажу реакторного оборудования, предусмотренным

проектными решениями по выводу из эксплуатации Белорусской АЭС (ориентировочно через 30–40 лет после останова). Таким образом, отпадает необходимость длительного промежуточного хранения получаемых ВАО и ДСАО после начала работ по выводу АЭС из эксплуатации до их захоронения.

5. Проведен анализ возможных технологических решений по организации системы захоронения упаковок ВАО и ДСАО, разработаны концептуальные решения по составу и конструкции сооружений ПГЗРО для потенциально пригодных мест его размещения и проведена оценка стоимости его создания.

6. Высокие удельные затраты на захоронение РАО (значительно выше тарифов для РАО классов 1 и 2 в Российской Федерации) обусловлены малыми объемами рассматриваемых ВАО и ДСАО Белорусской АЭС и необходимостью создания широкой инфраструктуры для функционирования ПГЗРО. В связи с этим особенно актуально изучение возможности отказа от глубинного захоронения и, в частности, проработка стратегии фракционирования ВАО от переработки ОЯТ с исключением долгоживущих радионуклидов.

Список литературы

1. *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 (в ред. постановления МЧС Респ. Беларусь от 24.07.2017 № 33). – Режим доступа: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/a98/postanovlenie_mchs_47.pdf. – Дата доступа: 17.04.2023.
2. *Долговечность железобетонных контейнеров типа НЗК-150-1,5П при захоронении радиоактивных отходов 2 класса* / В.Т. Сорокин [и др.] // Радиоактивные отходы. – 2022. – № 3 (20). – С. 37–49. <https://doi.org/10.25283/2587-9707-2022-3-37-49>
3. *Об утверждении Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции* [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 авг. 2019 г. № 558 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21900558&p1=1>. – Дата доступа: 05.05.2023.
4. *Стратегия фракционирования ВАО от переработки ОЯТ* / В.А. Кащеев [и др.] // Радиоактивные отходы. – 2022. – № 2 (19). – С. 6–16. <https://doi.org/10.25283/2587-9707-2022-2-6-16>
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=C22300128&p1=1&p5=0>. – Дата доступа: 05.05.2023.
6. *Оценка объемов подлежащих глубинному захоронению радиоактивных отходов, образующихся в результате активации конструкционных материалов реактора ВВЭР-1200 Белорусской АЭС* / М.Л. Жемжуров [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2021. – Т. 66, № 3. – С. 365–377. <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2021-66-3-365-377>
7. *Прогнозная оценка изменения объемов подлежащих глубинному захоронению радиоактивных отходов в активированных реакторных конструкциях в процессе их выдержки после окончательного останова энергоблоков Белорусской АЭС* / М.Л. Жемжуров [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 332–244. <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2022-67-3-332-344>

УДК 621.644.2.02.07:620.197.5

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

А.А. АБРАЗОВСКИЙ,
к.т.н., доцент, проректор по профессиональному
обучению ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»,
Минск, Беларусь, e-mail: abrazouskialiaksei@gmail.com

Н.В. СТРУЦКИЙ,
заместитель начальника управления систем
газоснабжения ГПО «Белтопгаз»,
Минск, Беларусь, e-mail: usg2@topgas.by

С.Ф. ГОРИЧЕНКО,
заместитель начальника производственно-
технического управления УП «МИНГАЗ»,
Минск, Беларусь, e-mail: gsf2003@mail.ru

Ю.А. РЕДКОЗУБОВ,
начальник службы
метрологии и защиты
сетей от коррозии
УП «МИНСКОБЛГАЗ»,
Минск, Беларусь,
e-mail: redkozubov@mx.mog.by

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ МЕТОДОМ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Аннотация

В статье представлена апробация метода измерения переходного сопротивления изоляционных покрытий подземных газопроводов посредством катодной поляризации. Для газопровода, эксплуатируемого в зоне действия нескольких станций катодной защиты, выполнена валидация метода путем дополнительных измерений переходного сопротивления методом мокрого контакта.

Ключевые слова: валидность, газопровод, газораспределительная система, защитный ток, изоляционное покрытие, катодная поляризация, надежность, эксплуатация, электрическое сопротивление

Annotation

The article presents an approbation of a method for measuring the resistance of insulating coatings of underground gas pipelines by cathodic polarization. For a gas pipeline operated in the area of operation of several cathodic protection stations, the method was validated by additional measurements of the resistance using the wet contact method.

Keywords: validity, gas pipeline, gas distribution system, protective current, insulation coating, cathodic polarization, reliability, operation, electrical resistance

Статья поступила в редакцию 18 июля 2023 года

Защищенность объектов газораспределительной системы от воздействия внешних факторов, негативно влияющих на надежность их эксплуатации, является важнейшим условием их устойчивой работы. В особом внимании нуждается такой конструктивный элемент трубопровода, как изоляционное покрытие. Оно обладает наименьшей прочностью по сравнению с материалом трубы и сварными соединениями, и его повреждение или износ неизбежно приводят к увеличению риска коррозионного повреждения с последующей разгерметизацией газопровода [1, 2].

Текущее техническое состояние изоляционного покрытия в ходе эксплуатации может контролироваться путем измерения его переходного электрического сопротивления $R_{из}$. На практике сопротивление защитных покрытий стальных подземных трубопроводов определяют несколькими способами. Одним из наиболее часто применяемых на объектах трубопроводного транспорта (магистральных нефте- и газопроводах) является метод катодной поляризации.

Метод основан на том, что потеря защитного тока на заданном участке газопровода напрямую зависит от значения сопротивления изоляции: чем оно ниже, тем больше потеря защитного тока на участке и, соответственно, хуже качество изоляции [1]. В ходе натурных измерений авторами применялась методика контроля состояния изоляционного покрытия трубопроводов, представленная в ГОСТ Р 51164-98 [3]. В соответствии с данной методикой исследуемый участок газопровода не должен иметь контакта неизолированной поверхности трубы с грунтом, а также электрических и технологических перемычек с другими сооружениями (рис. 1).

Для оценки применимости метода катодной поляризации на объектах газораспределительной системы Республики Беларусь были проведены измерения переходного электрического сопротивления битумно-мастичной изоляции на газопроводах низкого давления УП «МИНСКОБЛГАЗ» (Ø89 мм) в д. Острошицы Логойского района и УП «МИНГАЗ» (Ø57–219 мм) в квартале многоэтажной застройки г. Минска в районе ул. Одо-

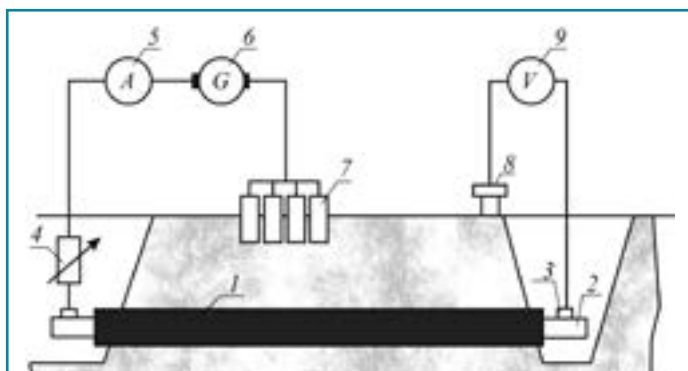


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема проведения контроля состояния изоляционного покрытия:

1 – трубопровод; 2 – неизолированный конец трубопровода; 3 – контакты; 4 – регулировочный резистор; 5 – амперметр; 6 – источник постоянного тока; 7 – временное анодное заземление; 8 – медносульфатный электрод сравнения; 9 – вольтметр

евского – пр. Пушкина – ул. Пономаренко – ул. Янки Мавра. Схемы объектов в ПК «Панорама» приведены на рисунках 2 и 3 соответственно.

В ходе испытаний установки катодной защиты (СКЗ) на примыкающих участках трубопровода выключались за сутки до проведения измерений. В этих условиях по всей длине контролируемого участка измерялся естественный потенциал трубопровода U_e , представляющий собой разность потенциалов «труба – земля». Затем СКЗ включались, и через 3 ч измерялась сила тока установки I и потенциал U во всех контрольно-измерительных пунктах (КИП) зоны действия установки. На всех задействованных установках катодной защиты были восстановлены требуемые эксплуатационные защитные параметры.

Для расчета переходного сопротивления дополнительно были проведены измерения электрического сопротивления грунта. Сопротивление изоляции, $\text{Ом}\cdot\text{м}^2$, на контролируемом участке газопровода диаметром D , м, рассчитывалось по формуле

$$R_{из} = \frac{\bar{U}}{j} - R_p,$$

где $\bar{U}$ – среднее значение смещения потенциала на длине L в зоне действия одной установки катодной защиты, В; L – расстояние между минимальными значениями потенциалов по обе стороны от места установки катодной защиты, м; $j = \frac{I}{\pi DL}$ – плотность тока I , А/м; R_p – сопротивление растеканию трубопровода, $\text{Ом}\cdot\text{м}^2$.

Среднее значение смещения потенциала определялось по зависимости вида

$$\bar{U} = \frac{L^2}{\left(\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{\sqrt{U_i}}\right)^2},$$

где $U_i = U_{тзi} - U_e$ – смещение потенциала на i -м участке ($U_{тзi}$ и U_e – потенциал и естественная разность потенциалов на i -м участке соответственно), В; m – число участков.

Сопротивление растеканию трубопровода вычислялось по формуле

$$R_p = \frac{\rho_r D}{2} \cdot \ln \frac{0,4 R_p}{D^2 H R_T},$$

где ρ_r – среднее удельное сопротивление грунта, $\text{Ом}\cdot\text{м}$; H – глубина залегания трубопровода, м; R_T – продольное сопротивление стального газопровода, $\text{Ом}\cdot\text{м}$, определяемое по формуле

$$R_T = \frac{\rho_T}{\pi(D - \delta)\delta}.$$

Здесь ρ_r – удельное сопротивление трубной стали, $\text{Ом}\cdot\text{м}$; δ – толщина стенки трубопровода, м.

Получаемые таким образом значения переходного сопротивления изоляции $R_{из}$ характеризуют состояние покрытия на всем контролируемом участке.

Как видно на рисунке 2, электрохимическая защита стального подземного газопровода низкого давления ($\varnothing 89$) в д. Острошицы осуществляется одной катодной установкой СКЗ-17, что облегчает применение метода катодной поляризации и упрощает дальнейшие расчеты. Измерения потенциала выполнены цифровым мультиметром ZEN-MM10-3 (прибор 1) и многоцелевым ручным мультиметром МП-4 (прибор 2) относительно медно-сульфатного электрода сравнения. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Сводные данные по результатам всех необходимых в соответствии с [3] измерений представлены в та-

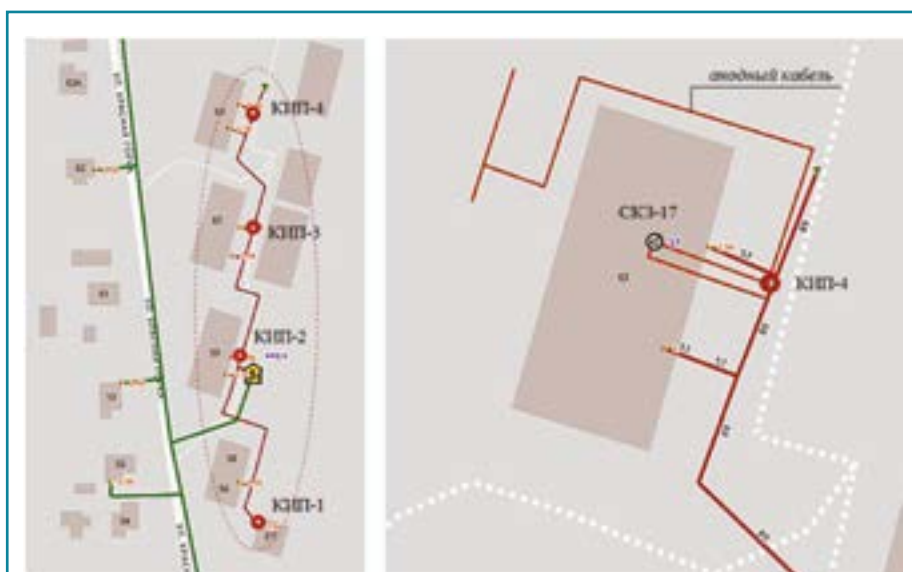


Рис. 2. Схема контролируемого участка газопровода в д. Острошицы Логойского района

Таблица 1. Результаты измерения потенциалов на газопроводе в д. Острошицы

№ точки	Место измерения	Измеренное значение							
		Естественный потенциал на газопроводе до включения СКЗ в работу, В		Защитный потенциал на газопроводе через 3 ч после включения СКЗ в работу, В		Выходное напряжение СКЗ, В		Выходной ток СКЗ, мА	
		Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2
4	Точка дренажа	–0,27	–0,32	–1,68	–1,62	2,06	2,09	19,50	20,00
3	Ввод к д. 61	–0,26	–0,27	–1,57	–1,59				
2	Ввод к д. 59	–0,32	–0,31	–1,70	–1,69				
1	Ввод к д. 57	–0,34	–0,30	–1,66	–1,67				
Усредненные значения измерений в каждом пункте измерений									
4	Точка дренажа	–0,295		–1,650		2,075		19,75	
3	Ввод к д. 61	–0,265		–1,580					
2	Ввод к д. 59	–0,305		–1,690					
1	Ввод к д. 57	–0,320		–1,660					
Усредненные значения измерений для всего газопровода									
1		–0,296		–1,645		2,075		19,75	

Таблица 2. Исходные данные и результаты расчета $R_{из}$ газопровода в д. Острошицы

Наименование параметра	Значение параметра	Примечание
Длина участка L, м	254	
Количество КИП на участке	4	
Длина участка КИП (половина расстояния между КИП, соседними с рассматриваемым), м:		
L_1	72	
L_2	68	
L_3	114	
Измеренный потенциал (после включения источника тока), В:		
U (КИП-4)	–1,65	Точка дренажа
U (КИП-3)	–1,58	Ввод к д. 61
U (КИП-2)	–1,69	Ввод к д. 59
U (КИП-1)	–1,66	Ввод к д. 57
Естественный потенциал (до включения источника тока), В:		
U_e (КИП-4)	–0,290	Точка дренажа
U_e (КИП-3)	–0,265	Ввод к д. 61
U_e (КИП-2)	–0,305	Ввод к д. 59
U_e (КИП-1)	–0,320	Ввод к д. 57
Сила тока установки катодной защиты I, мА	20,0	
Наружный диаметр газопровода D, мм	89	
Фактическая глубина залегания газопровода H, м	1,1–1,7	
Электрическое сопротивление грунта ρ_r , Ом·м	150–259	
Плотность тока j, мА/м	0,280	
Среднее значение смещения потенциала $\bar{U}$, В	1,35	
Продольное сопротивление стального газопровода R_p , Ом/м	$2,61 \cdot 10^{-4}$	
Сопротивление растеканию газопровода $R_{р, Ом·м^2}$	154	
Среднее сопротивление изоляции контролируемого газопровода $R_{из, Ом·м^2}$	4670	

Таблице 2. С учетом малой протяженности газопровода (254 м) за i-й участок был принят весь контролируемый газопровод. Смещение потенциала на нем составило

$$U_i = 1,65 - 0,30 = 1,35 \text{ В,}$$

где 1,65 – среднее измеренное значение защитного потенциала U на газопроводе после включения СКЗ в работу; 0,30 – среднее измеренное значение естественного потенциала U_e на газопроводе до включения СКЗ в работу.

Полученная величина среднего переходного сопротивления (4670 Ом·м^2) удовлетворяет требованиям ГОСТ 9.602-2016 [4], значительно превышая предельно допустимое значение для защитного покрытия в процессе эксплуатации подземных трубопроводов, равное 400 Ом·м^2 .

Второй исследуемый участок (ул. Одоевского – пр. Пушкина – ул. Пономаренко – ул. Янки Мавра) был выбран как более типичный для городской многоэтажной застройки. В этом случае защищаемый объект не является тупиковым и находится в зоне воздействия нескольких СКЗ (рис. 3).

Рассмотрим зону воздействия СКЗ 26. В соответствии с проектной документацией она обеспечивает защиту участка стального подземного газопровода длиной 310 м. Сводные данные по результатам измерений и расчетов на данном участке представлены в таблицах 3, 4.

Следует отметить, что для второго исследуемого участка естественный потенциал на газопроводе до включения СКЗ в работу находился в диапазоне от –0,78 до –0,75 В. При таком значении потенциала можно сделать вывод о том, что участок газопровода не был полностью отключен от всех внешних источников тока.

В [5] предложен альтернативный метод определения переходного электрического сопротивления в условиях катодной защиты. Метод заключается в следующем: при рабочем режиме функционирования всех СКЗ, расположенных на обследуемом участке трубопровода, измеряют разность потенциалов «труба – земля»



Рис. 3. Схема контролируемого участка газопровода в квартале многоэтажной застройки г. Минска

на всех КИП этого участка, затем – на одной СКЗ, расположенной в середине участка, после чего кратковременно создают дополнительное смещение потенциала путем увеличения силы защитного тока. После стабилизации выбранного режима проводят замер разности потенциалов «труба – земля» на всех КИП обследуемого участка трубопровода и на каждом промежутке между КИП определяют переходное сопротивление, Ом·м², по формуле

$$R_{из} = \frac{\pi D R_T L^2}{\ln \left(\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \right)^2},$$

где $L = 101$ м – расстояние между КИП, м; $\Delta U_1 = U_{д1} - U_{р1} = -0,6$ В – дополнительное смещение потенциала на первом из двух соседних КИП; $\Delta U_2 = U_{д2} - U_{р2} = -0,2$ В – дополнительное смещение потенциала на втором из двух соседних КИП; $U_{р1}$, $U_{р2}$ – разность потенциалов «труба – земля», измеренная

в рабочем режиме СКЗ на первом и втором из двух соседних КИП соответственно; $U_{д1}$, $U_{д2}$ – разность потенциалов «труба – земля», измеренная при дополнительном смещении потенциала на первом и втором из двух соседних КИП соответственно.

Применение данного метода для второго исследуемого участка позволило определить переходное сопротивление изоляции между точками 7 и 8 (см. таблицу 3). Оно составило 5 Ом·м², что явно указывало на имеющиеся несоответствия условий проведения эксперимента требованиям метода катодной поляризации.

Для определения валидности предложенного метода (возможности его применения в условиях нетупиковых газопроводов, находящихся под воздействием нескольких СКЗ) переходное сопротивление было измерено методом мокрого контакта в соответствии с требованиями [4] АМИ и ГР 0017-2021 «Определение переходного электрического сопротивления защитного покрытия. Методика измерений» [1]. Переходное сопротивление,

измеренное в шурфе на участке трубопровода между точками 7 и 8, составило 48 110 Ом·м², что значительно превышает как величину, рассчитанную методом катодной поляризации, так и минимальное предельно допустимое значение.

Выводы

1. Эффективность и надежность функционирования объектов газораспределительной системы во многом определяется состоянием изоляционного покрытия элементов газопроводов, его повреждение или износ неизбежно приводят к увеличению риска коррозии и нарушения целостности газопровода. С целью повышения оперативности диагностики состояния изоляции газопроводов были проведены испытания на объектах газораспределительной системы Республики Беларусь с применением метода катодной поляризации.

2. Испытания на тупиковом участке газопровода с одной СКЗ в д. Острошицы Логойского района

Таблица 3. Измеренные значения потенциалов на газопроводе в г. Минске (ул. Янки Мавра, 21)

№ точки	Место измерения	Измеренное значение							
		Естественный потенциал до включения СКЗ, В		Защитный потенциал через 3 ч после включения СКЗ, В		Выходное напряжение СКЗ, В		Выходной ток СКЗ, мА	
		Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 1	Прибор 2
7	Точка дренажа	−0,77	−0,79	−1,69	−1,71	2,74	2,78	33,10	33,30
8	Ввод к д. 21, корп. 2	−0,75	−0,77	−1,39	−1,41				
Усредненные значения в каждом пункте измерений									
7	Точка дренажа	−0,78		−1,70		2,76		33,20	
8	Ввод к д. 21, корп. 2	−0,76		−1,40					
Усредненные значения для всего газопровода									
1		−0,77		−1,55		2,76		33,20	

Таблица 4. Исходные данные и результаты расчета $R_{из}$ газопровода в зоне воздействия СКЗ 26

Наименование параметра	Значение параметра	Примечание
Длина участка (расстояние между минимальными значениями потенциалов по обе стороны от места установки катодной защиты), м	101	
Количество КИП на участке	2	
Длина участка КИП (половина расстояния между КИП, соседними с рассматриваемым), м:		
L_7 СКЗ 26	1	
L_8 СКЗ 26	168	
Измеренный потенциал (после включения источника тока), В:		
U (КИП-7) СКЗ 26	-1,70	Точка дренажа
U (КИП-8) СКЗ 26	-1,40	Ввод к д. 21, корп. 2
U (КИП-2)	-1,69	Ввод к д. 59
Естественный потенциал (до включения источника тока), В:		
U_e (КИП-7) СКЗ 26	-0,78	Точка дренажа
U_e (КИП-8) СКЗ 26	-0,76	Ввод к д. 21, корп. 2
Сила тока установки катодной защиты I, мА	2,76	СКЗ 26
Наружный диаметр и толщина стенки газопровода D/δ, мм:		
– участок 1	57/3,5	
– участок 2	89/4,5	
– участок 3	219/6	
Фактическая глубина залегания газопровода H, м	1,1–1,7	
Электрическое сопротивление грунта ρ_r , Ом·м	69,2–116,0	
Плотность тока j, мА/м	66,43	
Среднее значение смещения потенциала $\bar{U}, В$	0,78	
Продольное сопротивление стального газопровода R_p , Ом/м	$1,53 \cdot 10^{-4}$	
Сопротивление растеканию газопровода $R_{р, Ом \cdot м^2}$	9,232	
Среднее сопротивление изоляции контролируемого газопровода $R_{из}$, Ом·м ²	2,580	

(УП «МИНСКОБЛГАЗ») показали удовлетворительные результаты: расчетное переходное сопротивление составило 4670 Ом·м², что подтвердило возможность и целесообразность использования метода катодной поляризации для оценки состояния изоляции.

3. Испытания на участке газопровода с несколькими СКЗ в квартале многоэтажной застройки г. Минска в районе ул. Одоевского – пр. Пушкина – ул. Пономаренко – ул. Янки Мавра (УП «МИНГАЗ») показали сомнительные результаты: расчетное переходное сопротивление составило 2,58 Ом·м² (значительно ниже предельно допустимого). Для этого газопровода проведена валидация метода катодной поляризации путем сравнения полученного значения со значением, измеренным в шурфе методом мокрого контакта. По результатам измерения переходное сопротивление составило 48 110 Ом·м². Расхождение результатов однозначно требует проведения дополнительных исследований для уточнения условий допустимости применения метода катодной поляризации.

Список литературы

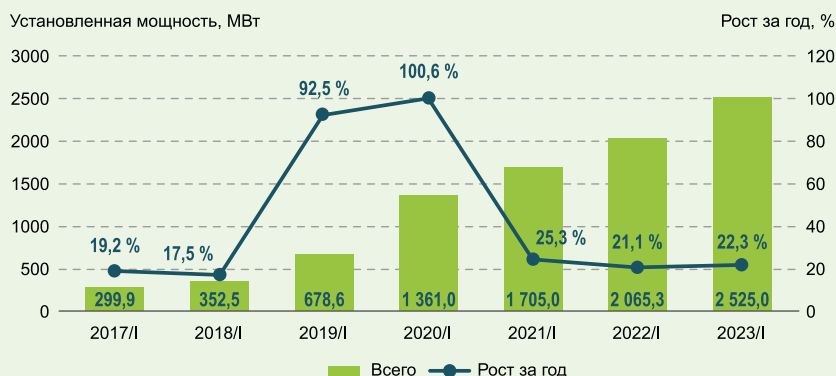
1. Седнин, В.А. Оценка срока службы изоляционного покрытия стального газопровода / В.А. Седнин, А.А. Абрамовский, С.Ф. Гориченко // Энергетическая стратегия. – 2022. – № 6. – С. 36–39.
2. Абрамовский, А.А. Оценка срока эксплуатации подземного стального газопровода по энергии активации термоокислительной деструкции изоляционного покрытия / А.А. Абрамовский // Безопасность в чрезвычайных ситуациях – 2022: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 июня 2022 г. / Университет гражданской обороны МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2022. – С. 9–13.
3. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии: ГОСТ Р 51164-98. – Введ. 01.07.1999. – М.: Госстандарт, 1998. – 42 с.
4. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии: ГОСТ 9.602-2016. – Взамен ГОСТ 9.602-2005; введ. 01.06.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 87 с.
5. Способ контроля изоляции трубопровода в условиях катодной защиты: пат. RU 2654012 С1 / А.Е. Абрамчук, В.Р. Алексейчук, П.А. Жариков, А.В. Харитонов. – Опул. 15.05.2018.

К сведению

По итогам I квартала 2023 года установленная мощность ВИЭ в Казахстане составила 2,5 тыс. МВт – на 22,3 % больше, чем годом ранее. Большая часть установленной мощности пришлось на солнечные электростанции – 45,5 %, или 1,2 тыс. МВт (годовой прирост 5,1 %), на втором месте ветровые электростанции – 43,9 %, или 1,1 тыс. МВт (61,9 %). Мощность малых ГЭС и биоэлектростанций снизилась и составила 267,4 и 1,8 МВт соответственно.

Источник: www.energyprom.kz/ru

Возобновляемая энергетика Казахстана



УДК 621.314.21-044.3:004.032.26

А.В. ДРОБОВ,
м.т.н., заместитель директора
по учебно-производственной
работе филиала «Гомельский
государственный
политехнический колледж»
БГТУ, Гомель, Беларусь,
e-mail: electr_to@mail.ru



В.Н. ГАЛУШКО,
к.т.н., доцент,
заведующий кафедрой
«Электротехника»
БелГУТ, Гомель,
Беларусь,
e-mail: 5355628@mail.ru



И.Л. ГРОМЫКО,
аспирант, старший
преподаватель кафедры
«Электротехника» БелГУТ,
Гомель, Беларусь,
e-mail:
ivangromyko95@mail.ru



СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

В статье рассмотрено применение самообучаемых систем на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) для устранения недостатков существующей схемы диагностирования трансформаторов. Применение ИНС решает проблему избыточности информации при системном подходе к мониторингу оборудования и позволяет унифицировать программное обеспечение. Для достижения высокой точности, хороших результатов в отношении классификации и обнаружения неисправностей перспективным направлением является применение сверточных нейронных сетей (СНС) с архитектурой глубокого обучения. Авторами предложен метод определения влажности изоляции с помощью фигур Лиссажу на основе СНС. Метод внедрен в ряде подразделений Белорусской железной дороги.

Ключевые слова: трансформаторы, системы диагностирования, сверточные нейронные сети

Annotation

The use of self-learning systems based on artificial neural networks (ANN) to eliminate the shortcomings of existing systems for diagnosing transformers, which solve the problems of information redundancy in a systematic approach to equipment monitoring and allow unifying software, is considered. To achieve high accuracy, good results in classification and fault detection, a convolutional neural network with a deep learning architecture is a promising direction. The authors proposed and implemented a method for determining the moisture content of insulation using Lissajous figures based on convolutional neural networks. The method has been implemented in a number of subdivisions of the Belarusian Railway.

Keywords: transformers, diagnostic systems, convolutional neural networks

Статья поступила в редакцию 1 апреля 2023 года

Введение

В настоящее время более 50 % трансформаторов системы электроснабжения железнодорожной отрасли страны отработали установленный срок службы – 25 лет (по ГОСТ 11677-85). Между тем многие специалисты отмечают, что зачастую менять трансформатор по истечении этого срока нецелесообразно [1, 2]. Если условия работы оборудования в период эксплуатации соответствовали

расчетным, а нагрузки не превышали номинальных значений, велика вероятность того, что состояние твердой изоляции трансформатора (основной параметр, определяющий его реальный срок службы) после выработки назначенного ресурса останется удовлетворительным. Такие трансформаторы могут эксплуатироваться еще длительное время, однако в этом случае должны предъявляться повышенные требования к методам диагностики их технического состояния.

Необходимо отметить, что существующие методы при их комплексном применении позволяют адекватно (с надежностью до 98 %) оценить состояние трансформаторного оборудования [3]. Анализ причин отказов показывает, что из-за термохимического старения твердой изоляции выходят из строя 7–20 % трансформаторов [4]. То есть причиной отказа остальных являются различные, своевременно не выявленные дефекты. Данная ситуация обусловлена низкой эффективностью традиционной схемы диагностики (плановых комплексных обследований).

Актуальной задачей является разработка системы оценки технического состояния трансформаторов в системе непрямого электроснабжения линий сигнализации, централизации, блокировки в электросетях предприятий железнодорожного транспорта и на подстанциях. Например, на дистанциях сигнализации и связи (ШЧ) наиболее распространены следующие типы трансформаторов: ПРТ-А в путевой коробке на питающем конце рельсовой цепи, СОС2-50 светофора, СОБС-2А, СТ-3, ПОС2-50. По статистике, в 2014–2022 годах основными причинами их выхода из строя являлись короткие замыкания (37 %), обрывы в обмотках (21 %), грозовые перенапряжения (20 %). Однако более чем в 20 % случаев установление причин выхода из строя представлялось затруднительным.

Поскольку важнейшим фактором бесперебойности железнодорожных перевозок является надежность систем автоматики и телемеханики, внедрение современной схемы мониторинга их состояния является назревшей необходимостью.

Основная часть

Традиционная схема диагностики (проведение плановых комплексных обследований) разрабатывалась для условий экономики СССР, исключавших эксплуатацию большого количества оборудования сверх расчетного срока службы. Период комплексных обследований трансформаторов выбирался с учетом вероятностей появления и скоростей развития дефектов при наработке до 25 лет и не учитывал особенности протекания данных процессов в состаренном оборудовании. Вследствие этого в постсоветский период участились случаи, когда в интервале между обследованиями дефект успевает зародиться, развиваться и вызвать аварийный отказ трансформатора. При этом простое увеличение частоты обследований приводит к неприемлемому росту затрат на диагностику.

Сегодня активно ведется разработка и внедрение автоматизированных комплексных систем диагностики, позволяющих оценивать текущее техническое состояние оборудования в различных режимах без его отключения [5, 6]. Такие системы помогают выявлять дефекты, а также формировать технические рекомендации по продлению срока эксплуатации, планировать сервисное обслуживание и ремонтные циклы.

При разработке современной схемы диагностики трансформаторов следует учесть ряд моментов:

- полностью отказываться от плановых обследований нецелесообразно, так как они позволяют повысить надежность работающих трансформаторов и увеличить срок их службы, сократить время и стоимость ремонтов, исключить повторные дефекты и т.п.;
- современные автоматизированные системы диагностики чаще всего разрабатываются для конкретных типов трансформаторов. Их применение на другом оборудовании требует трудоемкой настройки библиотеки базы данных и значительной технической доработки. Избежать этого можно за счет применения самообучаемых интеллектуальных систем на основе нейронных сетей, что позволяет унифицировать диагностические исследования. Кроме того, с ростом числа исследований снижается вероятность ошибки, а системный подход (оценка множества факторов во взаимосвязи и в динамике) позволяет увеличивать точность прогнозирования [7–10].
- в отличие от применяемых в Республике Беларусь, западноевропейские системы диагностики электрооборудования не ставят своей задачей продление срока его службы, поскольку зарубежная практика предполагает замену отработавшего оборудования. Имеются также существенные отличия в нормативных требованиях к обслуживанию, диагностированию, составу оборудования и его эксплуатации, которые не позволяют использовать зарубежные системы в условиях Беларуси [11].

В основу разрабатываемой авторами системы диагностического контроля состояния трансформаторов положены системный универсальный подход и возможность интеграции в технологический процесс обслуживания оборудования.

Традиционные методы диагностики трансформаторов включают измерение различных параметров, таких как полное сопротивление короткого замыкания, потери холостого хода, коэффициент трансформации, ток намагничивания, сопротивление обмотки. На предприятиях электроэнергетической отрасли Беларуси для проведения таких измерений при плановых и диагностических проверках на месте эксплуатации, а также при заводских приемочных испытаниях применяются диагностические системы компании OMICRON, например TESTRANO 600 [12, 13].

Увлажнение внутриобмоточной изоляции трансформатора вызывает увеличение внутриобмоточных емкостей [14, 15] и приводит к уменьшению собственных частот составляющих обмотки (слоя, катушки) трансформатора и коэффициента передачи. Вследствие этого возникают частичные разряды (ЧР). Основными методами определения ЧР в изоляции являются акустический [16], электромагнитный и электрический [12, 17–20]. Последний является наиболее чувствительным, на сегодняшний день это единственный метод, применяемый для измерения ЧР в маслобальберной изоляции. Нужно отметить, что оценка состояния изоляции различными емкостными методами возможна только для волокнистой изоляции класса А, так как для нее характерна зависимость явления поляризации от степени увлажненности. У многослойной изоляции класса В поляризация выражена независимо от влажности, поэтому емкостные методы в этом случае неэффективны.

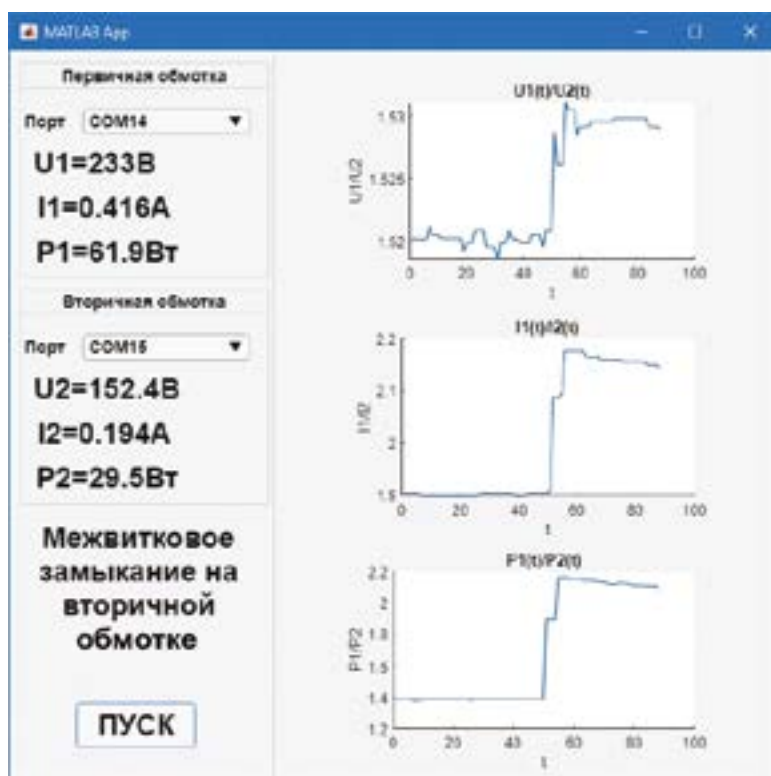


Рис. 1. Пример результатов диагностирования состояния изоляции с помощью системы на основе СНС [24]

Таким образом, применяемые в Беларуси системы диагностики имеют ряд недостатков: они нацелены на решение узкой задачи (разработаны под конкретные схемы, оборудование и т.д.), используют разнородную и разноточную информацию, не учитывают динамику изменения диагностических критериев. Другими словами, эти системы необучаемы. В отличие от них, самообучаемые системы на основе ИНС лишены перечисленных недостатков.

С учетом вышеизложенного авторами разработана высокоэффективная универсальная диагностическая система на основе СНС для определения и классификации неисправностей и оценки остаточного ресурса изоляции обмоток трансформаторов нетягового электроснабжения линий сигнализации, централизации, блокировки в электросетях предприятий железнодорожного транспорта [10].

В условиях быстрого развития искусственного интеллекта (ИИ) закономерно появление большого количества научных работ, описывающих работу нейронных сетей в системах электроснабжения предприятий и варианты применения этой технологии на практике [21].

Наибольшее применение нейронные сети получают в областях, где человеческий интеллект малоэффективен, а традиционные вычисления трудоемки или фактически неадекватны. Так, при диагностике аварийных ситуаций имеют место большой поток данных и информационный шум. Преимуществом ИНС в этом случае является ее гибкость, недостатком – относительно долгое обучение. Для сокращения времени обучения используются обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN) с топологией прямой передачи сигнала, вероятностная

нейронная сеть (PNN) и адаптивная (самоорганизующаяся) нечеткая нейронная сеть [22].

Применение ИНС позволяет унифицировать диагностические исследования, не прибегая к созданию библиотек баз данных для каждого типа трансформатора, и оптимизировать процесс диагностики за счет простоты применения и устранения человеческого фактора при анализе результатов [23]. Использование ИНС позволяет работать с неоднородными и зашумленными первичными данными, а также за счет самообучения и самонастройки обрабатывать их с более высокой точностью, в связи с чем можно говорить об универсальности таких систем диагностирования.

Мониторингу состояния силовых трансформаторов с помощью трехуровневой нейронной сети MLP на основе анализа семи растворенных газов посвящена работа [24]. Авторами описано применение ИНС по алгоритму обратного распространения ошибки (BP) в совокупности с вейвлет-преобразованием сигналов от трансформатора тока дифференциальной защиты на основании тока намагничивания при включении, а также сравнения второй и пятой гармонических составляющих тока. При этом использовались три алгоритма обучения: gradient descent, scale conjugate gradient, Levenberg-Marquart.

В процессе диагностирования были устранены неопределенности распознавания неисправностей, характерные для обычных методов, и получены хорошие результаты обучения для задач с использованием новых типов проб трансформаторного масла.

По мере совершенствования обработки и анализа сигналов многочисленные исследования сосредоточились на применении методов ИИ для мониторинга и повышения точности диагностики. Все большее распространение получают те методы, которые хорошо справляются с проблемами «размерности», самообучения и преодоления точек локальных минимумов. При этом возникает проблема выбора параметров модели. Так, модели на основе нечеткой логики имеют простую структуру и быстро выполняют диагностику, однако их способности к обучению недостаточны; также нет возможности воспользоваться результатами предыдущих экспериментов.

Глубокое обучение дает более высокую точность, чем другие подходы к машинному обучению. В частности, применение СНС с архитектурой глубокого обучения в настоящее время показывает хорошие результаты в отношении классификации, выделения и обнаружения содержания изображений и видеоматериалов.

Сверточные нейронные сети отличаются менее сложным алгоритмом обучения и простотой построения глубокой архитектуры, что снижает вероятность дополнительного переобучения. Нами был предложен в [21] и внедрен метод определения влажности изоляции с помощью фигур Лиссажу на основе СНС. Часть результатов, полученных с помощью программного обеспечения диагностической системы, представлена на рисунке 1. При амплитудном скачке отношений активных

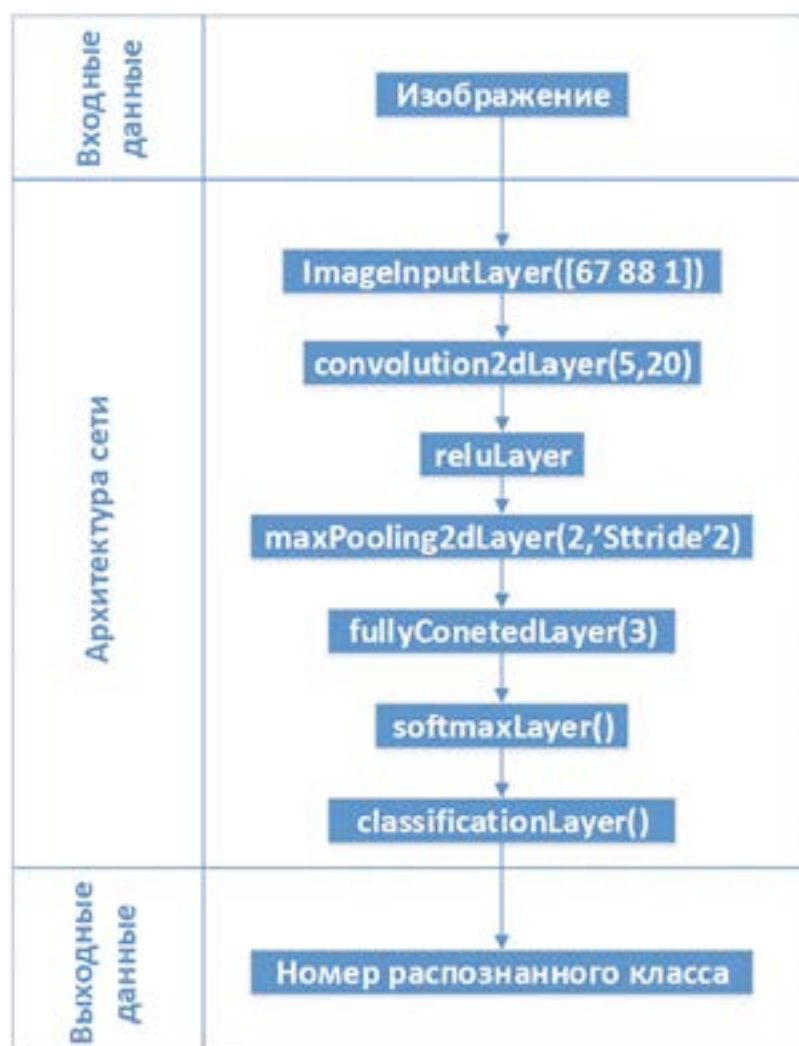


Рис. 2. Архитектура нейронной сети в программе Matlab

мощностей, токов и напряжений программа сигнализирует о появлении межвитковых замыканий на ранних стадиях их возникновения.

Архитектура нейронной сети в программе Matlab приведена на рисунке 2. Входные цифровые данные представляют собой изображения в градациях серого, выходные – результат распознавания. В первом слое (ImageInputLayer) указываются размеры изображения (67×88×1 – высота, ширина и размер канала).

В сверточном слое Convolution2dLayer (5,20) первым аргументом является filterSize, который использует функцию обучения при сканировании изображений. В этом примере цифра 5 указывает на размер фильтра (5×5). Второй аргумент – это количество фильтров (numFilters) или нейронов. Этот параметр соответствует количеству карт объектов (20).

После слоя нормализации партии следует нелинейная функция активации (ReLULayer). Наиболее распространенной функцией активации является выпрямленная линейная единица (ReLU).

За сверточными слоями (с функциями активации) иногда следует операция понижения дискретизации (максимальный объединяющий слой – MaxPoolingLayer), которая уменьшает размер карт объектов и удаляет из-

быточную пространственную информацию. Понижающая выборка позволяет увеличить количество фильтров в более глубоких сверточных слоях без увеличения необходимого объема вычислений на слой. Одним из способов понижения частоты дискретизации является использование максимального пула, который создается с помощью maxPooling2dLayer. Этот слой возвращает максимальные значения прямоугольных областей входных данных, заданных первым аргументом poolSize.

Вслед за слоями свертки и понижающей дискретизации следует один или несколько полносвязных слоев FullyConnetedLayer(3). Здесь нейроны соединяются со всеми нейронами предыдущего слоя и все изученные до этого признаки объединяются, чтобы идентифицировать более крупные закономерности. Последний полносвязный слой объединяет функции для классификации изображений. Таким образом, параметр OutputSize в последнем полносвязном слое равен количеству классов в целевых данных (3).

Функция активации softmax нормализует вывод полностью подключенного слоя. Выходные данные слоя softmax состоят из положительных чисел, в сумме дающих единицу, которые могут использоваться в качестве вероятностей классификации следующим слоем – ClassificationLayer. Классификационный слой является последним. Он использует вероятности, возвращаемые функцией активации softmax для каждого входа, чтобы назначить вход одному из взаимоисключающих классов и вычислить точность.

Выводы

1. Разработана высокоэффективная универсальная диагностическая система на основе сверточных нейронных сетей для определения и классификации неисправностей и оценки остаточного ресурса изоляции обмоток трансформаторов нетягового электроснабжения линий сигнализации, централизации, блокировки в электросетях предприятий железнодорожного транспорта. По сравнению с традиционными методами диагностики система обладает рядом технических преимуществ, при этом ее установка на каждый трансформатор экономически нецелесообразна. Для решения задачи можно рассмотреть использование системы мониторинга на основе данных технического диагностирования без отключения оборудования либо при плановых диагностических испытаниях в лабораториях ШЧ, локомотивных депо, дистанций электроснабжения БЖД.

2. Система мониторинга и технология ее применения получили положительные отзывы по итогам использования в практике ряда подразделений железнодорожной отрасли. Получены акты внедрения от дистанции электроснабжения, ШЧ и локомотивного депо с подтверждением высокой заинтересованности в применении разра-

ботанной технологии для диагностических исследований трансформаторов с воздушным охлаждением и дальнейшем ее развитии в целях диагностики масляных трансформаторов и тяговых асинхронных двигателей.

Кроме того, результаты, полученные в ходе выполнения данной научно-исследовательской работы, используются в образовательном процессе по курсу «Электрические машины и преобразователи» для студентов механического и электротехнического факультетов БелГУТ.

3. Применение ИНС позволяет унифицировать диагностические исследования, не прибегая к созданию библиотек баз данных для каждого типа трансформатора. Простота практического применения и устранение человеческого фактора при анализе результатов позволяют снижать вероятность ошибки с ростом числа исследований и на основе системного подхода (оценки множества факторов во взаимосвязи и в динамике) увеличивать точность прогнозирования.

Список литературы

1. Трансформаторы силовые. Общие технические условия: ГОСТ 11677-85. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 39 с.
2. Львов, М.Ю. Об оценке состояния силовых трансформаторов с длительным сроком эксплуатации / М.Ю. Львов // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Вып. 11. – СПб., 2000. – С. 264–268.
3. Монастырский, А.Е. Техно-экономические проблемы диагностики трансформаторного оборудования / А.Е. Монастырский, В.И. Бунин, Я.А. Евдокимов // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. Вып. 28. Качество производства и надежность эксплуатации электрических коммутационных аппаратов. Современное состояние проблемы оценки технико-экономической эффективности систем (методов и средств) диагностирования электрооборудования. Общие проблемы диагностики силового электрооборудования: сборник / Петерб. энерг. ин-т повышения квалификации [и др.]; под ред.: А.И. Таджибаева, В.Н. Осотова. – СПб., 2005. – С. 367–372.
4. Попов, Г.В. Алгоритм комплексной диагностики масляных трансформаторов / Г.В. Попов, Ю.Ю. Рогожников // Электрические станции. – 2003. – № 8. – С. 54–59.
5. Комбинированные системы сбора и передачи технологической и диагностической информации АСУ ТП электроустановок / А.Н. Васев [и др.] // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. – 2018. – Т. 20, № 11–12. – С. 16–26.
6. Кубарев, А.Ю. Методы исследования свойств дефектного электрооборудования / А.Ю. Кубарев, А.Б. Акпрова, Ю.Е. Кубарев // Изв. высш. учеб. завед. Проблемы энергетики. – 2018. – Т. 20, № 3–4. – С. 108–115.
7. Вопросы реализации оценки технического состояния силового оборудования на электрических подстанциях [Электронный ресурс] / А.И. Хальясмаа [и др.] // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 1 (45). – С. 289–299. – Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2013/01/42.pdf>. – Дата доступа: 27.03.2023.
8. Хальясмаа, А.И. Предпосылки и причины применения методов искусственных нейронных сетей для анализа данных технической диагностики электрооборудования на ПС 35–110 кВ / А.И. Хальясмаа, С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин // Науч. обозрение. – 2013. – № 2. – С. 126–131.
9. Оценка состояния силовых трансформаторов на основе анализа данных технической диагностики / А.И. Хальясмаа [и др.] // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Энергетика. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 114–120.
10. Пехота, А.Н. Технология применения диагностического комплекса трансформаторов / А.Н. Пехота, В.Н. Галушко, И.Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2022. – № 3. – С. 22–26.
11. Хальясмаа, А.И. Методы оценки технического состояния воздушных линий электропередачи в условиях ограниченной информации / А.И. Хальясмаа, С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин // Науч. обозрение. – 2013. – № 1. – С. 136–142.
12. Диагностические испытания и мониторинг силовых трансформаторов [Электронный ресурс] // Omicron. – 2020. – Режим доступа: <https://www.omicronenergy.com>. – Дата доступа: 18.01.2023.
13. Dick, E.P. Transformer Diagnostic Testing by Frequency Response Analysis / E.P. Dick, C.C. Erven // IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. – 1978. – On PAS-97, iss. 6. – P. 2144–2153. <https://doi.org/10.1109/TPAS.1978.354718>
14. Ахметшин, Р.С. Разработка средств диагностирования изоляции силовых трансформаторов I–II габаритов по изменению их частотных характеристик / Р.С. Ахметшин, Л.М. Рыбаков // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. – 2002. – № 11–12. – С. 49–55.
15. Рыбаков, Л.М. Диагностирование силовых трансформаторов I и II габаритов напряжением 10/0,4 кВ под рабочим напряжением с использованием частотных характеристик / Л.М. Рыбаков, Т.В. Анчарова, Р.С. Ахметшин // Вестн. МЭИ. – 2003. – № 3. – С. 39–48.
16. Вибрация и вибродиагностика судового электрооборудования / А.А. Александров [и др.] – Л.: Судостроение, 1986. – 273 с.
17. Дистанционная диагностика дефектов в высоковольтных изоляторах / А.В. Голенищев-Кутузов [и др.] // Изв. высш. учеб. завед. Проблемы энергетики. – 2020. – № 22(2). – С. 117–127. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-2-117-127>
18. Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов: ГОСТ Р 55191-2012 (МЭК 60270:2000). – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2014. – 69 с.
19. Si, W. An Integrated Sensor with AE and UHF Methods for Partial Discharges Detection in Transformers Based on Oil Valve / W. Si, C. Fu, P. Yuan // IEEE Sensors Letters. – 2019. – Vol. 3, № 10. <https://doi.org/10.1109/LSSENS.2019.2944261>
20. ADM-9 – система контроля изоляции высоковольтного оборудования по частичным разрядам при помощи акустических датчиков [Электронный ресурс] // Компания Димрус. – Режим доступа: <https://dimrus.ru/adm.html>. – Дата доступа: 20.03.2023.
21. Диагностирование параметров качества изоляции обмоток трансформаторов при ее увлажнении [Электронный ресурс] / И.Л. Громыко [и др.] // Вестн. БелГУТа: наука и транспорт. – 2022. – № 2 (45). – С. 31–34. – Режим доступа: https://www.bsut.by/images/MainMenuFiles/Nauchnyelssledovaniya/Nauchnye_izdaniya/vestnik/2_2022.pdf. – Дата доступа: 21.03.2023.
22. Хаханов, В.И. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей [Электронный ресурс] / В.И. Хаханов, О.В. Щерба // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2010. – № 5 (46). – С. 208–213. – Режим доступа: <http://nti.khai.edu:57772/csp/nauchportal/Arhiv/REKS/2010/REKS510/Hahanov.pdf>. – Дата доступа: 15.03.2023.
23. Вопросы реализации оценки технического состояния силового оборудования на электрических подстанциях [Электронный ресурс] / А.И. Хальясмаа [и др.] // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 1 (45). – С. 289–300. – Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2013/01/42.pdf>. – Дата доступа: 20.03.2023.
24. Numerical Differential Protection of Power Transformer Using Algorithm Based on Fast Hard Wavelet Transform [Electronic resource] / K.K. Gupta, D.N. Vishwakarma // National Power Systems Conference, NPSC 2002, Indian Institute of Technology, Kharagpur 721302, December 27–29, 2002. – Mode of access: <https://www.iitk.ac.in/npsc/Papers/NPSC2002/236.pdf>. – Date of access: 20.03.2023.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ

По итогам XIII Международной промышленной выставки «ИННОПРОМ»

10–13 июля в г. Екатеринбурге состоялась XIII Международная промышленная выставка «ИННОПРОМ». Главная тема мероприятия – «Устойчивое производство: стратегии обновления». Республика Беларусь впервые показала свои достижения на выставке в статусе страны-партнера. В рамках национальной экспозиции был представлен объединенный стенд Министерства энергетики.



В этом году национальная экспозиция Беларуси носила название «Промышленная кооперация и импортозамещение как основа технологического суверенитета в условиях глобальных вызовов». Свой потенциал на выставке продемонстрировали более 120 белорусских предприятий, работающих в сферах промышленного производства, химической и нефтехимической промышленности, энергетики. Среди них БЕЛАЗ, МАЗ, МТЗ, «АМКОДОР», «Гомсельмаш», ВКМ Holding, показавшие натурные образцы техники и оборудования.

Организации НАН Беларуси, вузы и резиденты ПВТ экспонировали разработки белорусских ученых в области приборостроения, IT-технологий, микроэлектроники, электротранспорта, энергосбережения и др.

В рамках коллективной экспозиции Минэнерго свои инновационные разработки представили организации ГПО «Белэнерго» и ГПО «Белтопгаз». Так, филиал «Белоозерскэнергоремонт» РУП «Брестэнерго» продемонстрировал модель пакета регенеративных воздухоподогревателей и трубной системы, филиал «Учебный центр» РУП «Витебскэнерго» – VR-тренажеры «Виртуальный полигон», «Безопасный дом VR», цифровой двойник газовой турбины SGT800 и виртуальный тур по Лукомльской ГРЭС. Были также представлены услуги ОАО «Белэлектромонтажналадка», продукция РУП «Белгазтехника» и ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры». Разработчиком и организатором объединенного стенда выступило ОАО «Экономэнерго».

В рамках деловой программы форума состоялась серия встреч и переговоров белорусской делегации с руководителями

ряда регионов и крупных предприятий России. По итогам выставки подписано 24 коммерческих контракта и 16 стратегических документов о кооперации в таких областях, как поставки продукции и комплектующих, организация сборочных производств, техническая модернизация, реализация инвестпроектов, научно-техническое сотрудничество и др. Белорусско-российский промышленный бизнес-форум дополнили ярмарка-фестиваль отечественной продукции и культурная программа.

XIII Международная промышленная выставка «ИННОПРОМ» собрала рекордное количество экспонентов – более 1200. Мероприятие посетили делегации из 35 иностранных государств. Таким образом, выставка подтвердила свой статус глобальной платформы для демонстрации передовых технологий и обсуждения актуальных тем современной промышленности.

Подготовила Дарья Лемехова



ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ТАДЖИКИСТАНА: ПОТЕНЦИАЛ СЕГОДНЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ЗАВТРА

Сегодня гидроэнергетика Таджикистана, развитие которой началось в 30-е годы XX века, является главным источником энергии в стране. Таджикистан занимает 8-е место в мире по уровню гидроэнергетического потенциала с совокупными возможностями выработки электроэнергии на ГЭС до 527 млрд кВт·ч в год. Вместе с тем, по оценкам экспертов, для поддержания существующего объема гидрогенерации в Таджикистане к 2030 году потребуются модернизировать около 80 % мощностей ГЭС. Исходя из существующих потребностей правительством страны взят курс на укрепление отрасли, в том числе за счет проведения внутренних реформ и привлечения инвестиций.

Первые ГЭС

Становление гидроэнергетики как основы ТЭК Таджикистана было обусловлено природно-географическими факторами: свыше 50 % гидроресурсов Центральной Азии сосредоточено именно в этой стране.

В 1930-е годы началось возведение гидротехнических комплексов на р. Варзоб. В конце декабря 1936 года введена в эксплуатацию первая гидроэлектростанция в Таджики-

стане – Варзобская ГЭС-1 изначальной мощностью 7,4 МВт. Станция снабжала энергией Варзобский район и г. Душанбе, однако полностью решить проблему энергообеспечения развивающегося города не смогла, поэтому строительство Варзобского каскада было продолжено. К середине 1950-х годов функционировало уже три гидроагрегата. Вместе с тем набирающая обороты промышленность страны требовала больших энергозатрат. В 1956 году на р. Сырдарья была запущена более крупная Кайраккумская ГЭС, позднее сооружен каскад станций Перепадная, Головная и Центральная на р. Вахш.

В 1970-х – начале 1980-х годов был взят курс на строительство крупных ГЭС: введены самая большая в Таджикистане и во всем Центрально-Азиатском регионе Нурекская ГЭС, Байпазинская ГЭС, положено начало сооружению Рогунской ГЭС (1976) и Сангтудинской ГЭС-1 (1987).

К середине 1990-х годов общая мощность энергосистемы Таджикистана составляла 4,4 ГВт, причем ТЭЦ было лишь две – Душанбинская (196 МВт) и Яванская (120 МВт), остальная часть генерирующих мощностей приходилась на гидроэнергетику. Был накоплен достаточный потенциал не только для обеспечения энергией республики, но и для экспорта. Однако

распад СССР, изменение структуры экономических связей Таджикистана с соседними странами, трудности с приобретением необходимых технологий, а также дестабилизация внутриполитической обстановки сильно замедлили дальнейшее развитие гидроэнергетики в стране. Тем не менее в начале 2000-х годов власти взяли курс на продолжение строительства незавершенных станций, сооружение новых и модернизацию устаревших мощностей.

Потенциал сегодня

Сегодня в Таджикистане более 90 % электроэнергии вырабатывается гидроэлектростанциями, в связи с чем уровень выбросов CO₂ на 1 кВт·ч генерируемой электроэнергии здесь один из самых низких в мире. При этом, согласно данным ЕАБР, Таджикистан использует лишь 4–5 % своего гидроэнергетического потенциала.

В стране насчитывается 11 крупных и средних ГЭС и порядка 300 малых. Основные гидроресурсы сосредоточены в бассейнах рек Пяндж, Вахш, Каферниган и Зеравшан. Потенциальные возможности гидрогенерации составляют порядка 527 млрд кВт·ч, технические – 317 млрд кВт·ч. По итогам 2022 года был выработан 21 млрд кВт·ч электроэнергии, что стало рекордным показателем за весь период с момента становления страны в качестве независимого государства. До 2030 года правительство Таджикистана намерено увеличить выработку до 40,7–45 млрд кВт·ч, при этом на ГЭС должно вырабатываться 37,6–41,6 млрд кВт·ч (92,4 % от общего объема генерации).

На Таджикистан приходится около 54 % потенциальных гидроресурсов Центральной Азии. При условии реализации технического потенциала

СПРАВОЧНО

Таджикистан заинтересован в укреплении связей со странами ЕАЭС. Об этом заявил президент республики Эмомали Рахмон на расширенном заседании Высшего евразийского экономического совета 25 мая. В 2022 году доля стран Союза во внешнем товарообороте Таджикистана составила 42 %, на рынок ЕАЭС экспортируется почти половина общего объема произведенных в республике товаров. Особый интерес для государств Союза представляет возможность совместного освоения гидроэнергетического потенциала страны. В рамках Страновой стратегии по Таджикистану на 2022–2026 годы Евразийский банк развития (ЕАБР) планирует реализовать ряд проектов, в числе которых создание Водно-энергетического комплекса Центральной Азии.



и осуществления планов модернизации электросетевой системы республика может значительно нарастить экспорт электроэнергии в соседние страны, а также в государства Южной Азии.

Вызовы, задачи и перспективы

Помимо очевидных выгод от развития гидроэнергетики наблюдается и ряд сопутствующих проблем. Во многом зависимость Таджикистана от гидроэнергетики делает экономику уязвимой из-за сезонной нехватки электроэнергии – мощностей тепловых станций недостаточно для балансировки дефицита воды в резервуарах ГЭС в зимнее время. В таких условиях порядка 1 млн человек могут быть отрезаны от стабильного доступа к электроэнергии на достаточно продолжительный период. Этот вызов становится все

более острым из-за таяния ледников Памира, которые формируют необходимый сток воды (за последние десятилетия общий объем ледников Таджикистана уменьшился на треть). В связи с этим строительство гидротехнических сооружений должно проводиться еще и с учетом новейших разработок в области адаптации к изменениям климата.

Другая проблема – изношенность и устаревание гидроэнергетической и электросетевой инфраструктуры. Большинство действующих в стране ГЭС были построены еще в советский период, и сейчас необходимо проводить комплексные работы по их реконструкции. При этом повысить надежность энергосистемы Таджикистану мешают недостаточный приток инвестиций и недофинансирование проектов. Одной из ключевых причин здесь выступает низкий уровень тарифов на электроэнергию и невысокая доходность ведения бизнеса.

Кроме того, дальнейшее развитие гидроэнергетической отрасли требует тщательного изучения водно-энергетических ресурсов страны, проведения детальных гидрогеологических исследований для повышения эффективности будущих ГЭС и предоставления гарантий их безопасности для местного населения и экосистемы. Во многом вышеуказанные проблемы можно решить за счет укрепления международного сотрудничества и привлечения дополнительных инвестиций в отрасль.

Таджикистан уделяет приоритетное внимание развитию гидроэнергетики. В рамках реализации «Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года» («Стратегия 2030») правительством предусматривается не только техническая модернизация объектов гидроэнергетической инфраструктуры, но и улучшение делового климата: проведение реформ, направленных на совершенствование рыночных механизмов, создание конкурентной среды, увеличение прибыли компаний ТЭК. В целях привлечения инвесторов правительство освобождает их от налога на прибыль (на различный срок в зависимости от объемов вложенных средств), предоставляет таможенные льготы, наделяет особым юридическим статусом и гарантирует защиту инвестиций.

Наиболее значительным проектом Таджикистана сегодня выступает Рогунская ГЭС на р. Вахш. Первый технический проект станции был разработан в 1974 году. В 2018 году запущен в работу первый гидроагрегат, в 2019-м – второй. Предусматривается эксплуатация шести агрегатов общей мощностью 3600 МВт со среднегодовой выработкой 13,8 млрд кВт·ч. Основное препятствие на пути реализации данного проекта – проблема финансирования. Стоимость гидроэлектростанции оценивается в 4 млрд долл. США, а ориентировочный срок запуска – 2032 год. Предполагается, что станция станет самой высокой в мире и крупнейшей в Центральной Азии.

В текущем году Таджикистану уже удалось заручиться финансовой поддержкой Азиатского банка раз-

Крупнейшие ГЭС Таджикистана, 2022 год

Станция	Установленная (проектная) мощность, МВт	Доступная мощность, МВт	Год запуска
Нурекская ГЭС	1995	1950	1972
	1005	800	1979
Рогунская ГЭС	3600	240	2018
Байпазинская ГЭС	600	550	1985
Сангтудинская ГЭС-1	670	670	2008
Сангтудинская ГЭС-2	220	220	2011
Головная ГЭС	240	170	1962
Кайраккумская ГЭС	126	124	1956
Центральная ГЭС	15,1	12,8	1964
Перепадная ГЭС	29,95	26,3	1958
Варзобская ГЭС-1	9,5	9,5	1937
Варзобская ГЭС-2	14,4	5,0	1949
Варзобская ГЭС-3	3,52	1,5	1952

Источник: доклад МЭА «Tajikistan 2022. Energy Sector Review», март 2023 г.

вития и Всемирного банка. Однако их гранты направлены в первую очередь на улучшение финансовой и коммерческой составляющих проекта, оплату консультативных услуг для обеспечения безопасности и экологичности Рогунской ГЭС. Готовность профинансировать часть проекта выразили также Исламский банк развития и Азиатский банк инфраструктурных инвестиций (АБИИ).

Помимо этого, на стадии проектирования находится Шурабская ГЭС, которая будет расположена между Рогунской и Нурекской. Ориентировочная мощность станции составит

Осуществляется модернизация ряда системообразующих ГЭС Таджикистана: Нурекской, Головной, Кайраккумской. Так, в октябре 2022 года был запущен после восстановления первый гидроагрегат Нурекской ГЭС. Ожидается, что по итогам реабилитационных работ мощность станции составит 3375 МВт (+375 МВт), а среднегодовая выработка – 12,6 млрд кВт·ч (+1,4 млрд кВт·ч). После реконструкции Нурекская ГЭС не только укрепит энергобезопасность страны, но и увеличит возможности экспорта «чистой» электроэнергии.



Нурекская ГЭС

862 МВт. Ожидается, что реализацией проекта с привлечением консультантов будет заниматься Таджикская алюминиевая компания (ТАЛКО).

По мере восстановления в регионе интегрированной энергетической системы расширяются совместные проекты центральноазиатских государств в области гидроэнергетики. Республика Таджикистан играет в этом процессе особую роль. В начале июня 2022 года лидеры Таджикистана и Узбекистана дали старт строительству Яванской ГЭС на р. Зеравшан мощностью 140 МВт. Заинтересованность в направлении инвестиций выразили Азиатский банк развития и Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР). Реализация проекта может сыграть позитивную роль в процессе урегулирования продолжающихся споров относительно совместного использования водно-энергетических ресурсов странами Центральной Азии.

Проект восстановления Нурекской ГЭС осуществляется в два этапа: на первом проводится капитальный ремонт трех гидроагрегатов и ключевой инфраструктуры зданий ГЭС с привлечением средств Всемирного банка, АБИИ и ЕАБР, на втором – шести агрегатов за счет финансирования Всемирным банком.

В настоящее время в стране насчитывается порядка 300 малых ГЭС (≈ 132 МВт), однако около трети этих объектов не функционирует ввиду того, что многие из них построены без проведения надлежащих гидрологических исследований. Кроме того, невозможность эксплуатации ряда МГЭС обусловлена нехваткой воды: в летний период – в связи с ирригационными нуждами местных хозяйств, в зимний – из-за отсутствия необходимого стока. При этом правительство намерено поддерживать дальнейшее развитие МГЭС в рамках «Стратегии 2030». Предпосылки для этого формируют гористая

местность, необходимость обеспечения электроэнергией населения в удаленных и труднодоступных районах, а также возможность создания на базе МГЭС новых предприятий малого и среднего бизнеса.

В развитие гидроэнергетики Таджикистана сегодня активно инвестируют различные международные финансовые институты, в том числе Всемирный банк (восстановление Нурекской ГЭС), ЕБРР (модернизация Кайраккумской ГЭС) и др.

В строительстве гидротехнических сооружений непосредственное участие принимают также иностранные компании. Например, итальянская Webuild S.p.A. занимается проектированием и проведением работ по строительству плотины Рогунской ГЭС. Американская корпорация General Electric осуществляла поставки высоковольтного оборудования для Сангтудинской ГЭС-1 и комплексных распределительных устройств (КРУЭ) для Нурекской ГЭС. В 2011 и 2014 годах запущены два агрегата Сангтудинской ГЭС-2. Основным инвестором проекта выступил Иран. В 2013 году при помощи индийских инвестиций была реконструирована ГЭС «Варзоб-1».

Значительный опыт реализации гидроэнергетических проектов в Таджикистане накопился и у российских компаний ТЭК. Так, на средства России при содействии ПАО «Интер РАО» было завершено строительство Сангтудинской ГЭС-1, которая в настоящее время обеспечивает 12 % совокупной выработки электроэнергии в стране. Кроме того, дочернее предприятие Группы «РусГидро» АО «Институт Гидропроект» проводит комплексный мониторинг состояния гидротехнических сооружений Сангтудинской ГЭС-1, а также с 2009 года оказывает консультативно-инжиниринговые услуги по завершению строительства Рогунской ГЭС. Другое дочернее предприятие «РусГидро» – АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» задействовано в проведении исследовательских работ по проекту крупнейшей ГЭС Таджикистана.

Подготовлено по материалам статьи Н. Казеевой, М. Козыревой, опубликованной в российском общественно-деловом научном журнале «Энергетическая политика» (№ 4, 2023)

А.В. ОСИПОВ,
заместитель директора – начальник
управления торфяного проектирования
ГП «НИИ Белгипрогаз»



ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАНАДЫ И США

Канада и Соединенные Штаты Америки занимают основную часть (около 80 %) Северо-Американского континента. Канада, обладая самыми большими в мире запасами торфа, лидирует в Западном полушарии по его добыче. В свою очередь США являются крупнейшим импортером канадского торфа.

Статья продолжает серию публикаций о тенденциях развития торфяной промышленности в зарубежных странах.

Торфяная промышленность Канады

Торфяные месторождения занимают 12 % площади Канады, или 1,136 млн км². В основном они расположены на северо-западе страны в регионах

Онтарио (20 %) и Манитоба (19 %) [1]. Запасы торфа достигают 170 млрд т, а по некоторым оценкам – превышают 300 млрд т.

Торфяная отрасль в Канаде начала развиваться с 1860-х годов в провинциях Квебек и Онтарио [2]. На первом

этапе промышленного освоения торфяных ресурсов большая часть добываемого сырья шла на топливо. После Первой мировой войны сфера применения торфа расширилась: его стали использовать на подстилку для животных, в садоводстве, а также при производстве теплоизоляционных материалов. В 1910–1940-х годах торф начали добывать во всех провинциях страны, где имелись его промышленные запасы (Онтарио, Манитоба, Альберта, Британская Колумбия, Квебек и Нью-Брансуик).

В 1950-х годах торфяная промышленность Канады перешла на качественно новый уровень – торф стал использоваться преимущественно для производства питательных грунтов и субстратов. В настоящее время для его добычи используется около 14 тыс. га торфяных месторождений, что составляет менее 0,03 % их общей площади. Почти весь торф добывается с помощью пневмоуборочных машин канадской компании Premier Tech (основана в 1923 году). Оборудование этого производителя применяется для добычи и переработки торфа во многих странах, включая Беларусь.

На современном этапе торфодобывающие компании Канады объединены в три региональные ассоциации:



СПРАВОЧНО

Veriflora – это программа сертификации устойчивости сельского хозяйства и экомаркировки. Сертификаты Veriflora выдает компания SCS Global Services (США), продвигающая стандарты устойчивого развития в различных отраслях. Канадская система сертификации, инициированная CSPMA и Veriflora, была запущена в 2011 году. Ее критерии, основанные частично на ISO 9001 и ISO 14001, охватывают ключевые аспекты защиты окружающей среды, социальной ответственности и качества продукции.



- Канадская ассоциация сфагнового торфяного мха (CSPMA);
- Ассоциация производителей садоводческого торфа Квебека (ARTHQ);

- Ассоциация производителей торфа Нью-Брансуика (NBPPA).

С 2007 года в стране действует кластер передового опыта в области торфа и субстратов, поддерживающий инновационные разработки и предприятия по выпуску торфопродукции для садоводства (Нижний Сен-Лоран, Квебек). Ряд канадских компаний по добыче и переработке торфа сертифицированы по программе Veriflora.

На протяжении многих лет Канада является одним из крупнейших в мире экспортеров верхового торфа и торфяных субстратов. Так, по данным Геологической службы США, в 2022 году в стране было добыто 1,7 млн т торфа. Продукция поставляется в основном в США (в 2021 году – 1,6 млн т), а также в Японию и другие страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Торфяная промышленность США

Общая площадь торфяников США составляет 214 тыс. км². Основные месторождения расположены на Аляске (более 50 %), а также в северных штатах Миннесота, Мичиган и Висконсин, вдоль Восточного побережья от Мэна до Флориды и вдоль прибрежной полосы Мексиканского залива. Совокупные запасы торфа оцениваются в 15 млрд т [3].

С 1930-х годов США начали импортировать торф из Канады. Поскольку его поставки в Америку из Европы после Второй мировой войны значительно сократились, Канада заняла доминирующие позиции на рынке США, которые сохраняются и в настоящее время.

Добычу и переработку торфяного сырья в США осуществляют 29 компаний в 11 штатах [3]. Ведущими производителями являются Флорида, Иллинойс, Мэн, Мичиган и Миннесота – на них приходится 98 % добываемого торфа.

В 2022 году в США было добыто 340 тыс. т торфяного сырья. При этом добыча низинного осокового торфа

СПРАВОЧНО

Торфяной мох (сфагновый торф) – волокнистый материал, образующийся в торфяных болотах при анаэробном разложении мха сфагнума и других живых организмов. Отличается высокой кислотностью, абсорбирующими и антисептическими свойствами. Торфяной мох увеличивает способность почвы удерживать влагу и питательные вещества, подавляет рост бактерий и грибов. Садоводы и цветоводы используют его как почвенную добавку, а также как субстрат для транспортировки семян и живых растений.



составила около 87 %, сфагнового – 10 %. Верховой торф, используемый для производства торфяных грунтов, в основном импортируется из Канады.

В настоящее время в США, как и в Канаде, на нужды сельского хозяйства и садоводства идет около 95 % добываемого торфа. В промышленном секторе торф используется как сорбент для сбора нефти и нефтепродуктов и как эффективная фильтрующая среда для удаления загрязнителей, переносимых водой из шахтных стоков, септических систем и др.

Заключение

Канада и США в силу природно-географических условий практически не экспортируют торф на внешние рынки и не нуждаются в его импорте, что делает эти страны самодостаточным кластером по добыче и переработке торфяного сырья, а также производству оборудования для отрасли. При этом для обеих стран характерен постоянный объем

добычи торфа на протяжении последних десяти лет – около 2 млн т в год, что характеризует ситуацию на рынке торфяной продукции Северной Америки как стабильную.

Кроме этого, в отличие от стран Западной Европы в Канаде и США на законодательном уровне не принимаются меры по снижению добычи торфа и его доли в производстве субстратов.

Список литературы

1. Industry statistics [Electronic resource] // Statistics – CSPMA. – Mode of access: <https://peatmoss.com/statistics>. – Date of access: 27.04.2023.
2. A brief history of peat extraction in Canada and Manitoba [Electronic resource] // Manitoba peatlands. – Mode of access: <http://manitobapeatlands.weebly.com/canadian-peat-mining.html#:~:text=Peat%20extraction%20in%20Canada%20can,to%20the%20Second%20World%20War>. – Date of access: 27.04.2023.
3. Peat [Electronic resource] // U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022. – Mode of access: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-peat.pdf>. – Date of access: 27.04.2023.

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



СЕЛЕКТИВНОЕ ВОСПРИЯТИЕ, ИЛИ СЛЕПОТА НЕВНИМАНИЯ

Противоречие должно пробуждать внимание, а не чувства.

Томас Фуллер

Мы живем в эпоху информатизации, когда доступных источников сведений и точек зрения так много, что в них можно потеряться. В таких условиях человек неизбежно начинает фильтровать информацию, выбирая ту, которая ему ближе, понятнее и отвечает внутренним убеждениям и интересам. Это может приводить к предвзятости, информационной слепоте и прямым просчетам, в том числе в работе специалистов и руководителей энергетической сферы.

Селективное (выборочное) восприятие – это склонность людей уделять внимание той информации, которая согласуется с их ожиданиями, и игнорировать другие данные. Делает ли это складывающуюся в итоге картину достоверной и точной? Для нас – да, для кого-то другого – нет.

К примеру, человек настроен против прививок. Он, вероятнее всего, уже нашел информацию, которая согла-

суется с его мнением. Но проблема в том, что при поиске доказательств своей точки зрения он скорее всего уделял больше внимания новостям, подтверждающим ее, чем аргументам в защиту прививок.

Фильтруя информацию для запоминания, мозг всегда предпочитает запомнить более эмоционально простую и четкую концепцию, а не сложную, требующую анализа, даже если она более корректна и объективна.

Мы склонны обращать внимание на то, что отвечает нашим ожиданиям, и закрывать глаза на то, что идет с ними вразрез, даже если это ведет к очевидным противоречиям. Помните, когда нам не нравится человек, то мы начинаем видеть только его изъяны, и наоборот. Почему так происходит?

Как правило, в бытовой жизни когнитивные искажения связывают со стереотипами, национальными традициями, образом жизни, прошлым опытом, личностными качествами индивида. К примеру, мнительный, критически настроенный человек будет видеть вокруг себя только негатив.

Влиянию селективного восприятия подвержены практически все, и работники энергетической сферы не являются исключением. Выборочность восприятия может проявляться, например, в такой важной сфере, как кадровая политика. Известно, что ошибки в подборе персонала дорого обходятся организациям. Иногда причина таких просчетов – в субъективном восприятии кандидатов, когда руководитель не может полноценно оценить компетенции соискателя.



В рабочих отношениях проблема искажения восприятия возникает в связи с большими объемами информации, психологическими и физическими нагрузками, с необходимостью действовать быстро и принимать ответственные решения. В целом, как и большинство когнитивных механизмов, селективное восприятие выполняет полезную функцию: помогает нам отсеивать лишнюю информацию, чтобы сберечь умственные ресурсы, то есть дает мозгу отдых. Однако такое восприятие ведет к ошибкам, которые могут иметь негативные последствия.

К примеру, явление «любимчиков» на работе мешает одним специалистам проявить себя и получить заслуженную награду, а другим – обратить внимание начальства на недочеты. Таким образом, фаворитизм в деловой среде влияет на карьерные возможности отдельных сотрудников. Когда же руководитель в принципе «слеп и глух» к персоналу, то это мешает развитию всей организации.

На рабочих местах игнорирование части информации может привести к нарушениям, травмам и ЧП. Работник с искаженным восприятием не может объективно оценивать ситуацию. К примеру, электромонтер с пеной у рта доказывает, что изучил вопрос, досконально выполнил поручения, что проверять его работу не надо и вообще – «сомнений быть не может». Очень даже может: просто в целях психологической защиты мозг

СИТУАЦИЯ

На одном из предприятий энергетики долго не могли набрать штат специалистов – практически каждый второй новый работник не проходил испытательный срок или не имел нужных компетенций. Было принято решение ввести в штат должность заместителя директора с функциями подбора персонала (HR). Руководитель предприятия выбрал кандидата, явно не соответствующего требованиям к HR-эксперту. Обосновывая свой выбор, руководитель рассказал: «Когда кандидат пришел на собеседование, я сразу понял: этот человек – то что надо, он умеет разбираться в людях. У него хороший опыт и внешность, вызывающая доверие, он умеет говорить и своими манерами создает положительные эмоции, а еще он работал в компании, которую я хорошо знаю. Там всегда дисциплина и отличные показатели!» В то же время наниматель не смог назвать значимые с профессиональной точки зрения качества соискателя.



СПРАВОЧНО

Эксперименты в области психологии подтверждают, что селективное восприятие может приводить к информационной слепоте. К примеру, в ходе одного из экспериментов актер спрашивал у пешехода, как пройти к какому-либо объекту. Пока прохожий объяснял, между ними проходили рабочие, которые несли дверь и на несколько секунд заслоняли собеседников друг от друга. В этот момент актера заменяли, и перед прохожим оказывался совершенно другой человек, отличавшийся от первого ростом, одеждой, прической, голосом. Тем не менее большинство людей подмены не замечало.

«не замечает» неудобные факты, и выводы получаются абсолютно необъективными.

Что делать, чтобы не попасть в ловушку выборочного восприятия?

1. Оставлять шанс иному мнению. Следует помнить о факторе субъективности – одну и ту же новость разные люди могут воспринять по-разному, а кто-то и вовсе не обратит на нее внимания. Мозг человека формирует «фильтры», отсекающие информацию, не соответствующую его биологическим и психологическим интересам. В то же

время учет разных точек зрения способствует принятию более уверенных решений и разрядке конфликтных ситуаций.

2. Анализировать без эмоций.

Процесс восприятия человеком любых данных и их интерпретации очень несовершенен. Мы чаще видим то, что хотим видеть, поэтому истина ускользает от нас. Очень многие люди при анализе информации опираются на стереотипы, так как это существенно облегчает жизнь – отпадает необходимость думать, анализировать. В то же время такое «одномерное» восприятие лишает нас возможности видеть мир во всей его сложности. Например, лежащий на земле человек не обязательно

ТЕСТ НА ВНИМАНИЕ

Задание 1

Какие нарушения с точки зрения охраны труда вы видите на фотографии?



Ответ: во избежание термической травмы руки за ручку.

Задание 2

Найдите ошибку на картинке



Ответ: ошибка в тексте (двойная повторенная «ли»)

Задание 3

Найдите лишнее число

3	33	15	36
12	27	34	18
72	39	30	6
24	21	9	42

Ответ: все числа, кроме 34, делятся на 3

находится в состоянии алкогольного опьянения – возможно, ему просто стало плохо.

3. Оценивать беспристрастно.

Вспомните школьные годы – почти в каждом классе у учителей были свои «любимчики» и «аутсайдеры», которые числились в отстающих. Первых поощряли, что бы они ни сделали, вторым доставалось даже за то, что сошло бы с рук всем остальным.

Та же ситуация повторяется во многих организациях: бывает, что руководитель симпатизирует одному подчиненному и постоянно недоволен другим, хотя наблюдателю со стороны кажется, что первый не такой уж гениальный работник, а второй отлично справляется.

Оставаясь беспристрастными вы сможете избежать несправедливых оценок и решений, что самым благоприятным образом скажется на вашей жизни и работе.

4. Использовать критерии. В рабочей среде хорошей практикой будет выработка и фиксация (в письменной форме) критериев, по которым производится оценка сотрудников, в том числе принимаемых на работу (профиль должности, метапрограмма).

Заключение

Выборочное восприятие – это не хорошо и не плохо. Оно дано нам природой и позволяет иметь личное мнение, не выбрасывать накопленный багаж знаний после каждого негативного опыта или непонятого случая. Но оно же заставляет нас «наступать на грабли», а при осознании ошибки – анализировать и быть внимательнее. Нужно просто знать о существовании этого явления, понимать, что мы можем быть неправы, и не впадать в крайнюю эмоциональность, если кто-то не согласен с нашими убеждениями.

Более того, следует расширять рамки своего восприятия, а не ограничивать его. Ведь еще Леонардо да Винчи сказал: «Источник всех наших знаний – в нашей способности к восприятию».



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

ИЗМЕНИЛСЯ ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОТНИКОВ СУБЪЕКТОВ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15 мая 2023 г. № 31 внесены изменения в Инструкцию о порядке подготовки и переподготовки работников субъектов перевозки опасных грузов, занятых перевозкой опасных грузов (далее – Инструкция), утвержденную постановлением МЧС от 17 мая 2021 г. № 37. Целью изменений является устранение пробелов в правовом регулировании подготовки и переподготовки работников указанных субъектов хозяйствования с учетом практики применения Инструкции.

Инструкция устанавливает порядок подготовки и переподготовки работников субъектов перевозки опасных грузов, занятых перевозкой опасных грузов автомобильным, железнодорожным, воздушным и внутренним водным транспортом. Требования документа актуальны для ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», осуществляющего подготовку и переподготовку работников тех субъектов, которые перевозят опасные грузы автотранспортом.

В целях совершенствования практических навыков работы с опасными грузами, в том числе при проводимой обучающими организациями отработке мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий или инцидентов, происшедших при перевозке опасных грузов, п. 5 Инструкции дополнен ссылкой на приложение, которое содержит минимальные требования к наличию у обучающихся организаций учебных и наглядных пособий. В данном случае наглядными пособиями являются специально подготовленные объекты, позволяющие слушателям:

- углубленно и более эффективно усвоить знания по соответствующим программам подготовки и переподготовки;
- самостоятельно, в свободном доступе (независимо от работы электронных средств подготовки), без использования специальных технических средств и технологий передачи данных получать соответствующую информацию и необходимые знания в области безопасности перевозки опасных грузов.

В п. 6 Инструкции уточнен порядок проведения теоретических и практических занятий, а также консультаций – они проводятся в соответствии с расписанием, составляемым обучающей организацией в пределах установленного режима работы, и с порядком учебного процесса, разработанным обучающей организацией и утвержденным ее руководителем.

Значимое изменение внесено в п. 7 Инструкции. Новой редакцией пункта установлено, что проведение подготовки в дистанционной форме не осуществляется. Для однозначного толкования требования, а также в связи с обращениями

субъектов хозяйствования с просьбой разъяснить указанную норму, в пункт внесено дополнение, предусматривающее, что при проведении теоретических занятий лицо, проводящее их, должно фактически находиться в одном помещении со слушателями. Применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии слушателей и указанного лица допускается только в период введения ограничительных мероприятий в соответствии с законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Внесение этого изменения обусловлено тем, что некоторые учреждения образования при реализации программ дополнительного образования взрослых в области перевозки опасных грузов практикуют подготовку и переподготовку работников в дистанционной форме с применением ИКТ.

Инструкцией устанавливается, что взаимодействие лица, проводящего теоретические занятия, и слушателей должно быть интерактивным и проходить в режиме реального времени, а слушатели должны иметь возможность участвовать в занятиях с применением опросов и совместным использованием экрана. Данное положение соответствует международной практике, отраженной, например, в Руководстве в отношении подготовки в области опасных грузов, разработанном Рабочей группой Международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА) по обучению в сфере опасных грузов (2023 г.).

В п. 8 Инструкции уточнены требования к лицам, осуществляющим подготовку. Так, если прежняя редакция позволяла привлекать к проведению теоретических занятий специалистов, имеющих экономическое образование, в рамках получения которого они изучали отдельные дисциплины в области транспорта, то из новой редакции это положение исключено.

Изменен п. 11, касающийся пропуска занятий слушателями. Действовавшая ранее Инструкция допускала возможность пропустить шесть и более академических часов

занятий, а затем сдать зачет преподавателю и быть допущенным к оценке знаний.

Теперь же программами подготовки и переподготовки работников не предусматривается сдача зачетов по пропущенным темам. Это позволит сократить временные затраты преподавательского состава, а также избежать финансовых расходов на оплату дополнительного труда лиц, проводящих зачет. В связи с тем, что подготовка работников является непродолжительной, отсутствие на занятиях должно быть недопустимым. Тем не менее с учетом различных обстоятельств и жизненных ситуаций возможен пропуск теоретических учебных занятий, но не более 20 % от их общего количества. При этом пропуск практических занятий не допускается.

Пункт 14 Инструкции в целях однозначного понимания изложен в новой редакции – установлено, что при проведении практического занятия каждый слушатель непосредственно (лично) должен выполнить обучающее задание (практическое упражнение) в соответствии с темой занятия.

Изменения, внесенные в пп. 4, 6, 13, 21, обусловлены практикой применения Инструкции и обращениями юридических лиц, а также необходимостью разграничения терминологии, применяемой в Инструкции, и понятийного аппарата Кодекса Республики Беларусь об образовании.

В форму протокола оценки знаний, приведенную в приложении к Инструкции, внесены следующие изменения:

- в целях оптимизации объема текста и облегчения его понимания исключен фрагмент «нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, устанавливающих обязательные для соблюдения требования в области перевозки опасных грузов, в том числе перечни опасных грузов, допущенных к перевозке, по программе подготовки (переподготовки) работников субъектов перевозки опасных грузов, занятых перевозкой опасных грузов»;
- подстрочный текст «наименование обучающей организации» заменен словами «место проведения подготовки и переподготовки, наименование обучающей организации, обособленного структурного подразделения». Новая формулировка соответствует форме разрешения, установленной приложением 1 к Положению о порядке выдачи разрешений на право проведения подготовки и переподготовки лиц, занятых перевозкой опасных грузов, их дубликатов, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июля 2021 г. № 376.

При подготовке статьи использовались материалы Правового форума Беларуси, <https://forumpravo.by>



А.А. РОМАНОВСКИЙ,
начальник отдела эксплуатации и ремонта
зданий и сооружений ГПО «Белэнерго»

ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ БАШЕННЫХ И ВЕНТИЛЯТОРНЫХ ГРАДИРЕН

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.22.301-23

С 10 июля введен в действие СТП 33240.22.301-23 «Методика обследования башенных и вентиляторных градирен», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 26 июня 2023 г. № 193. Стандарт введен впервые с отменой СТП 34.21.663 (РД 34.21.663) «Методика обследования металлоконструкций вытяжных башен обшивных градирен: МТ 34-70-014-84» и СТП 34.22.301-88 (РД 34.22.301-88) «Методические указания по проведению натурных обследований железобетонных оболочек градирен».

Новый стандарт распространяется на башенные и вентиляторные градирни организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», и устанавливает состав и порядок выполнения работ при подготовке и проведении обследований градирен, основные критерии оценки их технического состояния, требования к безопасности проведения работ и содержанию отчетов по результатам обследований.

Разделом 5 стандарта установлено, что контроль технического состояния градирен должен осуществляться эксплуати-

рующей организацией или службой технической эксплуатации (ответственным эксплуатантом) путем проведения плановых и внеплановых (внеочередных) технических осмотров собственными силами или обследования специализированной организацией (при необходимости).

Документом предусмотрено разделение плановых технических осмотров на общие и частичные. Общие осмотры проводятся два раза в год (весной и осенью), частичные –

в зависимости от конструктивных особенностей гравирни и технического состояния ее элементов.

В разделе также представлена классификация причин выявляемых дефектов (повреждений). Сроки устранения дефектов и повреждений устанавливаются организацией, выполняющей обследование, с учетом конкретной ситуации на объекте.

В **разделе 6** регламентируются основные требования к обследованию гравирен. Стандартом определены три этапа обследования:

- предварительный технический осмотр (выполняется эксплуатантом);
- общее обследование (по внешним признакам);
- детальное (инструментальное) обследование.

Уточнено, в каких случаях реализуется каждый из этапов и какие работы при этом проводятся.

В **разделе 7** определен порядок оценки технического состояния гравирен. Установлено, что на основании результатов, полученных на этапе общего обследования, должны быть выполнены:

- общая оценка категории технического состояния (КТС) конструкций, их пригодности к эксплуатации с разработкой в необходимых случаях указаний (рекомендаций) по ремонту или другим дальнейшим действиям;
- оценка необходимости детального обследования с определением участков его проведения.

Кроме регистрации видимых дефектов следует оценивать вероятность появления скрытых дефектов и их опасность, а также целесообразность дополнительных затрат на их выявление.

Стандартом установлены две степени ответственности элемента или его участка, в котором обнаружен дефект. В свою очередь, дефекты классифицированы по степени их распространенности.

В отчете по результатам обследования необходимо подробно описывать рекомендуемые мероприятия и их приоритетность, указывая при этом срок реализации рекомендуемых мер. Меры в обязательном порядке должны содержать:

- оценку возможности наличия и степени опасности скрытых дефектов;
- расширение масштабов и глубины (детализации) обследования;
- выбор методов усиления и ремонта конструкций;
- разработку уточненной стратегии технического обслуживания и ремонта в соответствии с поставленными задачами и фактическими КТС конструкций.

Отмечено также, что согласно ГОСТ ISO 15686-7 следует рассматривать пять уровней (рейтингов) негативных последствий отказов: 1-й уровень – ущерб отсутствует; 2-й уровень – незначительный ущерб; 3-й уровень – умеренный ущерб; 4-й уровень – высокий ущерб; 5-й уровень – значительный ущерб. Если по результатам технических осмотров или обследования гравирни выявлено опасное состояние конструкций, то ответственный эксплуатант обязан принять оперативные меры по снижению рисков.

В **разделе 8** регламентированы организационные аспекты проведения обследований, в том числе определены функции организации – исполнителя обследования, строительные конструкции каркасных, железобетонных и вентиляторных гравирен, подлежащие обследованию, устройства и средства контроля технического состояния гравирен, а также численность персонала, выполняющего обследование строительных конструкций.

В **разделе 9** установлены требования к отбору проб материалов для лабораторных испытаний, в **разделе 10** – к анализу результатов обследования. Перечислены данные, используемые для анализа, а также параметры каждого типа гравирен, которые должны соответствовать проектным значениям. На основании результатов, полученных при обработке и анализе материалов обследования, составляется заключение о техническом состоянии строительных конструкций гравирни, ее несущей способности и разрабатываются рекомендации по устранению выявленных дефектов.

В **разделе 11** определены методы устранения дефектов, в **разделе 12** – требования безопасности к проведению работ по обследованию гравирен, в **разделе 13** – требования к содержанию, порядку оформления и приемки отчетов по результатам обследований.

Стандарт включает семь приложений (пять рекомендуемых и два справочных). В рекомендуемых приложениях приведены:

- перечень дефектов оболочки и металлоконструкций гравирни и их условные обозначения;
- форма технического задания на проведение обследования гравирни;
- типовые программы работ по обследованию гравирен;
- форма акта обследования (осмотра) гравирни;
- форма акта отбора образцов;

Справочные приложения содержат перечень характерных дефектов и повреждений строительных конструкций, а также типовые решения по восстановлению несущей способности железобетонной оболочки гравирни.

Актуальное издание



ПРАВИЛА по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

Утверждены постановлением Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики
Беларусь 27 декабря 2022 г. № 84

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодокумент»
energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 29.06.2023 № 273-3

[«Об изменении законов по вопросам трудовых отношений»](#)

Законом предусмотрены изменения в Трудовой кодекс Республики Беларусь (ТК), направленные на усиление социально-трудовых гарантий работникам, расширение использования информационных технологий в регулировании трудовых отношений, корректировку норм по вопросам рабочего времени, выплаты заработной платы, предоставления трудовых и социальных отпусков и регулирование иных вопросов с учетом правоприменительной практики. Нововведения также касаются внедрения профессиональных стандартов, описывающих трудовые функции и требования к квалификации работника для их выполнения.

ТК дополнен нормами, которые регулируют:

– освобождение от работы с сохранением среднего заработка при прохождении работниками диспансеризации в организациях здравоохранения;

– сокращение рабочего времени для родителей, воспитывающих троих и более детей или ребенка-инвалида;

– возможность комбинированной работы (чередования периодов выполнения работы дистанционно и на рабочем месте);

– электронную форму взаимодействия нанимателя и работника (ознакомление с документами, направление уведомлений, получение согласия от работника и др.) наряду с письменной;

– предоставление отпусков, в том числе без сохранения заработной платы в связи с получением образования (без направления нанимателя), поступлением в аспирантуру, подготовку диссертации и др.

Законом также внесены изменения в ст. 7 ТК, согласно которым особенности правового регулирования трудовых и связанных с ними отношений, регламентированных законодательством о труде, смогут устанавливаться Президентом Республики Беларусь. Данная норма вступила в силу с 2 июля 2023 года.

Основные положения Закона вступают в силу с 1 января 2024 года.

Закон Республики Беларусь от 07.07.2023 № 275-3

[«О присоединении Республики Беларусь к международным договорам в рамках Шанхайской организации сотрудничества»](#)

Закон принят в рамках процесса получения Республикой Беларусь статуса государства – члена ШОС. В ст. 1 Закона перечислены 22 международных договора (включая Хартию Шанхайской организации сотрудничества, конвенции, соглашения), к которым присоединяется Беларусь. Согласно ст. 2 Закона Совмину поручено принять меры, необходимые для оформления участия Республики Беларусь в указанных международных договорах, а также иные меры по их реализации.

Закон Республики Беларусь от 17.07.2023 № 291-3

[«О ратификации международных договоров»](#)

Ратифицированы подписанные в г. Москве 28 февраля 2023 года:

– Протокол о внесении изменений в Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о порядке формирования цен (тарифов) при поставке природного газа в Республику Беларусь и его транспортировке по газопроводам, расположенным на территории Республики Беларусь, от 25.11.2011;

– Протокол о внесении изменений в Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации об условиях купли-продажи акций и дальнейшей деятельности открытого акционерного общества «Белтрансгаз» от 25.11.2011.

Закон Республики Беларусь от 17.07.2023 № 294-3

[«Об изменении Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды»](#)

В новой редакции изложен Закон от 26.11.1992 № 1982-XII «Об охране окружающей среды». Основные изменения связаны с приоритетом использования ресурсосберегающих технологий и переходом к низкоуглеродной экономике.

В частности, документ:

– вводит определения терминов «зеленая» экономика», «низкоуглеродная экономика», «экосистемные услуги»;

– закрепляет положения Конституции Республики Беларусь о возмещении вреда, причиненного нарушением права на благоприятную окружающую среду;

– определяет направления развития «зеленой» экономики в Беларуси;

– описывает суть мобильных установок по использованию или обезвреживанию отходов. Организации должны предусматривать наличие таких сооружений при проектировании. Их эксплуатация может осуществляться на объектах использования отходов, включенных в соответствующий реестр, а также на строительных площадках в местах, определенных проектной документацией. При этом обязательно наличие положительного заключения государственной экологической экспертизы по проектной и (или) иной документации.

Закон, за небольшим исключением, вступает в силу с 26 апреля 2024 года.

Закон Республики Беларусь от 17.07.2023 № 295-3

[«Об изменении Закона Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха»](#)

Скорректирован Закон от 16.12.2008 № 2-3 «Об охране атмосферного воздуха». В частности, закреплены новые термины и их определения («автоматизированная система контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух», «норма выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», «специфические загрязняющие вещества», «экологическая информация в области охраны атмосферного воздуха»).

Изменены подходы к категоризации объектов воздействия на атмосферный воздух.

Уточнены случаи и условия, при которых субъектам хозяйствования могут быть установлены временные нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в разрешении на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух или в комплексном природоохранном разрешении. Такие нормативы будут действовать при наличии у юрлица или ИП плана мероприятий по охране атмосферного воздуха на период его выполнения, но не более 5 лет.

Основные положения Закона вступают в силу с 23 января 2024 года.

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 28.06.2023 № 196

«О Концепции правовой политики Республики Беларусь»

Утверждена Концепция правовой политики Республики Беларусь, положения которой закрепляют цель, принципы, субъекты формирования и реализации правовой политики, определяют ее историко-культурные основы и идеологические императивы, отражают эволюционный путь развития и современное состояние правовой системы, устанавливают общие подходы к формированию и осуществлению правовой политики, а также определяют приоритетные направления развития законодательства.

Указ вступил в силу с 30 июня 2023 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.06.2023 № 419

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2001 г. № 1595 и от 10 сентября 2008 г. № 1330»

Внесены изменения в постановление Совмина от 31.10.2001 № 1595 «Об утверждении Положения о Министерстве энергетики Республики Беларусь».

К числу основных задач Минэнерго отнесено обеспечение создания и функционирования системы долговременного хранения и захоронения радиоактивных отходов (РАО), в том числе путем создания специально уполномоченной организации – национального оператора по обращению с РАО.

Внесены также изменения в постановление Совмина от 10.09.2008 № 1330 «О некоторых вопросах Министерства энергетики»:

- в перечень государственных организаций, подчиненных Минэнерго, включено республиканское унитарное предприятие «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами»;

- из перечня хозяйственных обществ, акции (доли в уставных фондах) которых принадлежат Республике Беларусь и переданы в управление Минэнерго, исключены ОАО «Гомельгазстрой» и ОАО «Торфобрикетный завод «Гатча-Осовский»;

- изложено в новой редакции Положение о Департаменте по ядерной энергетике Министерства энергетики Республики Беларусь.

Постановление вступило в силу с 2 июля 2023 года, часть положений – с 5 июля 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.07.2023 № 491

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 9 ноября 2012 г. № 1028»

Внесены изменения в постановление Совмина от 09.11.2012 № 1028 «Об обеспечении населения твердыми видами топлива»:

- перечень твердых видов топлива, реализуемого населению по фиксированным розничным ценам, дополнен гранулами древесными топливными (предельная норма отпуска на одно домовладение в календарном году – 2 т);

- определено, что отпускная (контрактная) цена, устанавливаемая производителями дров и гранул древесных топливных на очередной календарный год, не должна превышать действующую в текущем календарном году цену на эти виды топлива (без учета расходов по их доставке), проиндексированную на прогнозный индекс потребительских цен, устанавливаемый Президентом;

- изложены в новой редакции формы топливной книжки и журнала учета реализуемых по фиксированным розничным ценам твердых видов топлива населению.

Постановление вступает в силу с 1 сентября 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.07.2023 № 492

«О реализации Соглашения между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области обращения с отработавшим ядерным топливом»

Назначены уполномоченные организации (УО) по реализации межправительственного соглашения о сотрудничестве в области обращения с отработавшим ядерным топливом, подписанного Беларусью и Россией 21 ноября 2022 года в г. Сочи. Такими организациями определены:

1) ГП «Белорусская АЭС», ответственное за выполнение следующих мероприятий:

- загрузка облученных тепловыделяющих сборов ядерных реакторов (ТВС) в упаковку и их передача российской УО для перевозки в Россию;

- организация и осуществление перевозок облученных ТВС и радиоактивных отходов (РАО) по территории Беларуси;

- надлежащее и своевременное финансирование всех мероприятий по обращению с облученными ТВС, выполняемых российскими УО, в рамках заключенных с ними договоров (контрактов);

- ввоз в Беларусь РАО в объеме, порядке и в сроки, определенные условиями соответствующих договоров (контрактов);

- прием РАО от российской УО;

- передача РАО РУП «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами»;

2) РУП «Белорусская организация по обращению с радиоактивными отходами», ответственное за выполнение следующих мероприятий:

- проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию и эксплуатация необходимой инфраструктуры для приема РАО в Беларуси, а также предоставление российской УО возможности удостовериться в наличии необходимых условий для приема и безопасного обращения с ними;

- прием РАО от ГП «Белорусская АЭС»;

- обеспечение безопасного обращения с РАО, принятыми на хранение и (или) захоронение.

Названные организации также будут отвечать за получение в соответствии с законодательством Республики Беларусь необходимых лицензий (разрешений) и проведение иных работ по согласованию с белорусскими и российскими УО.

Постановление вступило в силу с 2 августа 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2023 № 498

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

Внесены изменения в постановление Совмина от 31.12.2010 № 1932 «Об установлении ставок вывозных таможенных пошлин в отношении нефти сырой и отдельных категорий товаров, выработанных из нефти». Установлены следующие ставки вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые

с территории Республики Беларусь за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза (за 1000 кг):

- нефть сырая, мазут, отработанные нефтепродукты, вазелин и парафин, битум нефтяной – 16,9 долл. США;
- прямогонный бензин – 9,2 долл. США;
- легкие дистилляты, средние дистилляты, дизельное топливо, бензины товарные, бензол, толуол, ксилолы, масла смазочные – 5 долл. США.

Постановление вступило в силу с 1 августа 2023 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.08.2023 № 518

[«О назначении приемочной комиссии по приемке в эксплуатацию пускового комплекса второго блока Белорусской атомной электростанции»](#)

На основании абзаца третьего пункта 3 Указа Президента Республики Беларусь от 30.11.2020 № 447 «О вводе в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции» назначена приемочная комиссия по приемке в эксплуатацию пускового комплекса второго блока Белорусской атомной электростанции и утвержден ее состав.

Председатель приемочной комиссии имеет право привлекать при необходимости к работе специалистов республиканских органов государственного управления и иных организаций, подчиненных Совмину, а также других организаций.

Организационно-техническое обеспечение деятельности приемочной комиссии осуществляется Министерством энергетики.

Постановление вступило в силу после его официального опубликования.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 30.05.2023 № 36

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

Внесены изменения в Инструкцию о порядке установления и применения тарифа на передачу тепловой энергии, утвержденную постановлением МАРТ от 19.02.2018 № 13.

Для организаций, осуществляющих передачу теплоэнергии, усовершенствован механизм учета изменений (дельты) доходов, учитываемых при расчете базового тарифа на передачу теплоэнергии, которые связаны с отклонением количества фактически переданной энергоснабжающими организациями теплоэнергии от планового количества, учтенного при установлении базового тарифа на ее передачу.

Теперь дельта будет рассчитываться ежемесячно и не будет учитываться в базовом тарифе на передачу теплоэнергии, что позволит улучшить финансово-экономическое положение организаций, осуществляющих передачу теплоэнергии.

Документом также предусмотрено увеличение плановой суммы прибыли, учитываемой при расчете базового тарифа на передачу теплоэнергии, с 5 % до 7 % от величины эксплуатационных затрат.

Постановление вступило в силу с 29 июня 2023 года, за исключением положений, вступающих в силу с 1 января 2024 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17.03.2023 № 15

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19 октября 2020 г. № 42»](#)

Внесены изменения в нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность при обращении с источниками ионизирующего излучения. Общие положения», утвержденные постановлением МЧС от 19.10.2020 № 42.

Постановление вступает в силу с 14 октября 2023 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12.05.2023 № 29

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 августа 2017 г. № 38»](#)

Постановлением скорректированы нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Требования по категоризации аварийного планирования в случае ядерной и (или) радиологической аварийной ситуации», утвержденные постановлением МЧС от 21.08.2017 № 38.

Постановление вступает в силу с 14 октября 2023 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 23.06.2023 № 39

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 декабря 2018 г. № 61»](#)

Постановлением уточнены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность атомных электростанций. Требования к программе по управлению старением атомных электростанций», утвержденные постановлением МЧС от 06.12.2018 № 61.

Постановление вступает в силу с 14 октября 2023 года.

Совместные постановления республиканских органов государственного управления

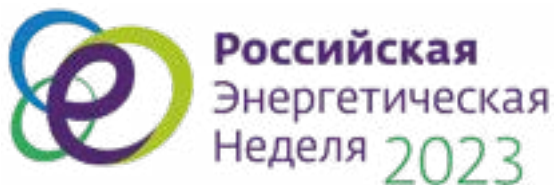
Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 02.03.2023 № 10/12

[«О переводе жилищного фонда на территории радиоактивного загрязнения на использование электрической энергии»](#)

Утверждена Инструкция о порядке перевода жилищного фонда на территории радиоактивного загрязнения на использование электрической энергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления.

Под жилищным фондом понимаются находящиеся в эксплуатации многоквартирные (блокированные) жилые дома (жилые помещения в блокированных жилых домах) и многоквартирные жилые дома, оборудованные отопительными устройствами на местных топливно-энергетических ресурсах и (или) использующие сжиженный углеводородный газ для указанных нужд.

Постановление вступило в силу с 25 июня 2023 года.



С 11 по 13 октября в Центральном выставочном зале «Манеж» в Москве состоится Международный форум «Российская энергетическая неделя». Заявленная тема РЭН-2023 – «Новая реальность мировой энергетики: создавая будущее». Целью форума станет демонстрация перспектив российского топливно-энергетического комплекса и реализация потенциала международного сотрудничества в сфере энергетики. Организаторами мероприятия являются фонд «Росконгресс» и Министерство энергетики Российской Федерации при поддержке Правительства Москвы. Ежегодно в форуме принимает участие руководство Министерства энергетики Республики Беларусь.



Международный форум «Российская энергетическая неделя» проводится с 2017 года и успел приобрести статус главного события в сфере энергоэффективности в России и за рубежом. Традиционно мероприятие проходит с участием руководителей крупнейших компаний энергетической отрасли. В рамках РЭН обсуждаются вопросы развития электроэнергетики, нефтегазовой, химической, газовой и угольной промышленности, а также темы, связанные с импортозамещением, цифровой трансформацией, энергопереходом и климатической повесткой.

В текущем году форум станет площадкой для обсуждения основных вызовов, с которыми сталкивается энергетический сектор экономики, и актуальных проблем развития отраслей ТЭК.

В преддверии форума планируется провести научно-практическую конференцию «Территория энергетического диалога». Основной задачей ее участников станет определение сценарных прогнозов технологического развития мировой и российской энергетики на средне- и долгосрочную перспективу.

Ожидается, что в рамках РЭН-2023 состоится более 30 сессий. В деловую программу форума традиционно включено торжественное награждение лауреатов премии «Глобальная энергия» (Global Energy Prize), а также вручение премии «Энергия пера», которая присуждается журналистам, блогерам и сотрудникам информационных агентств, специализирующимся на освещении ключевых событий и трендов в мире энергетики.

Значимым событием форума станет Молодежный день. Ожидается, что в его рамках пройдет более 30 мероприятий, в том числе финал соревнований молодых специалистов по решению энергетических кейсов, участие в котором примет молодежь из стран СНГ.

Российская энергетическая неделя является одной из ключевых международных площадок для обсуждения актуальных тенденций развития современного топливно-энергетического комплекса. В 2022 году деловая программа юбилейного форума и Молодежного дня включала свыше 70 мероприятий, на которых выступило более 270 спикеров. Всего РЭН-2022 собрала свыше 3000 участников и представителей СМИ из России и 83 иностранных государств и территорий.



С Днем строителя!

**Поздравляем строителей отрасли
с профессиональным праздником!**

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодокумент»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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