

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 3 (105) май–июнь 2025



ИЮНЬ

**ДЕНЬ НЕЗАВИСИМОСТИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

- 8 стр. Подведены итоги работы отрасли в первом квартале
- 18 стр. Тенденции электропотребления и их влияние на развитие Белорусской энергосистемы
- 32 стр. Создание и совершенствование интегрированной системы управления Белорусской АЭС
- 56 стр. Пересмотрены требования к обеспечению безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования (комментарии к ТКП 608-2025, часть 1)



ISSN 2310 - 6735





БЕЛЭНЕРГО

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

15 мая день основания

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПОДПИСКА – 2025

Оформить подписку можно:

В редакции

по тел./факсу +375 17 286-08-28

электронная почта

2934682@mail.ru

info@economenergo.by

на сайте

energystrategy.by

В любом ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ

подписной
индекс
009382



Учредитель
**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

- Мороз Д.Р.**, к.т.н., доцент, Министр энергетики Республики Беларусь (председатель)
- Реентович С.В.**, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)
- Бондарь А.М.**, первый заместитель генерального директора – главный инженер атомной электростанции республиканского унитарного предприятия «Белорусская атомная электростанция»
- Грунтович Н.В.**, д.т.н., профессор кафедры «Электроснабжение» ГГТУ им. П.П. Сухого
- Жемжуров М.Л.**, д.т.н., доцент
- Карницкий Н.Б.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
- Ковалев Д.В.**, заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго»
- Майоров В.В.**, генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
- Панченко А.В.**, генеральный директор ГПО «Белэнерго»
- Пеняэков О.Г.**, д.ф.-м.н., академик НАН Беларуси, директор Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси
- Прищепов М.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
- Рыков А.Н.**, к.т.н., заместитель главного инженера по тепломеханической части РУП «Белнипиэнергопром»
- Седнин В.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ
- Шавловский Д.В.**, первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз»

Издатель – ОАО «ЭКОНОМЭНЕРГО»

Директор издательства, главный редактор журнала Федосеенко Н.В.

Редакция:

Гончар О.В.	зам. главного редактора
Моисеева Е.Н.	выпускающий редактор
Соболев О.В.	ведущий редактор
Лемехова Д.Д.	редактор
Ященко О.А., Данюкова А.В.	компьютерный дизайн и верстка
Тропашко С.А.	реклама

По вопросам размещения рекламы
обращайтесь по тел.:

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

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

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

Отпечатано ООО «НАВИТЕХ». ТМ «ГРАДИЕНТ».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий №2/194 от 23.02.2017г. Республика Беларусь, 220024, г. Минск, ул. Бабушкина, 6А, комн. 204.
Подписано в печать 24.06.2025 г., формат 60х90/4, тираж 1320 экз., заказ № 3598.

© ОАО «Экономэнерго», 2025



НОВОСТИ

- 2 Государство и общество
- 4 ТЭК Беларуси
- 8 Подведены итоги работы отрасли в первом квартале
- 10 Работа с молодежью – один из приоритетов отрасли
По итогам заседания коллегии Минэнерго
- 12 Награждены победители конкурса «Лидеры промышленности – 2025». Главный приз – у Белорусской АЭС
- 13 Инфраструктура ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь
По итогам пресс-конференции Госатомнадзора
- 15 Мировая энергетика

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 18 Тенденции электропотребления и их влияние на перспективы развития Белорусской энергосистемы
Д.В. Ковалев
- 22 Организация и развитие видеоконференцсвязи в ГПО «Белэнерго»
Д.Е. Бородин, Г.Л. Попов, А.А. Горбарь, В.С. Токарчук

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 25 Унификация процессов приема-передачи данных в автоматизированных системах диспетчерского управления
П.А. Сазонов

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- 28 Конвенциональные обязательства как инструмент повышения безопасности обращения с радиоактивными отходами
Н.В. Даниленко
- 32 Создание и совершенствование интегрированной системы управления Белорусской АЭС
А.А. Ерин, С.А. Кевля, А.В. Кильковская

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

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

- 35 «Евроремонт» и электробезопасность
А.В. Чернов
- 37 Профилактика детского электротравматизма: интерактивные формы работы в практике Госэнергогазнадзора
К.Ф. Лысый

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 39 Мониторинг режимов работы опор качения и скольжения
С.В. Короткевич, Н.В. Грунтович
- 44 Исследование характеристик радиоактивных отходов переработки ОЯТ реакторов ВВЭР-1200 в контексте оценки долговременной безопасности
Н.Д. Кузьмина, Н.В. Горбачева, Ю.А. Корчёва, С.Н. Яцко, Н.В. Кулич

БЕЛАРУСЬ ПОМНИТ

- 49 Их выбрало время
К 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 53 Практика формирования культуры безопасности труда
Т.В. Дробышевская, В.В. Ковалёв

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

- 56 Пересмотрены требования к обеспечению безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования. Часть 1
Комментарии к ТКП 608-2025 (33240) В.В. Гордиенко

МИРОВОЙ ОПЫТ

- 61 Пять сценариев развития ТЭК России до 2050 года
- 65 Тенденции развития мирового энергетического рынка

ПРАВО

- 69 Новости законодательства (май – июнь)

В соответствии с приказом ВАК Республики Беларусь от 20 марта 2015 года № 81 научно-практический журнал Министерства энергетики Республики Беларусь «Энергетическая стратегия» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.

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

80-летие Победы в Великой Отечественной войне – главная дата 2025 года



Решением Совета глав государств СНГ 2025 год был объявлен Годом 80-летия Победы в Великой Отечественной войне, а также Годом мира и единства в борьбе с нацизмом. В Беларуси, как и в других странах Содружества, продолжа-

ются мероприятия, приуроченные к знаменательной дате.

Особенно масштабные торжества, посвященные юбилею Великой Победы, прошли по всей Беларуси 9 мая. В Минске состоялся военный парад, в котором приняли участие военнослужащие из разных стран, и прогремел праздничный салют. В рамках республиканской акции «Беларусь помнит» к монументу Победы в Минске был возложен венок от Главы государства.

С апреля в стране с целью патриотического воспитания детей и учащейся молодежи проводится республиканская акция «Вахта Памяти – 2025». В ее рамках благоустраиваются территории воинских захоронений и места увековечения памяти защитников Отечества и жертв войны, оказывается шефская помощь ветеранам, труженикам тыла, узникам фашистских концлагерей и детям войны, создаются и обновляются книги Памяти. Акция продлится до ноября.

21 июня под эгидой Союзного государства началась реализация патриотического культурно-образовательного проекта «Поезд Памяти». За 15 дней поезд должен побывать в пяти областных центрах и городе-герое Минске. Мероприятие направлено на объединение поколений, сохранение исторической правды и воспитание любви к Родине.

В Минске состоялось торжественное чествование государственных символов Беларуси

11 мая белорусы отпраздновали День Государственного флага, Государственного герба и Государственного гимна. На торжественной церемонии чествования государственных символов Премьер-министр Беларуси Александр Турчин зачитал поздравление Президента Беларуси. В поздравлении отмечено, что выбор белорусов, сделанный 30 лет назад, ознаменовал торжество исторической справедливости и начал отсчет мирной созидательной жизни молодой страны.

Частью праздничного ритуала стало шествие с самым большим флагом Беларуси. Акция началась у стелы «Минск – город-герой» и завершилась на площади Государственного флага. Полотнище длиной 500 м и шириной 9 м по проспекту Победителей пронесли более 700 человек.



Согласно статье 19 Конституции Республики Беларусь Государственный флаг, Государственный герб и Государственный гимн являются важнейшими атрибутами суверенитета и независимости Отечества и символами исторической памяти, которые связывают воедино героическое прошлое, настоящее и будущее белорусского государства. В соответствии с Указом Президента от 26 марта 1998 года № 157 день государственных символов отмечается ежегодно во второе воскресенье мая.

Евразийскому экономическому союзу – 11 лет!

В Беларуси отметили День Евразийского экономического союза. Праздник, учрежденный в 2022 году Высшим Евразийским экономическим советом, приурочен к дате подписания Договора о ЕАЭС – 29 мая 2014 года.



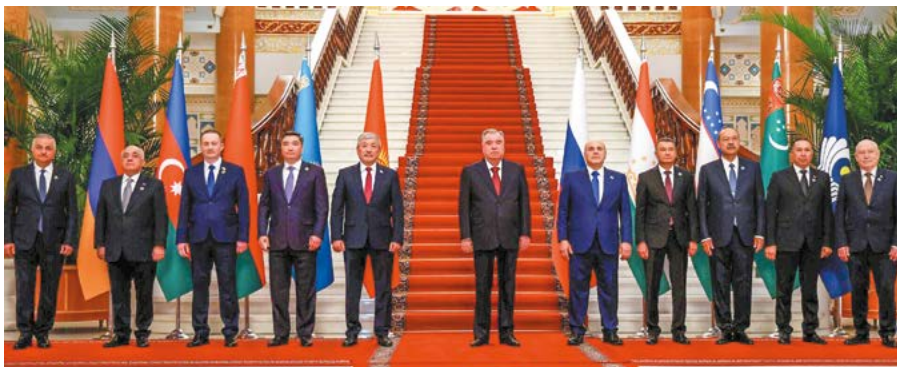
За минувшие годы государства – члены Союза, включая Беларусь, сделали очень много для формирования и развития этого интеграционного объединения. Сегодня ЕАЭС можно назвать полюсом экономического притяжения мирового значения. За время его существования совокупный ВВП стран-участниц вырос на 18 % и достиг \$ 2,5 трлн. Темпы экономического роста существенно превзошли среднемировые показатели: промышленное производство увеличилось на 29 %, сельскохозяйственное – на 26 %. Объем торговли в рамках Союза удвоился и в 2024 году достиг почти \$ 100 млрд, при этом доля национальных валют во взаимных расчетах превысила 92 %. Объем торговли с третьими странами вырос в 1,4 раза.

По случаю праздника поздравительные письма главам государств и правительств стран ЕАЭС направил Председатель Коллегии ЕЭК Бакытжан Сагинтаев.

ГОСУДАРСТВО И ОБЩЕСТВО

Главы правительств стран СНГ приняли ряд документов о сотрудничестве

5 июня в г. Душанбе состоялось очередное заседание Совета глав правительств СНГ. Участие в мероприятии принял Премьер-министр Республики Беларусь Александр Турчин.



В узком формате главы правительств обменялись мнениями по вопросам экономического взаимодействия в Содружестве, в широком – обсудили и приняли ряд документов. В частности, было утверждено Соглашение о сотрудничестве в развитии отраслей тяжелого машиностроения. Среди основных направлений совместной работы – инновационное развитие и модернизация отраслей, развитие разработки и производства машин, техники и оборудования для металлургической, горнодобывающей, энергетической, нефтегазовой и химической промышленности, а также выпуска крупногабаритных металлических конструкций и изделий.

Совет также рассмотрел и одобрил Концепцию развития сотрудничества стран Содружества в области легкой промышленности и план мероприятий по ее реализации. Планируется взаимодействие по вопросам унификации требований к безопасности продукции, создания центров компетенций по обмену знаниями, обучения в области испытаний продукции на соответствие межгосударственным стандартам и нормативным правовым актам стран СНГ, совершенствования законодательства.

На заседании также были рассмотрены Концепция гармонизации национальных систем организации воздушного движения и Концепция сотрудничества в области охраны здоровья населения, подписан ряд других документов.

Беларусь вошла в топ-30 самых влиятельных стран мира

Согласно ежегодному рейтингу американского журнала U.S. News and World Report, Беларусь вошла в топ-30 наиболее влиятельных стран мира, обойдя Австрию, Бельгию, Норвегию и Польшу.

В рейтинг 2025 года включены 89 стран. В тройке лидеров – США, Китай и Россия. Вместе с Беларусью (29-е место) в первую тридцатку вошли Великобритания, Гер-

мания, Индия, ОАЭ, Саудовская Аравия, Южная Корея и другие страны. При этом Польша занимает в рейтинге 38-е место, а замыкают список Прибалтийские страны: Литва – на 86-м месте, Латвия – на 87-м, Эстония – на 89-м.

Рейтинг разрабатывался с привлечением авторитетных организаций в области аналитики данных. Эксперты оценивали страны по комплексным критериям, включая поли-

тический вес, военную мощь, экономическое и культурное влияние. Кроме того, был проведен интернет-опрос, который позволил обобщить впечатления, мнения и знания тысяч пользователей о конкретных странах.

Беларусь готова к полноценному членству в БРИКС

3–5 июня в г. Бразилиа прошел XI парламентский форум БРИКС. Основной темой мероприятия стала роль парламентов стран-участниц в построении более инклюзивного и устойчивого глобального управления. Республику Беларусь на форуме представлял председатель Постоянной комиссии по международным делам Палаты представителей Национального собрания Сергей Рачков.



На текущем этапе взаимодействие Беларуси с БРИКС осуществляется с учетом возможностей, предоставляемых статусом государства-партнера. Выступая перед участниками форума, белорусский парламентарий отметил, что республика всегда была открыта к партнерству и парламентской дипломатии. Являясь одним из ведущих мировых экспортеров калийных удобрений, продовольствия, машин и технологий для сель-

ского хозяйства, страна заинтересована в налаживании связей с членами БРИКС. Вне зависимости от процессов, происходящих в мире, выгоды от такого партнерства очевидны, и Беларусь готова стать полноценным членом организации.

Беларусь также поддерживает усилия по созданию в рамках БРИКС многоуровневой расчетной системы, основанной на суверенитете, взаимном доверии и технологической независимости. Страны объединения демонстрируют готовность к углублению сотрудничества в платежной сфере по таким направлениям, как расширение расчетов в национальных валютах, гармонизация финансовых рынков и обеспечение кибербезопасности платежных систем.

ТЭК БЕЛАРУСИ

КАДРОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РУКОВОДСТВЕ МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ

22 мая Президент Беларуси Александр Лукашенко при рассмотрении кадровых вопросов согласовал назначение Владислава Долгого и Константина Аношенко на должности заместителей Министра энергетики.

23 мая Министр энергетики Денис Мороз представил коллективу вновь назначенных заместителей и обозначил сферу их ответственности. Владислав Долгий будет курировать вопросы энергосбережения, импортозамещения, использования местных видов топлива и ряд других направлений, Константин Аношенко – вопросы стратегического развития ТЭК и внешнеэкономического сотрудничества. Глава ведомства поздравил коллег с назначением и пожелал им плодотворного труда.

От имени коллектива Минэнерго и от себя лично Денис Мороз поблагодарил за многолетний преданный труд Ольгу Прудникову, которая на протяжении восьми лет работала заместителем Министра энергетики.



Биржи Беларуси и России будут совместно осуществлять торги электроэнергией на рынке ЕАЭС

Белорусская универсальная товарная биржа (БУТБ) и Санкт-Петербургская Международная Товарно-сырьевая Биржа (АО «Петербургская Биржа») заключили соглашение о сотрудничестве в области совместной организации централизованной торговли электроэнергией по срочным контрактам на общем электроэнергетическом рынке Евразийского экономического союза (ОЭР ЕАЭС). Подписание документа состоялось в рамках Общего годового

собрания Международной ассоциации бирж (МАБ), которое прошло в Минске 10–12 июня.

Документ предусматривает обмен опытом организации биржевой торговли и клиринга с использованием собственных электронных систем, информационную поддержку, совместную разработку программного обеспечения (ПО) для централизованной торговли на ОЭР ЕАЭС, а также взаимодействие по проведению единых сессий по продаже электроэнергии на площадке Петербургской Биржи с возможностью выставления мультивалютных заявок, которую обеспечивает единое ПО, разрабатываемое российской стороной.

В ноябре 2022 года Совет Евразийской экономической комиссии определил три торговые площадки, которые выступят операторами централизованных торгов на ОЭР ЕАЭС. Ими стали БУТБ, Петербургская Биржа и Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности. Предполагается, что электронные торги будут проходить с применением механизма анонимного двойного встречного аукциона.





Владислав Александрович Долгий родился 16 января 1975 года в г. Минске. В 1997-м окончил Белорусскую государственную политехническую академию (БГПА), в 2016-м – Академию управления при Президенте Республики Беларусь.

В энергетическую отрасль Владислав Александрович пришел в 2000 году. Практически вся его трудовая деятельность была связана с филиалом «Минские кабельные сети» РУП «Минскэнерго», где он работал диспетчером РЭС-4, диспетчером, заместителем начальника ОДС. В 2011 году был назначен заместителем главного инженера, в 2013-м – заместителем директора по капитальному строительству, в 2015-м – главным инженером филиала.

В 2018 году Владислав Долгий перешел на должность заместителя генерального директора РУП «Минскэнерго», затем заместителя директора РУП «Белэнергосеть-проект». В 2019 году вернулся в Минские кабельные сети в качестве заместителя директора по общим вопросам и идеологии, а в 2021–2025 годах возглавлял филиал до назначения заместителем Министра энергетики.



Константин Борисович Аношенко родился 30 июня 1979 года в г. Минске. В 2001 году окончил БГПА, в 2002-м – магистратуру вуза, в 2013-м – Академию управления при Президенте Республики Беларусь.

Трудовую деятельность начал лаборантом Института генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси. Работал главным бухгалтером проектного частного унитарного предприятия, инженером по нормированию труда филиала «Завод вычислительной техники» ОАО «МПОВТ».

С 2006 года трудился на различных должностях в главном экономическом управлении Министерства энергетики. С 2019 года совмещал обязанности заместителя начальника главного экономического управления и начальника управления экономического анализа и прогнозирования. До назначения заместителем Министра энергетики возглавлял управление стратегического развития и внешнего инвестиционного сотрудничества Минэнерго.

С 2006 года трудился на различных должностях в главном экономическом управлении Министерства энергетики. С 2019 года совмещал обязанности заместителя начальника главного экономического управления и начальника управления экономического анализа и прогнозирования. До назначения заместителем Министра энергетики возглавлял управление стратегического развития и внешнего инвестиционного сотрудничества Минэнерго.

Утвержден комплекс мер по подготовке к предстоящему отопительному сезону

Постановлением Совета Министров от 10.06.2025 № 317 утвержден комплекс мер по подготовке к работе в осенне-зимний период 2025/2026 года. Документом предусмотрено, что до 1 июля 2025 года республиканские органы государственного управления и иные госорганизации, подчиненные Правительству, облисполкомы и Минский горисполком должны разработать организационно-технические мероприятия, обеспечивающие устойчивое и надежное топливо- и энергоснабжение потребителей в предстоящий отопительный сезон. Срок реализации комплекса мероприятий – 20 сентября 2025 года.

Документом для предприятий электроэнергетики ГПО «Белэнерго» и организаций жилищно-коммунального хозяйства установлены объемы работ по замене и строительству тепловых сетей, объемы создаваемых запасов топочного мазута и запасов древесного топлива для организаций ЖКХ, а также рекомендуемые объемы закупки топливоснабжающими организациями коммунальной формы собственности торфяных брикетов у организаций ГПО «Белтопгаз».

Кроме того, определен перечень котельных с повышенным расходом топлива и электроэнергии на отпущенную теплоэнергию. На этих объектах планируется завершить работы по оптимизации режимов и состава оборудования.

Директором Департамента энергетики ЕЭК назначена Ольга Прудникова



Ольга Филипповна Прудникова родилась в г. Могилеве. В 1989 году окончила Белорусско-Российский университет по специальности «инженер-физик», в 1999 году – с отличием Белорусский юридический институт, в 2010 и 2024 годах – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальностям «Экономика и управление на предприятии промышленности» и «Государственное и местное управление».

В энергетической отрасли Ольга Прудникова с 1989 года. До 2010 года работала в РУП «Могилевэнерго», затем перешла в РУП «ОДУ», в 2013-м – в ГПО «Белэнерго» на должность начальника производственно-технического управления. С января 2017 года – заместитель Министра энергетики Республики Беларусь.

2 июня 2025 года назначена директором Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии.

Беларусь заинтересована в сотрудничестве с Башкортостаном

6 мая в ГПО «Белэнерго» прошла встреча с делегацией Республики Башкортостан (Российская Федерация), посвященная вопросам международного сотрудничества и импортозамещения в энергетической сфере. С российской стороны выступил Константин Климин, представитель Республики Башкортостан при Торговом представительстве Российской Федерации в Республике Беларусь, принимающую сторону возглавил первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Юрий Шмаков.



Участники переговоров обсудили ключевые аспекты взаимодействия в энергетической сфере. Белорусская сторона выразила заинтересованность в активном сотрудничестве с Башкортостаном, включая поставку сырья и комплектующих, техники и оборудования для нужд белорусских предприятий, а также обмен опытом и технологиями.

В итоге достигнута договоренность о проведении консультаций и встреч с участием представителей заинтересованных организаций. Стороны выразили уверенность, что дальнейшее сотрудничество укрепит экономические связи между Республикой Беларусь и Республикой Башкортостан и повысит их конкурентоспособность на мировом рынке.

Энергоресурсы для внутреннего потребления должны быть национальными

24 мая Министр энергетики Денис Мороз принял участие в рабочей поездке Главы государства в Петриковский район. Отвечая на вопросы журналистов, руководитель Минэнерго заявил, что энергетическая безопасность является безусловным приоритетом Беларуси, а потребляемые внутри страны энергоресурсы должны быть национальными. Исходя из таких подходов в Беларуси развивают производство пеллет – отечественного топлива из возобновляемых ресурсов. Использование местных видов топлива позволяет не зависеть ни от внешних санкций, ни от поставщиков энергоносителей.

Денис Мороз сообщил, что на крупных энергообъектах будут построены новые котлы, работающие на пеллетах. Это даст возможность нарастить объем их потребления на предприятиях системы Минэнерго практически в 10 раз – до 62 тыс. т в год. Котлы будут работать в автоматическом режиме, практически без привлечения обслуживающего персонала.

Пеллеты – экологичное и эффективное топливо, оно имеет очень высокую калорийность при низкой зольности и может широко применяться. Нужно вводить больше мощностей, стимулировать использование пеллет для отопления частных домов. Это сектор, который в настоящий момент имеет громадный потенциал, отметил Министр.

Внесены изменения в техрегламент ЕАЭС о безопасности природного газа

23 мая Совет ЕЭК внес изменения в технический регламент ЕАЭС «О безопасности газа горючего природного, подготовленного к транспортированию и (или) использованию».

Изменения направлены на исключение избыточных барьеров для предпринимательской деятельности и урегулирование вопросов проблемной практики проведения оценки соответствия природного газа. Уточнены процедуры оценки соответствия и обращения продукции на рынке Союза, а также отдельные термины, определения и формулы, установленные в документе.

Из области применения техрегламента исключается природный газ, используемый изготовителем только для собственных нужд, а также газ иностранного производства для его транзита потребителям третьих стран.

В Минэнерго обсудили вопросы развития сотрудничества с Кыргызской Республикой

21 мая Министр энергетики Республики Беларусь Денис Мороз провел встречу с Чрезвычайным и Полномочным Послом Кыргызской Республики в Республике Беларусь Эрболом Султанбаевым. Стороны обсудили возможные направления активизации белорусско-кыргызских отношений в энергетической сфере. Руководитель Минэнерго подтвердил готовность к обмену опытом в области реализации отраслевых проектов и обучения кадров.



На сегодняшний день сотрудничество с энергетическими ведомствами Кыргызстана осуществляется на площадках Евразийского экономического союза, Содружества Независимых Государств, Шанхайской организации сотрудничества и других интеграционных объединений. В 2024 году в Кыргызстан экспортировано белорусской продукции, включая газовые баллоны и комплектующие, торф и торфяные питательные грунты, на сумму более 120 тыс. руб.

Энергетики повышают квалификацию в сфере применения технологии ЦПС

На базе учебного центра РУП «Минскэнерго» прошли курсы повышения квалификации по применению технологии «Цифровая подстанция» (ЦПС) для специалистов подразделений релейной защиты и автоматики (РЗА) областных энергосистем, проектных институтов и наладочных организаций.



Слушатели изучили аспекты построения, развития и внедрения технологии на объектах ГПО «Белэнерго», а также вопросы разработки, проектирования, наладки и эксплуатации оборудования РЗА, устройств измерений, сетевого оборудования цифрового энергообъекта.

В процессе обучения участники ознакомились с основами стандарта МЭК 61850, видами архитектуры ЦПС, примерами реализации технологии на оборудовании разных производителей. Кроме того, в программу обучения вошли вопросы конфигурирования устройств РЗА, использования испытательного оборудования и анализатора сетевого трафика при техобслуживании ЦПС, а также обзор программного обеспечения.

В настоящее время технология успешно применяется в Гомельской, Могилевской и Гродненской энергосистемах. Планируется продолжить обмен опытом по этому направлению между филиалами РУП-облэнерго.

Завершается реконструкция ПС 330 кВ «Столбцы»

На подстанции 330 кВ «Столбцы» завершены строительно-монтажные и пусконаладочные работы. С ходом реконструкции подстанции Министр энергетики Денис Мороз ознакомился в ходе рабочего визита в филиал «Столбцовские электрические сети» РУП «Минскэнерго».

Масштабная реконструкция подстанции началась в 2021 году. Проектом предусмотрен перевод подстанции 220 кВ на напряжение 330 кВ и строительство ВЛ 330 кВ «Столбцы – Барановичи».

На сегодняшний день в рамках реализации проекта построена ЛЭП 330 кВ, на ОРУ установлены два автотрансформатора суммарной мощностью 250 МВА, шунтирующие реакторы мощностью 20 Мвар и другие устройства. В ходе реконструкции применялось современное высо-

котехнологичное оборудование производства ОАО «Бел-электромонтажналадка», а также российского и китайского производства.

Установлены квоты на создание установок ВИЭ в 2025 году

В соответствии с пунктом 6 Положения о порядке установления, распределения, высвобождения и изъятия квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2015 года № 662, на заседании республиканской межведомственной комиссии 23 апреля текущего года установлены квоты, подлежащие распределению в 2025 году, на создание установок по использованию ВИЭ суммарной электрической мощностью 42,546 МВт, в том числе по видам энергии:

- энергия биогаза – 10 МВт;
- энергия ветра – 3 МВт;
- энергия солнца – 5,36 МВт;
- энергия естественного движения водных потоков – 1 МВт;
- энергия древесного топлива, иных видов биомассы – 15 МВт;

– энергия тепла земли и иных источников, не относящихся к невозобновляемым, – 8,186 МВт.

Установленные квоты доведены Минэнерго до сведения облисполкомов и Минского горисполкома для организации работы с претендентами на создание установок ВИЭ.

В ГПО «Белэнерго» отработаны действия по ликвидации нарушений режима работы энергосистемы

В ГПО «Белэнерго» состоялась межсистемная противоаварийная тренировка диспетчерского и оперативного персонала объединенной энергосистемы Беларуси. В мероприятии приняли участие диспетчеры аппарата управления ГПО «Белэнерго», центральных диспетчерских служб РУП «Витебскэнерго» и РУП «Минскэнерго», а также оперативный персонал Лукомльской ГРЭС, ТЭЦ-5, ПС 750 кВ «Белорусская» и ПС 330 кВ «Витебск».

Участники отработали совместные действия по ликвидации нарушений нормального режима работы энергосистемы, связанных с образованием крупного дефицита активной мощности вследствие нештатных ситуаций на системообразующих энергообъектах и отключения элементов основной сети.

Тренировка проводилась с использованием режимного тренажера диспетчера «Финист» с предоставлением удаленного доступа для персонала энергообъектов. Применение тренажера позволило максимально приблизить процесс ликвидации условной системной аварии к реальным действиям персонала.

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

Подведены итоги работы отрасли в первом квартале

16 мая коллегия Министерства энергетики подвела итоги работы отрасли за январь – март. В мероприятии приняли участие Министр энергетики и его заместители, председатель Белорусского профсоюза работников энергетики, газовой и топливной промышленности, руководители предприятий отрасли, представители структурных подразделений аппарата Минэнерго.



Участники заседания рассмотрели ключевые показатели эффективности работы отрасли за три месяца текущего года. Выступая с докладом, Министр энергетики Денис Мороз проинформировал, что в первом квартале текущего года организации Минэнерго обеспечили потребителей республики всеми видами энергоресурсов в востребованных объемах, и обозначил основные тенденции и задачи в энергетической сфере.

В частности, руководитель ведомства отметил рост использования населением электроэнергии на цели отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи. Показатель составил 480 млн кВт·ч – на 29 % выше, чем за аналогичный период прошлого года. Более чем в 2,2 раза увеличилось и потребление энергии для зарядки электротранспорта – до 16,6 млн кВт·ч, что соответствует объему электропотребления за весь 2023 год. И эта тенденция будет сохраняться.

Приоритетным вопросом Министр назвал повышение надежности электроснабжения потребителей. В первом квартале построено и реконструировано порядка 550 км линий электропередачи напряжением 0,4–330 кВ, заменено более 32 км тепловых сетей. Денис Мороз акцен-

тировал внимание на необходимости чаще проводить дополнительное обследование сетей и заменять их в соответствии с регламентом.

Уровень газификации природным газом в республике достиг 84 %. В январе – марте потребителям поставлено 5,7 млрд м³ этого энергоресурса, а также 8,6 тыс. т сжиженного газа. Введено в эксплуатацию около 138 км газопроводов различных категорий, обеспечено природным газом 3036 квартир, со сжиженного газа на природный переведено 697 квартир.

Организации торфяной промышленности в первом квартале текущего года произвели более 280 тыс. т топливных брикетов и сушенки, свыше 38 тыс. т питательных, покровных грунтов и верхового торфа. Для обеспечения эффективной работы отрасли разработан план мероприятий по ключевым направлениям, которые будут положены в основу проекта программы развития торфяной промышленности на 2026–2030 годы.

Глава Минэнерго отметил, что торф востребован как в стране, так и за рубежом. При этом новый уровень работы отрасли должен основываться на постепенном переходе от топливного использования торфа к другим направлениям – производству грунтов, гуматов, более тесному взаимодействию с НАН Беларуси.

В ходе коллегии были также рассмотрены результаты работы по модернизации и реконструкции энергетических объектов и повышению эффективности их работы, итоги финансово-экономической деятельности организаций и ход выполнения инвестиционных программ. Особое внимание было уделено реализации плановых заданий по поставке электрической и тепловой энергии потребителям и обеспечению надежности и безопасности функционирования энергосистемы.

В завершение Денис Мороз заявил, что перед энергетиками стоят амбициозные задачи, и выразил уверенность, что эти задачи коллектив отрасли сможет решить.

Подготовила Ольга Гончар



ИТОГИ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ МИНЭНЕРГО за январь – март 2025 года

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Выработка электроэнергии
энергоисточниками
ГПО «Белэнерго»

10,7 млрд кВт·ч

Отпуск
тепловой энергии

13,5 млн Гкал

Потребление электро-
энергии в республике

11,7 млрд кВт·ч

Удельный расход топлива:

на отпуск электроэнергии

207,5 г/кВт·ч

на отпуск тепловой
энергии

164,19 кг/Гкал

Технологический расход энергии
на ее транспорт:

в электрических сетях

8,17 %

в тепловых сетях

5,21 %

Модернизация инфраструктуры

Построено
и реконструировано
ВЛ 0,4–330 кВ

549,2 км

Заменено тепловых сетей

32,1 км

Введена ПС 35/10 кВ «Станьково»

Реконструкция ПС:

220 кВ	«Столбцы»
330 кВ	«Полоцкая», «Орша»
110/10 кВ	«Зеленый Луг», «Сторожевская», «Пинск-Западная», «Дзержинск»

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

ПОСТАВЛЕНО потребителям республики:

природного газа

5,67 млрд м³

сжиженного газа

8,6 тыс т

Газифицировано
природным газом

3036 квартир

Переведено со сжиженного
на природный газ

697 квартир

Введено в эксплуатацию
газопроводов

137,9 км

ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ПРОИЗВЕДЕНО торфяной продукции:

топливной группы

280,3 тыс. т

в том числе:

топливных брикетов
сушенки торфяной

167,7 тыс. т
24,4 тыс. т

нетопливной группы

38,3 тыс. т

в том числе:

грунтов питательных
торфа верхового

22,5 тыс. т
9,6 тыс. т

РЕАЛИЗОВАНО торфяной продукции:

топливной группы

245,7 тыс. т

в том числе:

топливных брикетов
сушенки торфяной

164,4 тыс. т
24,5 тыс. т

нетопливной группы

40,8 тыс. т

в том числе:

грунтов питательных
торфа верхового
кипованного

22,1 тыс. т
10,2 тыс. т

Работа с молодежью – один из приоритетов отрасли

По итогам заседания коллегии Минэнерго

13 июня состоялось заседание коллегии Министерства энергетики по вопросам молодежной политики в отрасли. В рамках мероприятия были обсуждены итоги реализации государственной молодежной политики в отрасли в 2024 году, кадровая политика отраслевых организаций, объединяющая роль Молодежного совета Профсоюза Белэнерготопгаз. По итогам заседания определены основные задачи на 2025 год.



Устойчивость работы отрасли тесно связана с обеспеченностью кадрами. Важно работать с людьми, и в первую очередь – с молодежью. На этом акцентировал внимание Министр энергетики Денис Мороз, открывая 13 июня заседание коллегии Министерства энергетики по вопросам реализации молодежной политики.

В ходе заседания были рассмотрены вопросы взаимодействия организаций с учреждениями образования, сопровождения потенциальных энергетиков со школьной скамьи, их закрепления и поддержки на рабочих местах.

В организациях Минэнерго работает более 11 тыс. человек в возрасте до 31 года. За прошлый год в отрасли трудоустроено более 1200 выпускников учреждений высшего, среднего специального и профессионально-технического образования, что на 205 человек больше, чем в 2023 году. В рамках профориентационной работы в 2024 году количество заявок на целевое обучение выросло в 2,7 раза по сравнению с 2023 годом. В 2025 году на целевую подготовку отправятся 292 молодых человека.

Для привлечения в отрасль талантливой молодежи, повышения их мотивации к обучению по инженерному направлению отраслевые организации во взаимодействии с учреждениями среднего образования ведут активную работу по созданию профильных инженерных классов. В 2024 году энерго- и газоснабжающие организации подписали 25 договоров и соглашений о взаимодействии со школами, лицеями и гимназиями.

Отмечена значимая роль наставничества и поддержки в закреплении молодых работников на предприятиях. С этой целью в организациях Минэнерго осуществляется профессиональное сопровождение молодых работников, что способствует ускорению процесса их адаптации и приобретения профессиональных навыков. Наставники оказывают помощь молодым специалистам, содействуя вовлечению их в трудовой процесс и общественную жизнь организации, формированию у них активной гражданской позиции.

По итогам заседания принят ряд решений, в том числе предусмотрено продолжить конструктивное сотрудничество с учреждениями образования в части создания и функционирования инженерных и профильных классов, формирования центров компетенций; активизировать профориентационную работу; минимизировать причины и количество увольнений молодых работников; обеспечить практико-ориентированное наставничество, а также реализовать ряд других мероприятий, направленных на повышение эффективности работы с молодежью.

Министр подчеркнул, что каждый руководитель несет персональную ответственность за организацию работы по реализации молодежной политики в отрасли.

Молодежный форум «Энергия будущего – 2025»



Молодежный форум «Энергия будущего – 2025», прошедший 12–13 июня на базе горнолыжного спортивно-оздоровительного комплекса «Логойск», собрал молодых специалистов, заинтересованных в развитии энергетической отрасли и внесении своего вклада в будущее страны.

В рамках насыщенной программы форума состоялись выступления ведущих экспертов и спикеров по различным темам. Участники получили ценные знания и практические навыки, необходимые для успешной реализации своих проектов и карьерного роста.

Завершением мероприятия стала диалоговая площадка «Энергия глазами молодежи» с участием Министра энергетики Республики Беларусь Дениса Мороза и председателя Белорусского профсоюза работников энергетики, газовой и топливной промышленности Александра Кравченко. Открытый и конструктивный диалог позволил молодым участникам форума высказать свое мнение по актуальным вопросам развития энергетической отрасли и предложить решения для достижения устойчивого энергетического будущего.

Организации ГПО «Белтопгаз» стали лауреатами конкурса «Лучшие товары Республики Беларусь»

23 мая в Минске состоялась торжественная церемония награждения победителей конкурса «Лучшие товары Республики Беларусь 2024 года». Наградами отмечены 49 товаров и услуг 25 столичных организаций. Среди них – газоснабжающие организации ГПО «Белтопгаз».

УП «МИНГАЗ» получило высокую оценку в номинациях «Производство производственно-технического назначения» – за пункты газорегуляторные шкафы и «Услуга населению» – за комплексную услугу по проверке приборов индивидуального учета расхода газа. Кроме того, во второй номинации предприятие было удостоено специальной награды «Стабильное качество».



УП «МИНСКОБЛГАЗ» признано лучшим в номинации «Услуга населению» за комплекс услуг, предоставляемых в системе газоснабжения.

Награждены победители конкурса «Лидеры промышленности – 2025». Главный приз – у Белорусской АЭС

21 мая в конференц-холле «Ренессанс» (г. Минск) в рамках делового форума «Промышленный комплекс Республики Беларусь: экспорт, импортонезависимость, эффективный менеджмент» прошла церемония чествования победителей третьего профессионального конкурса «Лидеры промышленности Республики Беларусь – 2025». В мероприятии приняли участие руководители ряда министерств и ведомств, ведущие отраслевые эксперты и ученые.



На награды конкурса «Лидеры промышленности Республики Беларусь – 2025» претендовали 100 участников. По итогам мероприятия были вручены 82 награды, их обладателями стало 61 предприятие. В число победителей вошли как крупные государственные, так и частные компании.

Главный приз присужден республиканскому унитарному предприятию «Белорусская атомная электростанция» за значительный вклад в развитие экономики страны.

Помимо гран-при Белорусская АЭС отмечена дипломами I степени в трех номинациях:

- «Проект года в области внедрения систем менеджмента качества»;
- «Продукт года в категории «Востребованность у потребителей»;
- «Предприятие года – лидер в области развития человеческого капитала».

Генеральный директор РУП «Белорусская атомная электростанция» Сергей Бобович поблагодарил жюри конкурса за признание достижений коллектива предприятия и отметил три составляющие его успеха: патриотизм по от-

ношению родине, патриотизм по отношению к предприятию и, самое важное, компетенции. К слову, на конкурсе в 2024 году БелАЭС была удостоена диплома I степени в номинации «Проект года по запуску нового производства».

В число победителей этого года также вошли предприятия торфяной и газовой отраслей, получившие награды в следующих номинациях:

- «Машиностроение, автомобилестроение»: РУП «БЕЛ-ГАЗТЕХНИКА» (диплом II степени), УП «Брестоблгаз» (диплом III степени);
- «Техника года»: УП «Брестоблгаз» (диплом III степени);
- «Пищевая и перерабатывающая промышленность»:

УП «Гроднооблгаз» (диплом III степени);

- «Газоснабжение»: УП «Витебскоблгаз», УП «Брестоблгаз» (дипломы I степени), УП «Минскоблгаз», РПУП «Гомельоблгаз» (диплом II степени);

- «Горнодобывающая промышленность»: филиал ПУ «Витебскторф» УП «Витебскоблгаз» (диплом I степени), УП «МИНГАЗ» (диплом II степени).

*Поздравляем победителя
и дипломантов конкурса!*

СПРАВОЧНО

«Лидеры промышленности Республики Беларусь» – ежегодный профессиональный конкурс, который проводится среди белорусских компаний с 2023 года. Его организаторы ставят своей целью ускорить и активизировать развитие различных отраслей промышленности через стимулирование предприятий к постоянному поиску и совершенствованию.

Подготовил Олег Соболев

Инфраструктура ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь

По итогам пресс-конференции Госатомнадзора



23 апреля в информационном агентстве БЕЛТА состоялась пресс-конференция «Инфраструктура ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь». В ходе мероприятия представители Госатомнадзора рассказали о реализации Стратегии обращения с радиоактивными отходами, в том числе в области совершенствования нормативной базы и создания централизованного пункта захоронения РАО, а также о перспективах сооружения в республике исследовательского ядерного реактора.

Выбор площадки для ПЗРО

Стратегия обращения с радиоактивными отходами, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 февраля 2023 г. № 128, предусматривает сооружение в стране централизованного пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО). В настоящее время идет работа по выбору площадки для размещения объекта – изучается вся территория страны, исследуются архивные и фондовые материалы, другая информация, которая позволит принять взвешенное решение.

На данный момент рассматриваются три возможных варианта, сообщил **начальник управления по обращению с радиоактивными отходами и объектами ядерного наследия Госатомнадзора Дмитрий Павлов**. В первую очередь это регион расположения Белорусской АЭС – согласно подходам МАГАТЭ объекты размещения радиоактивных отходов целесообразно строить возле их основного наработчика. С учетом перспектив сооружения в Беларуси второй АЭС в качестве варианта также предложена Могилевская область. Наконец, исследуется возможность строительства ПЗРО на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповед-

« **Пункт захоронения должен полностью закрыть потребность страны в финальной изоляции всех потенциально образующихся радиоактивных отходов** »

ника, где хозяйственная деятельность ограничена из-за последствий чернобыльской аварии.

Для выбора площадки ПЗРО создана правительственная комиссия, в которую вошли эксперты из компетентных государственных органов. Работу по выполнению Плана основных организационных мероприятий по сооружению пункта захоронения радиоактивных отходов, утвержденного Правительством, координирует созданная Министерством энергетики межведомственная рабочая группа. Заказчиком сооружения ПЗРО является государственное предприятие «БелРАО», генеральным проектировщиком – РУП «Белнипиэнергопром». Научное сопровождение выполняет ГНУ «Объединенный институт энергетических

Ядерная энергетическая программа: главные заинтересованные стороны



и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси. Ввод в эксплуатацию первой очереди ПЗРО планируется в начале 2030-х годов.

Дмитрий Павлов отметил, что пункт захоронения должен полностью закрыть потребность страны в финальной изоляции всех потенциально образующихся радиоактивных отходов. О ходе реализации проекта по строительству ПЗРО Беларусь будет информировать общественность как внутри страны, так и за ее пределами.

Развитие нормативной базы

В Беларуси сформирована нормативная база, которая комплексно регулирует вопросы обеспечения ядерной и радиационной безопасности (ЯРБ). Об этом заявил **заместитель начальника Госатомнадзора Григорий Асташко**. Он напомнил об эволюции, которую прошло законодательство республики, регулирующее вопросы использования атомной энергии и обеспечения ЯРБ.

«**В Беларуси сформирована нормативная база, которая комплексно регулирует вопросы обеспечения ядерной и радиационной безопасности**»

Первый закон о радиационной безопасности населения, установивший необходимые требования, принципы и критерии ее обеспечения, был принят в 1998 году. В 2019-м году он был комплексно пересмотрен и принят в новой редакции (Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 года № 198-З «О радиационной безопасности») с учетом современных тенденций и рекомендаций признанных международных организаций.

С началом реализации в нашей стране первой ядерной энергетической программы был принят Закон Респуб-

лики Беларусь от 30 июля 2008 года № 426-З «Об использовании атомной энергии». На смену ему пришел Закон от 10 октября 2022 года № 208-З «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии», вступивший в силу в 2023 году.

Заместитель начальника Госатомнадзора также отметил, что благодаря изменениям, внесенным Указом Президента Республики Беларусь № 137 в Единый правовой классификатор страны, в 2021 году ядерное право было закреплено как отдельная ветвь законодательства.

Помимо документов высокого уровня разработано и введено свыше 40 норм и правил, регулирующих вопросы обеспечения безопасности атомных электростанций, обращения с радиоактивными отходами и др. Эта деятельность продолжается на плановой основе.

Так, в 2025 году в развитие нормативной базы для обеспечения ЯРБ планируется разработать порядка полутора десятков норм и правил.

Григорий Асташко также упомянул внедрение Госатомнадзором руководств в области ЯРБ – их уже принято около 15. Не являясь обязательными для исполнения, они играют важную роль, поскольку указывают возможные способы реализации требований норм и правил.

Перспективы сооружения исследовательского реактора

О возможности появления в Беларуси нового элемента ядерной инфраструктуры – исследовательского ядерного реактора рассказал **Максим Мазуренко, начальник управления организации и осуществления контрольно-надзорной деятельности на объектах использования атомной энергии Госатомнадзора**. Решение о строительстве объекта пока не принято, анализируется экономическая целесообразность его сооружения. Анализ проводят НАН Беларуси и ряд государственных органов.

Исследовательские реакторы создаются с различными целями. Как правило, на таких объектах нарабатывают радиоактивные изотопы для использования в медицине, промышленности и других областях, а также проводят исследования в сфере ядерных технологий. В нашей стране сооружение реактора может быть реализовано в формате как некоммерческого, так и коммерческого проекта.

Следует учитывать, что Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) выдвигает к исследовательским реакторам ряд определенных требований. «Мы изучаем нормативную базу других стран, в которых есть такие реакторы. Это помогает определить для себя нормы и правила, которые необходимо будет имплементировать в национальное законодательство», – подчеркнул представитель Госатомнадзора.

Подготовил Олег Соболев

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В Европе произошел масштабный блэкаут

28 апреля на Пиренейском полуострове произошел один из самых масштабных блэкаутов в истории современной Европы. Отключения электроэнергии в Испании, Португалии, Андорре, Франции и Марокко продлились до нескольких часов. В результате было нарушено авиасообщение, работа общественного транспорта, местами отключилась мобильная связь. Ущерб только для испанской экономики составил до € 1 млрд.



Расследование причин блэкаута ведется до сих пор. Версии резких колебаний температуры, пожара и кибератаки были отклонены. Отмечается, что в момент сбоя производство в энергосистеме почти на треть превышало потребление и до 70 % выработки приходилось на ВИЭ, которые в отличие от традиционных электростанций не способны инерционно поддерживать стабильность частоты в сети. Ключевым событием стал разрыв связи с энергосистемой Франции, что привело к избытку мощности, росту частоты и срабатыванию защит, прежде всего на объектах ВИЭ. Это вызвало резкий спад генерации и цепную реакцию – аварийные отключения ТЭС и АЭС.

Эксперты Центра комплексных европейских и международных исследований НИУ ВШЭ (г. Москва) предполагают, что причиной стала недостаточная пропускная способность трансграничных ЛЭП Пиренейского полуострова, а разделение инфраструктуры Европы на «энергетические острова» усугубила ситуацию. То есть возникший коллапс – результат развития зеленой энергетики без адекватной модернизации сетей. Так, по информации Reuters, веерные отключения в Испании и Португалии потребуют реконструкции их общей электросети на сумму порядка € 2 трлн.

Калининградская энергосистема подтвердила свою надежность

Энергосистема Калининградской области после отключения от единого энергетического кольца БРЭЛЛ в феврале 2025 года была переведена на автономную работу. Благодаря системной подготовке первые месяцы работы в новых условиях подтвердили надежность энергокомплекса области.

Подача мощности в регионе сегодня контролируется пятью электростанциями суммарной мощностью 1,88 ГВт:

Калининградской ТЭЦ-2, а также возведенными для обеспечения энергонеизависимости Маяковской, Прегольской, Приморской и Талаховской ТЭС.

В целях подготовки региональной энергосистемы к работе вне ЭК БРЭЛЛ ежегодно в течение пяти лет проводились комплексные испытания. Они были признаны успешными, и в независимом режиме система продемонстрировала устойчивость и качество энергоснабжения.

Китай переживает энергетическую революцию

Благодаря опережающему развитию низкоуглеродной энергетики Китай совершил своего рода энергетическую революцию. На долю страны ежегодно приходится более 40 % мирового прироста новых установок ВИЭ, что делает ее одним из драйверов глобального энергоперехода. С 2013 года максимальная выработка китайских ВЭС выросла в 6 раз, СЭС – более чем в 180 раз.

По итогам 2024 года общая установленная мощность возобновляемой энергетики КНР достигла около 1,41 млрд кВт (более 4 % общей мощности), опередив угольную генерацию. А к концу марта 2025-го, по данным Национального управления по энергетике, потенциал ВИЭ составил уже 1,482 млрд кВт, впервые превысив показатель ТЭС.

Китай продолжает активно развивать атомную энергетику: Госсовет страны одобрил строительство 10 новых энергоблоков на площадках существующих АЭС в провинциях Гуанси, Фуцзянь, Шаньдун, Гуандун и г. Чунцин. Во всех проектах будут использоваться собственные технологии. На текущий момент Китай с 57 действующими АЭС общей мощностью около 60 ГВт занимает третье место в мире по этому показателю. При этом доля атома в производстве электроэнергии составляет около 5 %, но к 2040 году ее планируется удвоить.

Американский газ назван самым грязным топливом в мире

Агентство «РИА Новости» выпустило материал «Сланцевая революция в США – крупнейшая экологическая проблема в мире». В нем утверждается, что американский сланцевый газ является самым грязным топливом на планете. По мнению агентства, проблема в выбросах парниковых газов в процессе добычи, которые не учитываются статистикой.

В 2018 году (более поздние данные не приводятся) реальные выбросы американской сланцевой индустрии в 20 раз превысили заявленные и составили 13 % от мирового объема. При этом они больше всех выбросов парниковых газов, которые производит Евросоюз.

Между тем в Европе планировали за счет наращивания закупок СПГ из США снизить зависимость от российских энергоресурсов. Однако, учитывая вышесказанное, этот выбор сводит на нет экологические усилия европейцев.

В Канаде выдано разрешение на строительство АЭС с ММР

Канадская госкорпорация Ontario Power Generation получила разрешение на строительство первого из четырех запланированных малых модульных реакторов (ММР) компании GE Vernova (США). Этому предшествовало решение канадского регулятора в сфере ядерной энергетики в апреле о выдаче лицензии на строительство ММР на площадке Дарлингтонской АЭС.

Стоимость первого блока оценивается в 6,1 млрд канадских долларов, при этом ожидается, что по мере накопления опыта сооружения реакторов затраты на них станут меньше. Строительство АЭС с ММР в Дарлингтоне станет первым подобным проектом, реализованным в странах «Большой семерки».

Европа установила абсолютный рекорд по импорту СПГ

Евросоюз третий месяц подряд обновляет исторический максимум закупок сжиженного газа. По данным Gas Infrastructure Europe (GIE), в мае Европа установила абсолютный рекорд импорта СПГ за все время наблюдений.

В апреле с портовых терминалов в газотранспортную систему ЕС поступило около 12,8 млрд м³ СПГ. Это на 0,7 % выше, чем в апреле, и на 38 % больше, чем в мае 2024-го. Всего по итогам января – мая поступления составили около 59,5 млрд м³ – на 17 % больше, чем за аналогичный период прошлого года.

По данным Европейской сети операторов газотранспортных систем (ENTSOG), в 2025 году поставки СПГ лидируют среди источников получения газа Европой, составляя 38 %. На втором месте (24,7 %) поставки с месторождений Северного моря (в основном норвежский газ), на третьем (17,8 %) – отбор из хранилищ.

Принят план преодоления кризиса в угольной отрасли России

Российский премьер-министр Михаил Мишустин утвердил меры поддержки угольной отрасли, которая в условиях неблагоприятной ценовой конъюнктуры переживает сложный период.

До 1 декабря угольным компаниям предоставят отсрочку по налогу на добычу полезных ископаемых (НДПИ) и страховым взносам. Впоследствии она может быть продлена по решению специальной подкомиссии по оказанию мер поддержки отдельным организациям отраслей экономики.

До 5 июня Минфин и Минэнерго России определяют критерии, на основании которых будут приниматься заявки о господдержке предприятий отрасли. В случае одобрения им предоставят субсидии на компенсацию части логистических затрат при экспорте на дальние расстояния.

Сибирские угольные компании получат компенсацию в размере 12,8 % тарифа на экспортные перевозки угля в северо-западном и южном направлении (перечень компаний формирует Минэнерго). Предприятиям, столкнувшимся с особенно серьезной кредитной нагрузкой, дадут возможность реструктуризировать задолженность.

В Узбекистане утверждена схема размещения АЭС малой мощности

Российский проект по сооружению атомной станции малой мощности (АСММ) в Узбекистане перешел в стадию практической реализации.

По сообщению пресс-службы Агентства по атомной энергии при Кабинете Министров Узбекистана (Узатома), утверждена схема размещения объекта. Станция общей мощностью 330 МВт будет построена в Фаришском районе Джизакской области. Генеральным подрядчиком выступит «Росатом», который уже приступил к изготовлению оборудования. К работам привлекут и узбекские компании. АСММ будет состоять из шести реакторных установок РИТМ-200Н по 55 МВт каждая.

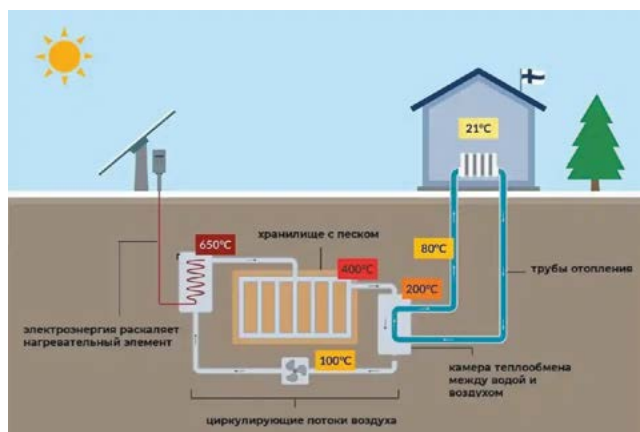


В мае в ходе экспертной встречи в Вене представители Узбекистана и МАГАТЭ определили приоритетные направления взаимодействия. Особое внимание было уделено подготовке к запланированной на 2026 год миссии по комплексной оценке ядерной инфраструктуры (ИНИР). В МАГАТЭ высоко оценили усилия Ташкента в данном направлении и подтвердили готовность оказывать стране техподдержку и экспертное содействие.

В Финляндии построили песочное хранилище энергии

В мае в Финляндии начала работу первая в мире промышленная песочная батарея. Высокотемпературный накопитель тепла от компании Polar Night Energy был введен в эксплуатацию на территории ТЭЦ «Ватаянкоски» (г. Канкаанпя).

Система хранения организована вокруг теплоизолированного стального резервуара размерами 4×7 м, содержащего 100 т чистого сухого песка. К нему поступает избыточное тепло с серверов данных электростанции, а также



электричество от солнечных панелей и ветрогенераторов. За счет резистивного нагрева электроэнергия преобразуется в тепловую (как в электрокаминах), разогревая песок до 500–600 °С. Благодаря высокой теплоемкости и тугоплавкости песка энергия может храниться в резервуаре до нескольких месяцев.

Инновационная «батарея» мощностью 100 кВт и энергоемкостью 8 МВт·ч будет нагревать воду для ТЭЦ, к которой подключены дома 35 тыс. жителей района. Предполагается, что уже зимой объект начнет отдавать энергию, запасенную с осени. Тепло будет поступать в дома даже тогда, когда нет ни ветра, ни солнца для работы ВИЭ, что особенно актуально для морозной финской зимы.

Венгрия планирует использовать старые скважины для хранения тепла

В Венгрии предложили использовать выведенные из эксплуатации нефтяные и газовые скважины для хранения тепловой энергии. В стране имеются тысячи таких скважин. Это источник утечек метана, парниковый эффект от которого превышает воздействие углекислого газа в десятки раз. Ликвидация скважин очень затратна, тогда как их переоборудование в энергохранилища может стать экономически выгодным.

Принцип работы технологии HT-ATES (High-Temperature Aquifer Thermal Energy Storage) предусматривает подземное хранение тепла при температуре не ниже 90 °С. Летом избыточное тепло закачивается в водоносный горизонт, а зимой используется для отопления. В мире уже действует около 2800 подобных систем. Например, в Нидерландах они обеспечивают порядка 2,5 ТВт·ч тепла в год.

Исследования венгерских ученых показали, что внедрение в стране хотя бы 100 систем HT-ATES позволит ежегодно накапливать 800–1200 ГВт·ч энергии. Этого достаточно, чтобы покрыть зимние потребности в отоплении 100–150 тыс. домохозяйств.

Китай переориентируется с добычи нефти на газ

По прогнозам экспертов Bloomberg, в ближайшие несколько лет добыча газа в Китае впервые превысит производство нефти: три крупнейшие нефтегазовые компании страны (PetroChina, Сноос и Sinopec) планируют переориентироваться на добычу голубого топлива. Все они активно осваивают технически сложные проекты, включая разработку сланцевых и глубоководных месторождений. В результате уже сейчас эти три компании удовлетворяют порядка 60 % спроса на газ в Китае, что позволяет постепенно снижать внутренние цены на этот энергоресурс.

Переход на более чистое топливо в КНР подстегивается появлением новых возможностей в области транспортировки и использования газа, бумом электромобилей и тяжелой экологической ситуацией в крупных городах из-за угольного смога. На этом фоне потребление газа в 2024 году выросло на 7,3 %, тогда как потребление нефти упало на 1,2 % при снижении прибыльности ее переработки.

Крупнейшее месторождение газа в Норвегии ограничило поставки в Европу

В конце мая норвежская нефтегазовая компания Equinor заявила о незапланированном сокращении добычи газа на крупнейшем нефтегазовом месторождении «Тролль». Причиной стали многомесячные ремонтные работы на ряде шельфовых платформ.



Норвегия стала играть ключевую роль в снабжении Евросоюза газом после ограничения поставок из России. К 2024 году ее доля на рынке составила около 30 %. На фоне роста цен страна стала наращивать мощности на площадках в Северном и Норвежском морях, а добыча на месторождении «Тролль» за год увеличилась на 10 %.

В этих условиях было объявлено о проведении ремонтных работ, которые должны были привести к сокращению добычи сначала на 14, а к сентябрю – на 50 млн м³ газа в день. Временное ограничение поставок норвежского газа привело к росту цен, хотя и относительно умеренному.

В России создана установка для сжигания торфа без выбросов CO₂

Инженеры НИУ МЭИ разработали уникальную тепловую установку, способную сжигать торф и другие влажные виды топлива с нулевыми выбросами углекислого газа. В условиях, когда экологические нормы становятся все более жесткими, новая технология может стать ключом к зеленой трансформации малых и средних электростанций, перевод которых на ВИЭ пока невозможен.

Разработка основана на передовой технологии газификации топлива с последующим сжиганием полученного газа в кислородной среде. В отличие от традиционных угольных и газовых станций, установка обеспечивает практически полное улавливание образующегося CO₂, подготавливая его к безопасному хранению.

Установка отличается пониженной металлоемкостью, компактными размерами и простотой монтажа. При этом ключевое преимущество технологии – высокая энергоэффективность. Особенность конструкции позволяет использовать тепло, выделяемое при конденсации воды, присутствующей в торфе. Это превращает влажность топлива из недостатка в преимущество, увеличивая общий КПД установок.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

Д.В. КОВАЛЕВ,
заместитель генерального
директора по оперативной
работе – главный диспетчер
ГПО «Белэнерго»



ТЕНДЕНЦИИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Уровень спроса на электрическую энергию является важным фактором эффективно-го планирования работы любой энергосистемы и определяет направления ее развития. В статье анализируются тенденции изменения электропотребления в Республике Беларусь, без глубокого понимания которых невозможно выстроить стратегию развития генерирующего комплекса и сетевой инфраструктуры страны.

Общие тенденции изменения электропотребления

Как правило, анализ потребления электроэнергии ограничивается общей характеристикой его объема. Между тем этого недостаточно для детального понимания тенденций изменения электропотребления. Значение мощности энергосистемы также неинформативно для определения возможности удовлетворения спроса на электроэнергию. К примеру, 1000 МВт установленной мощности АЭС обеспечивают производство порядка 8 млрд кВт·ч в год, а такая же мощность ВЭС и СЭС – порядка 2,0–2,2 и 0,8–1,0 млрд кВт·ч соответственно.

График, представленный на рисунке 1, демонстрирует динамику электропотребления в Республике Беларусь с 2000 года по настоящее время. За неполные 25 лет показатель вырос на 10 млрд кВт·ч, или на 28 %. Особенно высокие темпы роста наблюдались после 2021 года – без учета 2022-го ежегодный прирост составлял 5–6 %.

Эта тенденция требует переосмысления стратегии развития энергокомплекса страны на долгосрочную перспективу, так как первоочередная задача энергосистемы – полное удовлетворение спроса населения и всех отраслей экономики на электрическую и тепловую энергию.

Для решения этой задачи необходим более глубокий анализ элек-



Рис. 1. Уровень электропотребления в Беларуси в 2000–2024 годах

тропотребления, учитывающий его изменения в течение года, в недельном и суточном разрезе.

Динамика электропотребления и ее влияние на состав генерирующего оборудования энергосистемы

Учет изменений уровня электропотребления на разных временных интервалах крайне важен для понимания характера изменения нагрузки энергосистемы во времени.

Изменение электропотребления в годовом разрезе представлено на рисунке 2. В зимний период месячная величина потребления дости-

гает 3,9–4,1 млрд кВт·ч, в летний – 3,2–3,4 млрд кВт·ч. При этом анализ графика показывает, что, несмотря на сохранение общей тенденции роста, потребление в январе – марте 2020 года по сравнению с аналогичным периодом 2000-го выросло всего на 3–5 %, в то время как в летние месяцы – на 20–25 % (в пять раз).

Ситуация принципиально изменилась после ввода в эксплуатацию БелАЭС, а также электроджетов, обеспечивающих ее загрузку в период ночного минимума электропотребления. В течение года потенциал этого оборудования существенно колеблется: в зимний период он составляет порядка 900 МВт, в летний – снижается до 400–450 МВт. Таким образом,

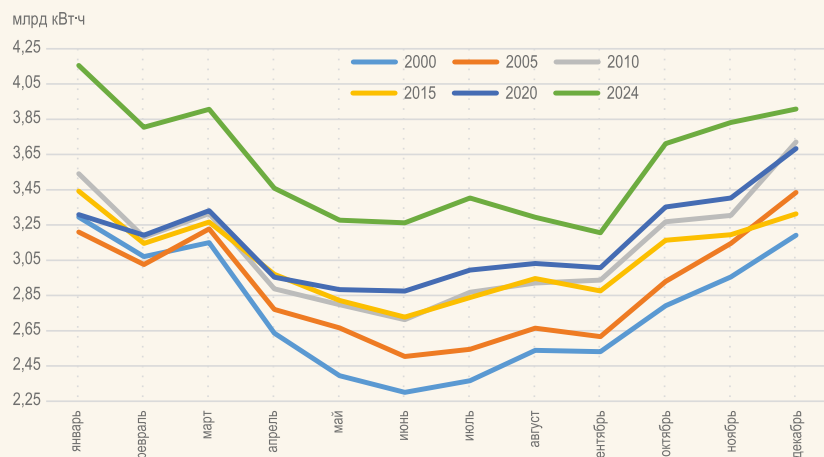


Рис. 2. Изменение электропотребления в годовом разрезе (с пятилетним интервалом)

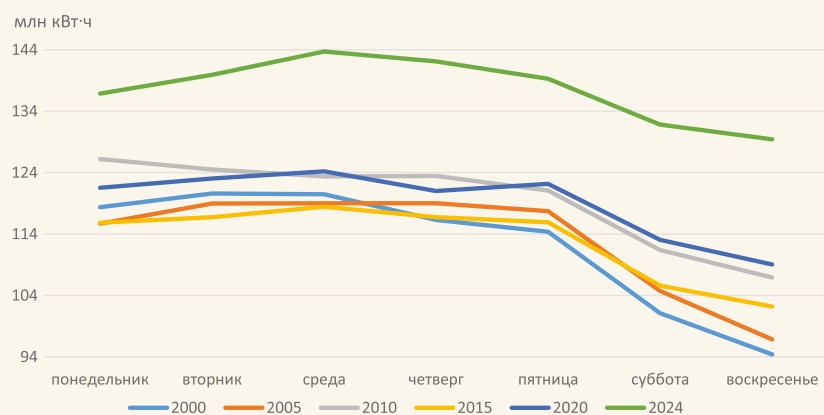


Рис. 3. Изменение электропотребления в недельном разрезе в 2000–2024 годах

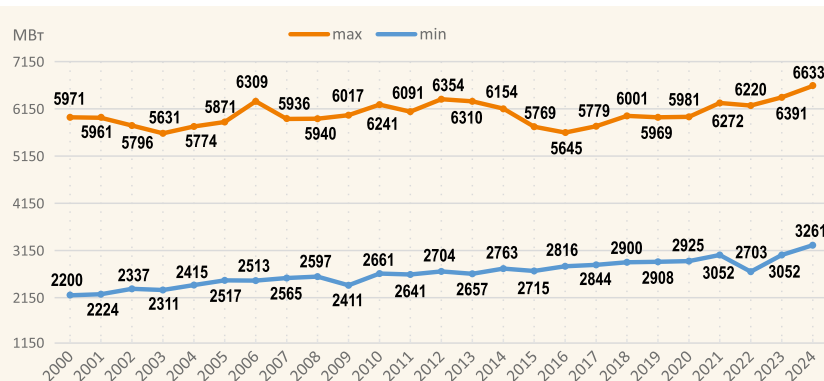


Рис. 4. Годовые максимумы (дневное время в зимний период) и минимумы нагрузок (ночное время в летний период)

использование электродотлов привело к более быстрому росту электропотребления в холодный сезон.

В недельном разрезе отличаются прежде всего уровни электропотребления в рабочие и выходные дни (рис. 3). В понедельник этот показатель, как правило, несколько ниже, чем в последующие будние дни, в субботу составляет порядка 90 % от потребления рабочего дня, а в воскресенье

снижается до 85 %. В результате электростанции, участвующие в режиме недельного регулирования, вынуждены изменять состав генерирующего оборудования.

Важным условием обеспечения самобаланса энергосистемы является достаточность генерирующих мощностей для покрытия пиковых нагрузок. В климатических условиях Беларуси максимум потребления

однозначно приходится на зимний период и определяется в первую очередь температурным фактором и наличием производственной нагрузки (рабочие дни). Дополнительное влияние оказывает степень освещенности в этот период.

Как видно на графике (рис. 4), исторические максимумы (свыше 6300 МВт в сутки) потребления в стране имели место в 2006, 2012, 2023 и 2024 годах. При этом с 2016 года наблюдается устойчивая тенденция роста с достижением абсолютного максимума (6721 МВт) в феврале текущего года. Что касается минимума нагрузок, то в русле общей тенденции роста электропотребления он стабильно повышается (с 2200 МВт в 2000 году до 3261 МВт в 2024-м).

Что касается объема потребляемой энергии в дни минимальной и максимальной нагрузки в течение года (рис. 5), то наблюдается довольно интересная тенденция, отражающая более высокие темпы роста электропотребления именно в летний период. Так, если в начале 2000-х соотношение потребления в летние и зимние сутки составляло порядка 0,5–0,55, то после 2020-го оно находится на уровне 0,65–0,7.

Колебания электропотребления в разные месяцы (недели) приводят к необходимости изменения состава генерирующего оборудования энергосистемы. В частности, это происходит:

- при переходе от межотопительного периода к отопительному;
- при изменениях уровня теплофикационной нагрузки в течение отопительного периода;
- при переходе с режима рабочего дня на режим выходного и обратно.

Как правило, в течение недели на электростанциях происходит суммарно от двух до десяти пусков оборудования. Это не вызывает проблем с покрытием графика нагрузок, так как изменения происходят в достаточно инерционном режиме.

Абсолютно иначе обстоит дело с суточным режимом работы энергосистемы и, в частности, с обеспечением мгновенного поддержания баланса. Именно конфигурация суточного графика нагрузки определяет возможность сбалансированной работы и приводит к необходимости изменять нагрузку генерирующих источников (рис. 6).

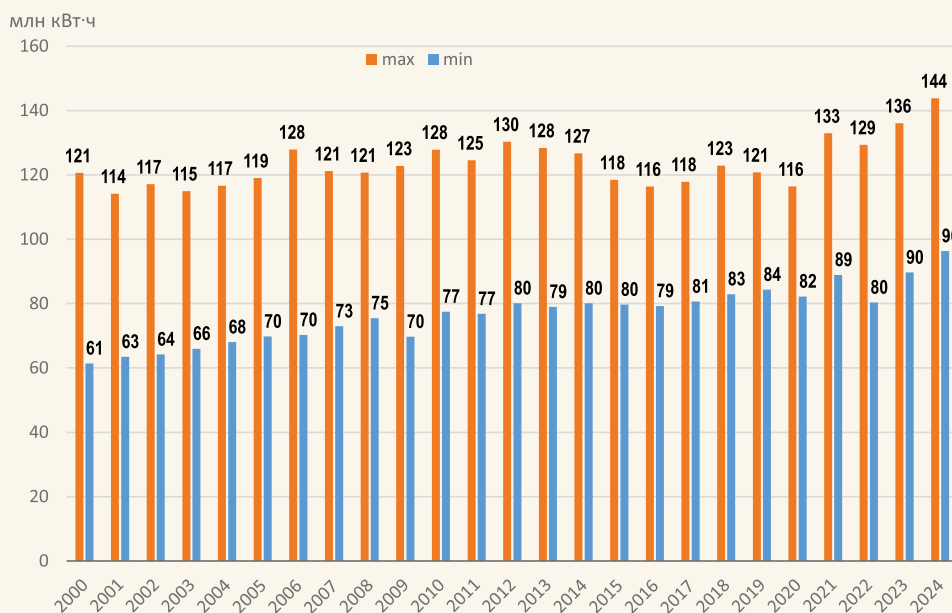


Рис. 5. Максимальное и минимальное электропотребление в годовом разрезе

Важной характеристикой суточного графика электропотребления является коэффициент неравномерности $K_{нер.}$, отражающий соотношение мощности, потребляемой энергосистемой в часы минимальных и максимальных нагрузок (P_{min} и P_{max}).

Необходимость и возможность самостоятельного балансирования энергосистемы требуют формирования соответствующих стратегий развития видов генерации, с одной стороны, и категорий потребителей – с другой. Комбинаций может быть множество, но все они должны соответствовать технической возможности существования совокупности различных генерирующих источников и потребителей электроэнергии для каждого момента времени (рис. 7).

Влияние потребителей на форму графика электропотребления

Различные потребители электроэнергии оказывают разное влияние на форму графика электропотребления.

Так, электрические котлы, установленные на объектах энергосистемы, способствуют существенному приросту потребления в отопительный период и улучшению коэффициента неравномерности графика нагрузок в течение суток, так как используются в ночные

часы. В летний период, как было показано выше, данный эффект резко снижается. Когда же БелАЭС работает неполным составом оборудования, потребность в электродотлах практически отсутствует независимо от сезона. При годовом потреблении котлами в прошлом году 1025 млн кВт·ч его объем в отопительный период составил 723 млн кВт·ч, а в межотопительный – 302 млн кВт·ч.

Потребители с базовым режимом работы (например, центры обработки данных, промышленные предприятия с трехсменным режимом работы) создают предпосылки для выравнивания суточного графика (улучшения $K_{нер.}$) и положительно влияют на экономичность работы энергосистемы.

Использование электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения в целом достаточно равномерно

распределяется по суткам с некоторым смещением в ночное время в ситуациях ограничения подключенной мощности. Такие потребители в перспективе будут увеличивать электропотребление в зимние месяцы. В свою очередь, использование систем кондиционирования приводит к росту потребления в летний период.

Особое влияние на баланс работы энергосистемы оказывают потребители, использующие наибольшее количество электроэнергии в часы максимальных нагрузок энергосистемы (супербыстрые ЭЭС, промышленные предприятия с односменным режимом работы и др.). Данная категория дает низкий прирост общего потребления и резкий прирост максимума пиковой нагрузки, что в конечном счете определяет необходимость наращивания генерирующих мощностей и суммарных объемов работы в пиковом режиме. Это приводит к увеличению финансовой нагрузки на энергосистему, снижению ее экономичности и обострению такой проблемы, как недостаточная пропускная способность электросетей различных классов напряжения.

Рассмотренные параметры электропотребления помогают выбрать целесообразный путь развития энергосистемы, предусмотреть необходимые меры и в конечном счете научиться управлять электропотреблением экономическими методами. Выработка соответствующих стимулов должна при-

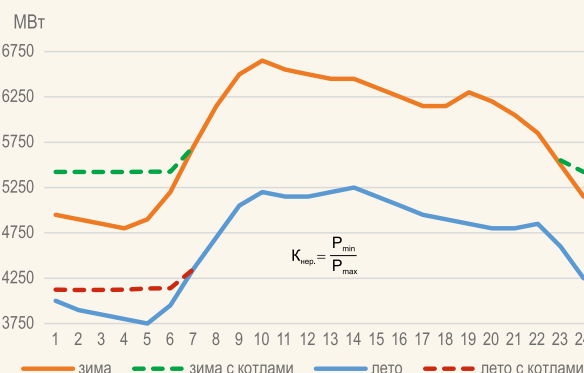


Рис. 6. Суточные графики нагрузки и значения коэффициента неравномерности $K_{нер.}$ в зимние и летние месяцы

Год	$K_{нер.}$	
	зима	лето
2000	0,64	0,62
2005	0,63	0,63
2010	0,63	0,62
2015	0,66	0,64
	без котлов/с котлами	
2020	0,66/0,76	0,65
2024	0,69/0,83	0,67/0,75

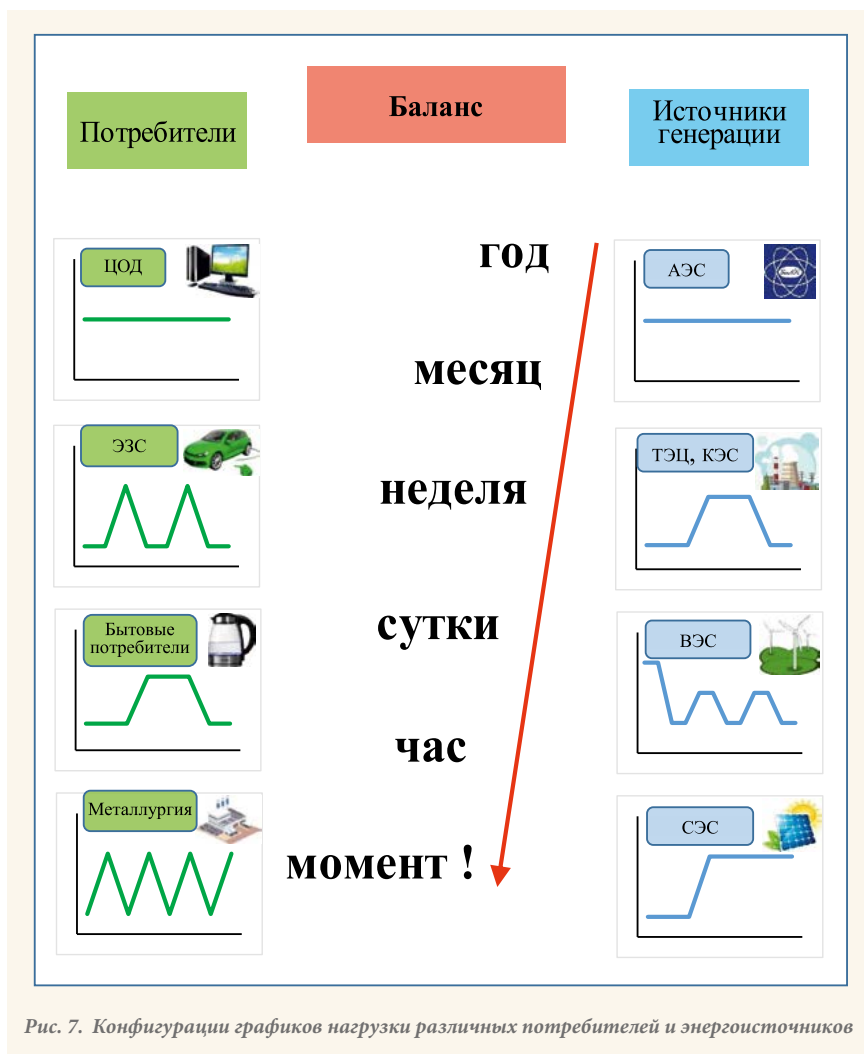


Рис. 7. Конфигурации графиков нагрузки различных потребителей и энергоисточников

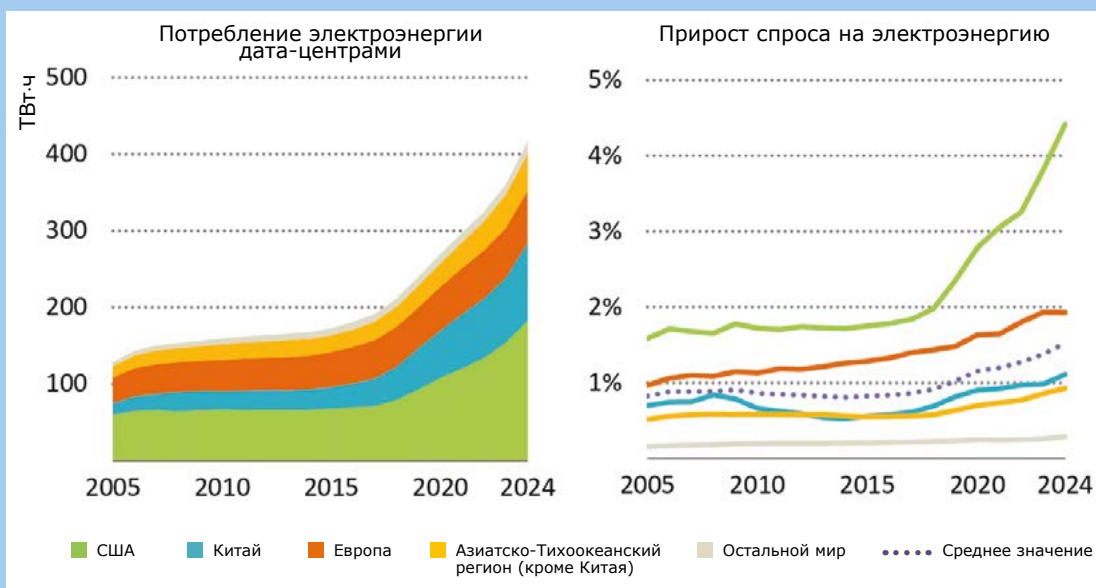
водить к реализации у потребителей таких технических мероприятий, которые изменяют характер потребления электроэнергии в лучшую сторону.

Выводы

1. Глубокий анализ тенденций изменения электропотребления позволяет корректно определять планы развития энергосистемы, структуры генерирующих мощностей и электросетевого комплекса.
2. Понимание причин тех или иных тенденций позволит в перспективе управлять уровнем потребления и конфигурацией графиков потребления методами экономического стимулирования.
3. Отсутствие своевременных мер по стимулированию изменений в электропотреблении может резко повышать потребность в инвестициях в генерирующие активы и электросетевой комплекс.
4. Эффективность функционирования энергосистемы в целом необходимо рассматривать во взаимосвязи с эффективностью развития электропотребления в той или иной сфере, при этом общий эффект должен определяться в масштабах страны.

К сведению

Объем потребления электроэнергии дата-центрами и прирост спроса на электроэнергию в мире



Источник: отчет МЭА World Energy Outlook 2024

Д.Е. БОРОДИН,
начальник управления электросвязи
ГПО «Белэнерго»

Г.Л. ПОПОВ,
начальник сектора СПиЭПУ управления
электросвязи ГПО «Белэнерго»

А.А. ГОРБАРЬ,
ведущий инженер сектора СПиЭПУ
управления электросвязи ГПО «Белэнерго»

В.С. ТОКАРЧУК,
инженер 1 категории сектора СПиЭПУ
управления электросвязи ГПО «Белэнерго»

ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ В ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

Видеоконференцсвязь (ВКС) – это система коммуникации, позволяющая организовать личные звонки и групповые конференции в видеоформате. Телекоммуникационные технологии ВКС используются для обеспечения в режиме реального времени интерактивного обмена аудио- и видеоданными между участниками сеанса независимо от их географического расположения. Одно из главных преимуществ ВКС – экономия ресурсов организации, в том числе таких как время и средства на командировки.

Долгое время сеансы конференц-связи в ГПО «Белэнерго» проводились в аудиоформате, но с развитием, повсеместным внедрением и, как следствие, удешевлением высоких технологий ВКС стала доступна и для работников Белорусской энергосистемы. Видеоформат позволяет не только слышать речь собеседников, но и видеть живые лица, считывать невербальные сигналы (жесты, мимику, положение тела), оценивать реакцию на сказанное, что делает коммуникацию более эффективной и дает пользователям возможность быстрее находить общий язык.

Начало созданию цифровой интегрированной сети (ЦИС) связи объединения было положено приказом концерна «Белэнерго» от 20 февраля 2001 года № 29, которым в том числе было предусмотрено строительство сети ВКС. В рамках ЦИС, созданной на базе арендованных у РУП «Белтелеком» цифровых потоков Е1, наряду с сетями телефонной, диспетчерской и селекторной связи, сетью передачи данных к середине 2005 года была организована видеоселекторная связь между залами совещаний концерна и всех РУП-облэнерго. Таким образом, появилась возможность проведения сеансов ВКС с приемлемым качеством изображения – скорость обмена видеoinформацией составляла 384 кбит/с.



Конференц-зал с системой ВКС РУП «Гродноэнерго»

ВКС была организована на базе стандарта H.323 с использованием приоритетной полосы в общем канале связи Frame Relay. Устройства подключались непосредственно к стыкам 10/100Base-T(TX) пограничного оборудования. Полоса канала для ВКС задействовалась динамически только на момент проведения видеоселекторной связи. Тип используемой схемы подключения абонентских видеокодирующих устройств (ВКУ) – «звезда» с сервером ВКС в центре.

В качестве видеосервера на узле связи концерна «Белэнерго» был

применен сервер Ezenia NetServer Encounter 3000 в модификации «рабочая группа». Его возможности позволили организовать многоточечное дуплексное соединение между абонентскими ВКУ, которое обеспечивало выравнивание типов схем сжатия видео- и аудиопотоков и их синхронизацию, а также формирование результирующего видео- и аудиопотока.

В зале совещаний концерна были установлены абонентские ВКУ (видеокодеки Tandberg 500 с углом охвата изображения 340 °), обеспечивающие ввод изображения конферирующих,

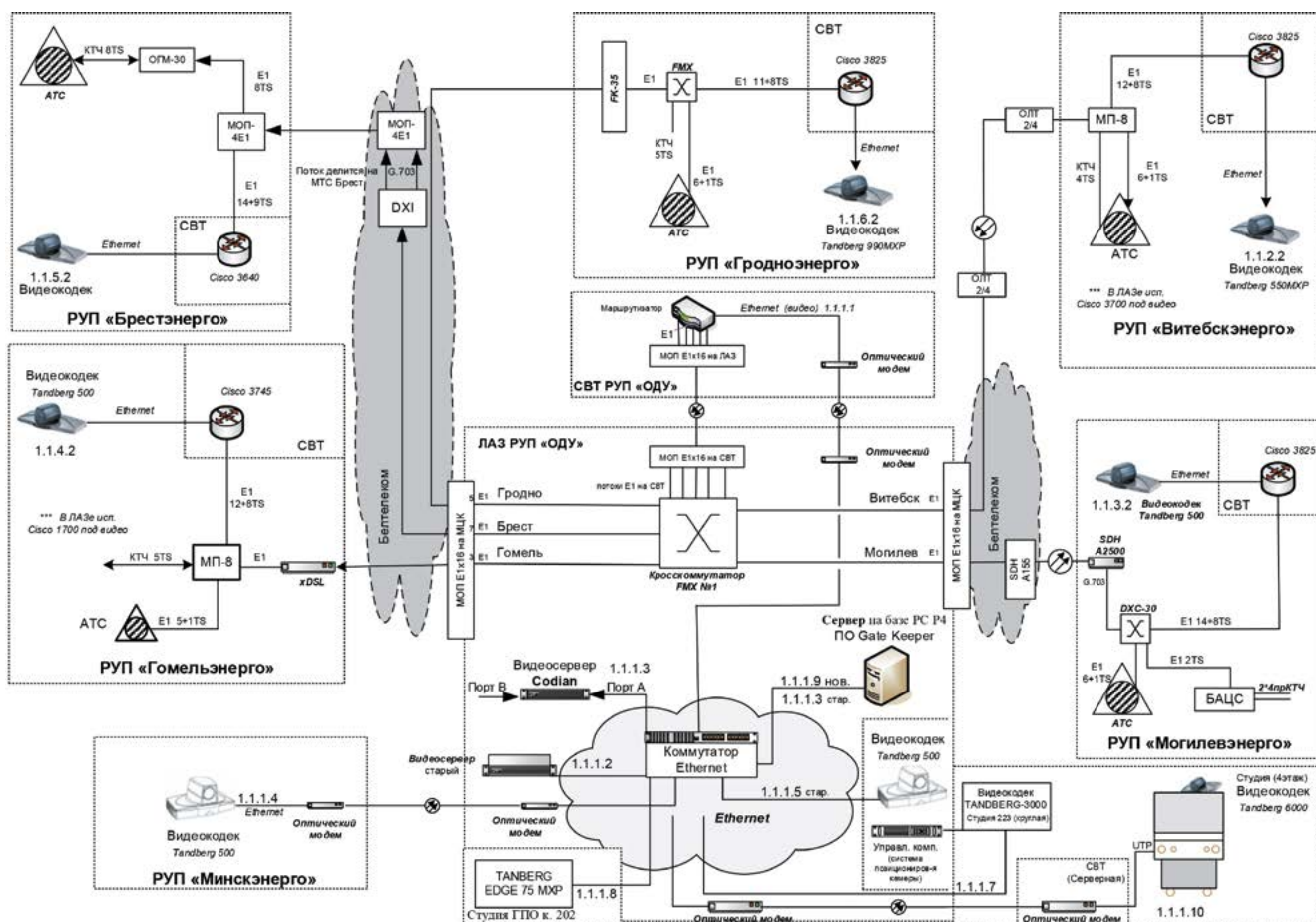


Рис. 1. Схема организации ВКС РУП «ОДУ» в 2010 году

прием и передачу видео- и аудиопотоков от видеосервера, ввод видеосигнала от внешнего источника информации, а также устройства отображения видеoinформации от ВКУ (четыре плазменные панели).

Устройство управления ходом видеоконференции обеспечивало направление камеры ВКУ на активного участника через автоматическую систему позиционирования, связанную с выключателем микрофона конференцсвязи групп пользователей и работало параллельно с основной системой обеспечения звука конференцсвязи (селекторная связь).

В 2008 году сервер Ezenia был заменен новым – Tandberg Codian MCU-4205, и в 2010 году схема организации ВКС РУП «ОДУ» имела вид, представленный на рисунке 1.

На протяжении последующих 15 лет параллельно с развитием сетей связи Белорусской энергосистемы и цифровых технологий ВКС модернизировалась и сеть видеоселекторной связи ГПО «Белэнерго», в частности:

- внедрялись более совершенные ВКУ, видеосерверы, устройства отображения;
- осуществлялся переход на более надежные и высокоскоростные цифровые каналы передачи видеoinформации;
- сеть ВКС расширялась, охватывая более низкие уровни управления;
- увеличивалось количество видеостудий, которые могли принимать участие в сеансах ВКС.

Существенный стимул к развитию система ВКС ГПО «Белэнерго» получила в период пандемии COVID-19, когда полноценное общение на расстоянии стало одним из главных условий функционирования и развития объединения, а также безопасности жизнедеятельности персонала, от управленческих решений которого напрямую зависела энергобезопасность страны.

При этом аудиоформат остался востребованным в качестве резервного для проведения совещаний и продолжал использоваться для организации прямых телефонных и «горячих» линий ГПО «Белэнерго» и Министерства энергетики.

Лавинообразное увеличение количества видеоконференций во время пандемии, а также возникшая при этом необходимость в проведении одновременно нескольких независимых сеансов видеосвязи, выявили две технические проблемы, связанные с физическим износом и моральным устареванием ряда элементов системы ВКС:

- видеосервер Tandberg в ГПО «Белэнерго» не обеспечивал подключение количества абонентов (более 11), необходимого для проведения двух сеансов ВКС одновременно;
- окончное оборудование ВКС ввиду ограниченной пропускной способности части каналов связи между ГПО «Белэнерго» и РУП-облэнерго не позволяло получать видеозображение высокого качества.

Первая проблема была решена в 2023 году за счет установки в объединении современного видеосервера IMind, удовлетворявшего возросшим потребностям и актуальным тенденциям построения систем ВКС. Он объединил абонентов, использующих не только видеотерминалы, но и пер-

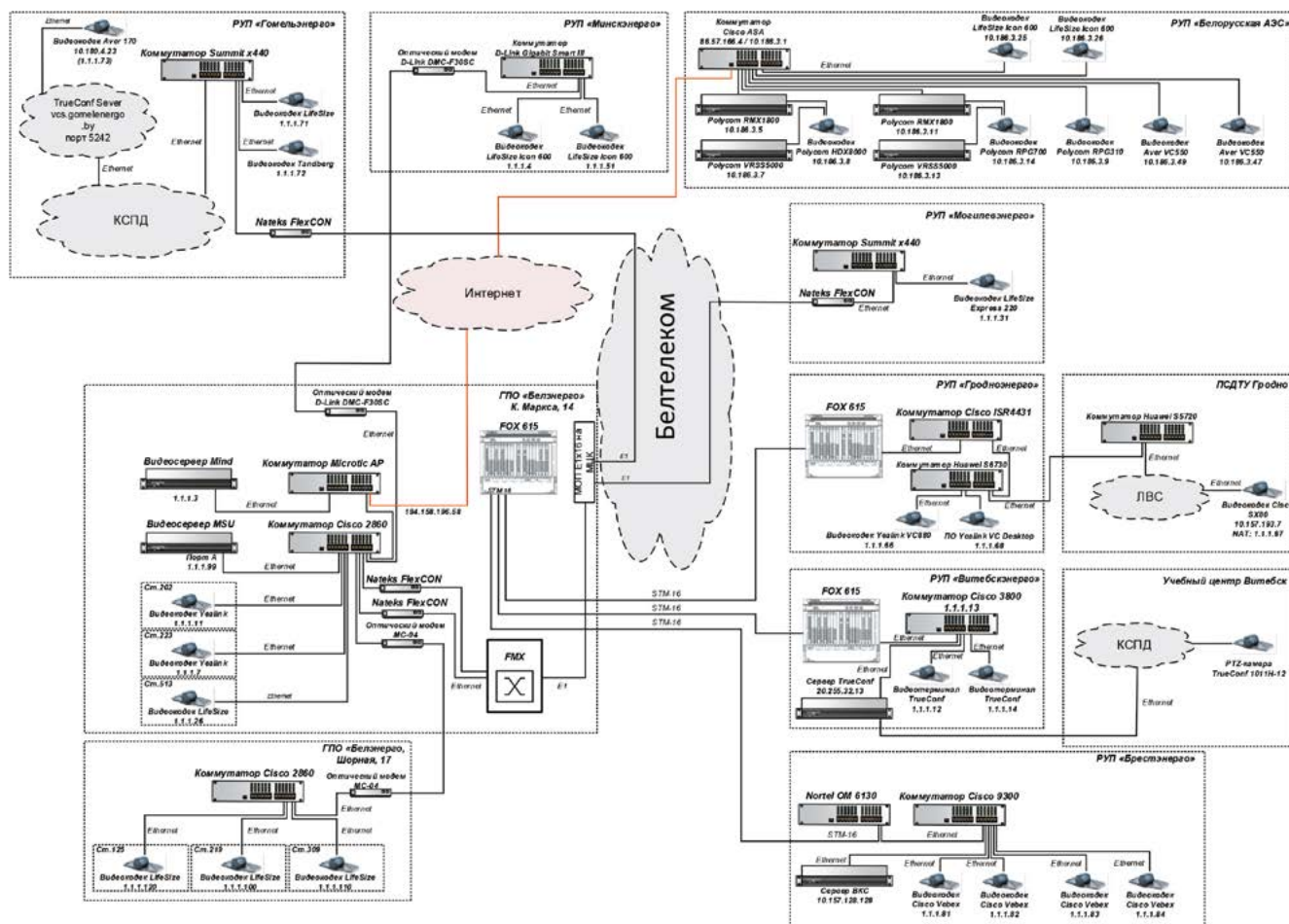


Рис. 2. Схема организации ВКС ГПО «Белэнерго» в первом квартале 2024 года

сональные компьютеры (с веб-камерой и микрофоном) и мобильные устройства. За 2020–2023 годы в ходе реализации этого технического решения были протестированы все видеосерверы, официально представленные в Республике Беларусь.

Обновление сервера позволило увеличить число проводимых конференций, значительно улучшить передаваемое изображение и тем самым повысить удовлетворенность потребителей качеством оказываемых услуг.

Вторая проблема была решена за счет развития ведомственной цифровой сети связи и перехода на высокоскоростные каналы связи, в результате чего в 2024 году схема организации ВКС ГПО «Белэнерго» приняла вид, представленный на рисунке 2.

В настоящее время модернизация большинства переговорных студий РУП-облэнерго практически завершена. Закуплено и установлено новое оборудование, в том числе ВКУ, видеокамеры, широкоформатные мониторы (диагональ 50–55 см), устройства управления и коммутации.

В сотрудничестве с коллегами из РУП-облэнерго специалисты управления электросвязи аппарата управления ГПО «Белэнерго» провели большую работу по совершенствованию системы ВКС. Использование современного оборудования позволило повысить качество принимаемого и передаваемого контента. Расширилось применение управляемых камер, которые фокусируются на выступающем автоматически, независимо от его местоположения в студии.

Модернизированная система ВКС хорошо зарекомендовала себя в июле 2024 года, когда разрушительные погодные явления привели к отключениям электроэнергии в Гомельской области. Заседания штаба по ликвидации последствий непогоды проходили в формате ВКС несколько раз в день, что дало возможность эффективно и в короткие сроки восстановить энергоснабжение целого региона.

Важным этапом стал перевод ВКС на каналы корпоративной сети передачи данных (КСПД), что позволило уменьшить количество абонентов,

подключаемых через интернет, значительно улучшить качество видео, передаваемого от РУП «Гомельэнерго», РУП «Могилевэнерго» и БелАЭС, а также положительно сказалось на защищенности связи. Полный переход на корпоративную сеть завершился в феврале 2025 года.

На сегодняшний день видеоконференции стали привычной формой проведения переговоров, без которой невозможно представить функционирование энергетической отрасли страны. Но специалисты объединения продолжают работать над совершенствованием отраслевой системы ВКС. В перспективе планируется обеспечить множественность точек участия, возможность универсального подключения из любой локации (в том числе с удаленных и мобильных рабочих мест, из других стран) и смешанного подключения. Реализация этих планов расширит диапазон использования формата видеоконференцсвязи.

П.А. САЗОНОВ,
м.т.н., начальник отдела
комплексного внедрения АСДУ
ООО «ИнноТех Сольюшнс»



УНИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В статье рассматриваются проблемы реализации в энергосистеме приема-передачи данных полевого уровня (с контроллеров, терминалов релейной защиты и автоматики) существующими центральными приемо-передающими станциями и устройствами сбора и передачи данных. В качестве решения предлагается формализовать данные процессы на основе открытых протоколов МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850, а также унифицировать подходы к наборам и наименованиям сигналов на всех уровнях автоматизации.

В объединенной энергосистеме Беларуси взят курс на унификацию информационных систем (ИС) в семантике серии стандартов CIM [1]. В рамках проектов по цифровой трансформации бизнес-процессов оперативно-диспетчерского управления (ОДУ), реализуемых в ГПО «Белэнерго», внедряются новейшие ИС и технические средства автоматизированных систем управления (АСУ). При этом решаются сопутствующие задачи:

- гармонизация подходов к построению информационных моделей и ведению ИС;
- стандартизация диспетчерских наименований подстанций, линий электропередачи, оборудования [2];
- переход к открытым протоколам передачи данных на всех энергообъектах ГПО «Белэнерго».

Проблемы реализации приема-передачи данных в действующих АСУ

Традиционная реализация приема-передачи данных в АСУ сопряжена со следующими основными проблемами:

1. Отсутствует унификация наборов сигналов (дискретных и аналоговых) на прием и передачу данных, а также единый подход

к формированию наименований сигналов. В результате каждый объект АСУ фактически имеет уникальный набор сигналов с уникальными наименованиями.

Так, перечень и наименования сигналов, поступающих с терминалов РЗА подстанции для передачи в SCADA, разрабатывается проектной организацией, зависит сугубо от компетенции проектировщика и, как правило, требует дополнения на этапе пусконаладочных работ либо в процессе эксплуатации. Зачастую в терминалах РЗА, контроллерах сигнал об автоматическом повторном включении ЛЭП 110 кВ «Срабатывание АПВ» может иметь наименование логического узла «SP16GAPC6 IN2» (в модели МЭК 61850) либо «Индикатор 1», «Дискрет 1» и т.п. (в модели МЭК 60870-5-104). Следовательно, спустя определенное количество лет, когда сменится поколение эксплуатирующего персонала, разобраться с существующими сигналами будет сложно или невозможно.

2. Наборы сигналов и команд для передачи на вышестоящие уровни ОДУ не регламентируются нормативными документами и, как правило, согласовываются со службами СДТУ/АСУ (реже с диспетчерскими службами) в рабочем порядке.

Например, возможен случай, когда важнейший сигнал «Срабатывание АПВ» по *i*-й линии отсутствует в наборе сигналов ОДС филиала электросетей и ЦДС РУП-облэнерго. При этом в наборе обеих служб есть сервисный сигнал «Порт 404 исправен», который только загромождает сводку событий у диспетчера.

3. В энергосистеме не приняты единые подходы к формированию наименований (в том числе диспетчерских) единиц оборудования.

Примеры многочисленны. Так, в рамках одной ПС 330 кВ выключатели 330 кВ могут иметь наименование «В-1 ВЛ-XXX», а выключатели 110 кВ – «ВЭ-110 ВЛ УУУ». На ТП 10/0,4 кВ можно встретить следующие наименования выключателей: «В ВЛ», «Вык.», «ВВ» и т.п.

Отсутствие четких, унифицированных требований к наборам сигналов и команд для приема-передачи данных на разных уровнях ОДУ, а также единых подходов к наименованиям оборудования и сигналов ведет к накоплению в энергосистеме технических средств АСУ, фактически являющихся для эксплуатирующего персонала «черным ящиком». В случае отказов это приводит к значительному росту затрат труда и времени на восстановление нормального режима работы технических средств, длительному отсутствию

необходимой информации у оперативно-диспетчерского персонала и, соответственно, невозможности принятия правильного решения.

Одной из целей цифровой трансформации бизнес-процессов ОДУ ГПО «Белэнерго» является устранение указанных недостатков.

Предлагаемое решение

На данный момент в каждом РУП-облэнерго разработаны либо разрабатываются локальные нормативные документы для формализации настройки технических средств АСУ.

В частности, на базе филиала «Барановичские электрические сети» РУП «Брестэнерго» при поддержке главного инженера и служб АСУ, СДТУ автор и коллектив инженеров разрабатывают регулирующие документы по оптимизации технологических процессов в АСУ, фрагменты которых приведены в данной статье. Результаты будут представлены техническому совету ГПО «Белэнерго» для принятия решения о дальнейшем внедрении их на объектах энергосистемы с целью оптимизации процесса разработки, внедрения и эксплуатации технических средств АСУ, а также повышения надежности их работы.

В таблицах 1–5 представлены примеры реализации предлагаемых разработчиками подходов к формированию наименований сигналов телеметрии (телесигнализации, телеизмерений и телеуправления).

Ожидаемый эффект от внедрения новых стандартов

Выпуск стандартов, регламентирующих прием-передачу данных с использованием МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, и унификация подходов к построению наименований оборудования и сигналов открывают следующие возможности:

- решение проблем традиционной реализации приема-передачи данных;
- настройка принимаемых сигналов и команд в существующих системах управления на различных уровнях ОДУ энергообъектов, находящихся на стадии проектирования или строительства;

Таблица 1. Телесигнализация о состоянии коммутационного аппарата (КА)

[Наименование ПС]	Состояние оборудования	Диспетчерское наименование оборудования/присоединения	(Наименование источника)*
[ПС 110 кВ Ритм]	Состояние коммутационного устройства	В-10 Т-1 1с	(МР-500)
Итог: [ПС 110 кВ Ритм] Состояние коммутационного устройства В-10 Т-1 1с (МР-500)			
*Здесь и далее – опционально.			

Таблица 2. Иные сигналы телесигнализации

[Наименование ПС]	Значимая информация	Диспетчерское наименование оборудования/присоединения	(Наименование источника)
[ПС 110 кВ Ритм]	Срабатывание МТЗ	В-10 КЛ-1767	(МР-741)
Итог: [ПС 110 кВ Ритм] Срабатывание МТЗ В-10 КЛ-1767 (МР-741)			

Таблица 3. Сигналы телеизмерений

[Наименование ПС]	Тип измерения (фаза)	Диспетчерское наименование оборудования/присоединения	(Наименование источника)
[РП-045]	lab	В-10 Т-1	(ЦП9010)
Итог: [РП-045] lab В-10 Т-1 (ЦП9010)			
[РП-045]	lab	В-10 Т-1	(АСКУЭ)
Итог: [РП-045] lab В-10 Т-1 (АСКУЭ)			
[ПС 330 кВ Петриков]	lab	ВЛ 330 кВ № 556 Калийная – Петриков-330	(МР-500)
Итог: [ПС 330 кВ Петриков] lab ВЛ 330 кВ № 556 Калийная – Петриков-330 (МР-500)			

Таблица 4. Сигналы телеуправления КА

[Наименование ПС]	Наименование воздействия	Диспетчерское наименование оборудования/присоединения	(Наименование источника)
[ПС 110 кВ Ритм]	Включить/Отключить	В-10 Т-1 1с	(МР-500)
Итог: [ПС 110 кВ Ритм] Включить/Отключить В-10 Т-1 1с (МР-500)			

Таблица 5. Иные сигналы телеуправления

[Наименование ПС]	Наименование воздействия	Диспетчерское наименование оборудования/присоединения	(Наименование источника)
[ПС 110 кВ Ритм]	Установить основную/резервную группу уставок	В-10 Т-1 1с	(МР-500)
Итог: [ПС 110 кВ Ритм] Установить основную/резервную группу уставок В-10 Т-1 1с (МР-500)			

- стандартизация (формализация, упрощение, повышение прозрачности) процесса проектирования, наладки и эксплуатации технических средств АСУ и, как следствие, снижение количества потенциальных ошибок на каждом этапе жизненного цикла систем. Например, появится возможность при строительстве подстанции оптимизировать трудозатраты персонала по ее интеграции в системы SCADA требуемых диспетчерских уровней за счет описания наборов данных, а также их адресов уже на стадии строительного проекта.

Для каждого вида присоединений в зависимости от номинального напряжения можно создать шаблоны в виде:

- конфигурационных файлов устройств (терминалов РЗА, контроллеров, цифровых преобразователей и т.п.);
- файлов с описанием модели МЭК 61850 (CID/SCD-файлов) либо телеметрии согласно МЭК 60870-5-104 для конкретных устройств с использованием единого подхода к присвоению уникального общего адреса (ASDU) и адресов объектов информации (сигналов). Смысл заключается в том, что

Таблица 6. Предлагаемая для формализации структура описания сигналов на примере нескольких сигналов терминала РЗА

Присоединение	Наименование сигнала	Тип измерения	Набор псевдонимов значений (Текст->0/Текст->1)	Функция/сигнал	Уровень управления
T-1 1-й к. RET-670	Ввод/Вывод ДЗТ	Ключ	Введено/Выведено	SP16GAPC2/IN	Локальный
T-1 1-й к. RET-670	Пуск ДЗТ	Пуск защит	Ожидание/Срабатывание	PTDF/Str	Локальный
T-1 1-й к. RET-670	Срабатывание ДЗТ	Аварийное отключение	Нет/Есть	PTDF/Op	ОДС, ЦДС

данные выдаются для i-го объекта с уникальным общим адресом ASDU (например, в рамках одного РУП-обл-энерго можно отдельно резервировать объекты 220 кВ и выше, а также источники генерации) и уникальными адресами объектов информации в рамках общего адреса ASDU и i-го объекта для каждого уровня ОДУ.

Данный подход позволит в значительной степени автоматизировать процесс первичной настройки и дальнейшего обслуживания технических средств АСУ, что позволит фактически от подстанции к подстанции изменять в конфигурациях типовых контроллеров и SCADA только наименования присоединений и настройки сети (IP-адреса, порты), а в перспективе – выполнять общую адаптацию модели МЭК 61850 к проектным требованиям.

При этом процесс эксплуатации технических средств АСУ оптимизируется за счет появления четких и прозрачных требований к наборам и наименованиям измерений, а также к их количественному и качественному составу в зависимости от вида присоединения. Пример представлен в таблице 6.

Заключение

Реализация в ГПО «Белэнерго» проектов по цифровой трансформации бизнес-процессов ОДУ открывает новые технические возможности, а вместе с тем и новый вектор для оптимизации процессов наладки и эксплуатации АСУ в электроэнергетическом комплексе Республики Беларусь. Этот вектор предполагает единые подходы

к ведению цифровой модели электрической сети, в том числе к диспетчерским наименованиям оборудования; переход на открытые протоколы передачи данных (МЭК 60870-5-104, МЭК 61850); унификацию построения наборов измерений (дискретных и аналоговых сигналов) на прием и передачу данных, а также формирования наименований сигналов на всех уровнях автоматизации и ОДУ.

Список литературы

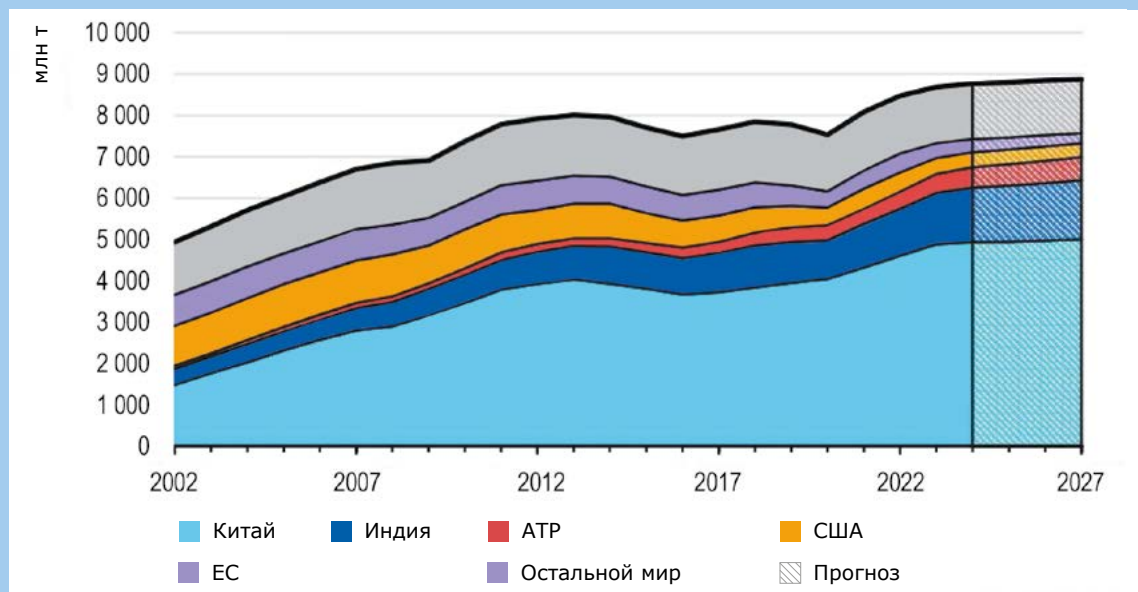
1. Сазонов, П.А. Основы построения топологически связанных моделей в семантике CIM / П.А. Сазонов // Энергетическая стратегия. – 2024. – № 4 (100). – С. 36–39.
2. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике. Диспетчерские наименования энергообъектов: СТП 33240.01.218-24. – Введ. 01.10.2024. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2024. – 9 с.

К сведению

Мировое потребление угля: анализ и прогноз на 2027 год

Потребление угля в мире будет изменяться в сторону увеличения доли металлургических марок. При этом целевой сценарий развития мировой энергетики предполагает сохранение спроса и на энергетический уголь – при условии эко-

номической целесообразности его использования и отсутствия планов стран Азиатско-Тихоокеанского региона по его сокращению, которое прогнозируется не ранее 2035 года.



Источник: отчет МЭА «Уголь 2024»

Н.В. ДАНИЛЕНКО,
начальник отдела международного сотрудничества
Департамента по ядерной и радиационной
безопасности Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзора)



КОНВЕНЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Весной текущего года Республика Беларусь приняла участие в 8-м обзорном совещании договаривающихся сторон Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами. Мероприятие состоялось 17–28 марта на площадке МАГАТЭ в Вене (Австрия). Беларусь впервые принимала участие в совещании в новом статусе – как страна с введенной в промышленную эксплуатацию АЭС. Белорусская делегация представила Национальный доклад о выполнении обязательств в рамках Объединенной конвенции и обеспечила его защиту. В статье рассматриваются выводы обзорного совещания в отношении Беларуси и роль выполнения конвенциональных обязательств в повышении безопасности обращения с ОЯТ и РАО в нашей стране.

Подходы МАГАТЭ к обращению с РАО

В 1995 году вышла публикация МАГАТЭ «Принципы обращения с радиоактивными отходами» (The Principals of Radioactive Waste Management, № 111-F), позднее положения этого документа были включены в «Основополагающие принципы безопасности» (Fundamental Safety Principals, № SF-1). В публикациях отмечено, что своевременное создание эффективной национальной правовой базы и соответствующей организационной инфраструктуры обеспечивает основу для ответственного обращения с РАО.

Создание и развитие такой инфраструктуры должно строиться на девяти принципах, суть которых заключается в необходимости обеспечения надлежащего уровня защиты здоровья человека и окружающей среды, использовании рациональных и экологически приемлемых методов при организации обращения с РАО, позволяющих не создавать чрезмерного бремени и неоправданных проблем для будущих поколений. Обращение с РАО должно

осуществляться в рамках соответствующей национальной правовой базы, предусматривающей четкое распределение обязанностей между вовлеченными органами государственного управления и организациями, а также независимость регулирующего органа при выполнении его функций. Безопасность объектов обращения с РАО должна быть обеспечена в течение всего срока их эксплуатации с учетом взаимозависимости между этапами образования РАО и обращения с ними.

Эти принципы впоследствии легли в основу Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (далее – Объединенная конвенция), которая была принята в 1997 году и вступила в силу в 2001-м. В настоящее время ее участниками являются 90 договаривающихся сторон. В Республике Беларусь Объединенная конвенция ратифицирована в 2002 году.

Следует подчеркнуть, что упомянутые принципы МАГАТЭ были учтены при разработке в Беларуси Стратегии обращения с радиоактивными отходами, а также ряда других ключевых

документов, касающихся безопасности обращения с РАО.

Цели и процедуры Объединенной конвенции

В глобальном масштабе Объединенная конвенция является основным международно-правовым документом для решения вопросов безопасности при обращении с ОЯТ и РАО от их образования до захоронения. К основным целям Объединенной конвенции относятся:

- достижение и поддержание высокого уровня безопасности обращения с ОЯТ и РАО во всем мире путем укрепления национальных мер и международного сотрудничества;
- обеспечение на всех стадиях обращения с ОЯТ и РАО наличия эффективных средств защиты отдельных лиц, общества в целом и окружающей среды от потенциальной опасности воздействия ионизирующих излучений в настоящее время и в будущем;
- предотвращение аварий с радиологическими последствиями и смягчение их последствий в случае, если

они произойдут, на любой стадии обращения с ОЯТ или РАО.

Работа в рамках Объединенной конвенции организована на основе трехлетних циклов и для каждой договаривающейся стороны включает:

- подготовку национального доклада и его загрузку на сайт Объединенной конвенции с авторизованным доступом;
- изучение национальных докладов других стран в режиме удаленного доступа, формирование вопросов к докладам и получение ответов;
- участие в обзорном совещании на площадке МАГАТЭ.

На обзорных совещаниях государства представляют свои национальные доклады очно в формате презентаций. Доклады обсуждаются в страновых группах, по итогам делаются выводы как для всех стран в целом – в докладе председателя совещания, так и для каждой отдельной страны – в обзорных отчетах с указанием вызовов, предложений, хороших практик и направлений успешной работы.

Обращение с РАО в Республике Беларусь: национальный контекст

МАГАТЭ определяет РАО как радиоактивные материалы, дальнейшее использование которых не предусмотрено, но которые все еще содержат радионуклиды или загрязнены ими. В Республике Беларусь такие отходы образуются в энергетике, промышленности, здравоохранении, науке, образовании и иных областях, где применяются источники ионизирующего излучения (ИИИ). Основная часть РАО образуется в результате эксплуатации Белорусской АЭС. Определенная доля приходится на так называемые «чернобыльские отходы», образовавшиеся в результате защитных мероприятий по ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

Для обеспечения безопасности при обращении с РАО в республике создана и развивается соответствующая инфраструктура. Ее юридическую основу составляют нормативные правовые акты разного уровня. Прежде всего это законы Республики Беларусь:

- от 18 июня 2019 года № 198-3 «О радиационной безопасности» (его главная цель – предотвратить и минимизировать негативное воздействие

ионизирующего излучения на население и окружающую среду);

- от 10 октября 2022 г. № 208-3 «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии» (регулирует вопросы, связанные с безопасностью объектов использования атомной энергии);
- от 26 мая 2012 г. № 385-3 «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» (регулирует обращение с РАО чернобыльского происхождения).

Наряду с законами действуют подзаконные НПА, содержащие общие положения по обращению с РАО, особые требования к РАО АЭС, обеспечению безопасности при захоронении РАО, общие критерии их приемлемости для захоронения.

В 2023 году Совет Министров утвердил разработанную Госатомнадзором Стратегию обращения с радиоактивными отходами, которая определяет основные принципы и подходы государственного управления в сфере обращения с РАО. Ее ключевая цель – обеспечить безопасное, технически оптимальное и экономически эффективное обращение с этими отходами. Стратегия служит основой для принятия всех управленческих решений в данной области. В ней подробно описаны направления деятельности по обработке, хранению и утилизации РАО с учетом необходимых мер безопасности и минимизации влияния на окружающую среду.

Таким образом, государство обеспечивает системный и комплексный подход к проблеме обращения с РАО на территории страны. Сформированная система обеспечения безопасности постоянно совершенствуется с учетом рекомендаций МАГАТЭ и передового мирового опыта.

Обращение с РАО как элемент глобального режима ядерной безопасности

Ввиду усиления международных требований к ядерной и радиационной безопасности и охране окружающей среды мировое профессиональное сообщество выработало глобальный режим ядерной безопасности. Основу режима составляет инфраструктура

безопасности, создаваемая государствами на национальном уровне. Важным условием соблюдения режима является безопасное обращение с ОЯТ и РАО.

На международном уровне участниками глобального режима безопасности являются МАГАТЭ, международные объединения регулирующих органов и эксплуатирующих организаций, форумы сотрудничества и др.

На страновом уровне к активным участникам относятся:

- эксплуатирующие организации;
- регулирующие органы;
- организации технической поддержки;
- исследовательские институты;
- поставщики оборудования и услуг.

Глобальный режим ядерной безопасности основывается на четырех элементах:

- 1) международные договорные правовые документы, в частности конвенции и кодексы поведения;
- 2) всеобъемлющий комплекс стандартов безопасности, юридически закреплённый в странах и включающий рекомендации и требования к разработке новых норм и правил, переработке существующих документов, в том числе высокого уровня;
- 3) система международной оценки в области ядерной и радиационной безопасности (экспертные миссии МАГАТЭ, партнерские проверки);
- 4) инфраструктура обеспечения безопасности на национальном уровне и экспертиза (многосторонние профессиональные форумы, двустороннее взаимодействие).

Беларусь является активным участником глобального режима ядерной безопасности. Упомянутые четыре элемента в проекции на вопросы обращения с ОЯТ и РАО реализуются в республике следующим образом:

- 1) Беларусь присоединилась к Объединенной конвенции и выполняет страновые обязательства по безопасному обращению с ОЯТ и РАО;
- 2) в ходе реализации первой ядерной энергетической программы в стране сформирована отдельная отрасль права – законодательство о ядерной и радиационной безопасности, в рамках которого регламентируются в том числе вопросы обращения с ОЯТ и РАО;
- 3) вопросы обращения с РАО рассматриваются при проведении в Беларуси

международных оценочных миссий МАГАТЭ по комплексной оценке регулирующей инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности (IRRS 2016 года и пост-миссия 2021 года) и ядерной инфраструктуры (INIR 2020 года), а также партнерских проверок БАО АЭС;

4) Республика Беларусь входит в состав отраслевых комитетов МАГАТЭ, Форума сотрудничества регуляторов (RCF), Сети по ядерной безопасности Европы и Центральной Азии (EuCAS) и их рабочих групп, в рамках СНГ активно взаимодействует с Базовой организацией по обращению с радиоактивными отходами (АО «ТВЭЛ», Россия).

Деятельность регулирующего органа и система научно-технической поддержки

В Республике Беларусь регулирующим органом является Департамент по ядерной и радиационной безопасности МЧС (Госатомнадзор). Он ответственен в том числе за выполнение обязательств, вытекающих из правил и процедур Объединенной конвенции.

С привлечением заинтересованных Госатомнадзор обеспечивает подготовку белорусских национальных докладов, рассмотрение докладов других договаривающихся сторон, подготовку вопросов к ним и ответов на вопросы к национальному докладу, участие в обзорных совещаниях и координацию выполнения мероприятий по итогам этих совещаний.

В республике также сформирована система научно-технической поддержки регулирующего органа в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности с учетом международных требований и рекомендаций. В эту систему входят:

- организации научно-технической поддержки (18 организаций из системы НАН Беларуси, МЧС, Минздрава, Минобразования, Минприроды);
- национальные комиссии по безопасному использованию атомной энергии и по радиационной защите при Совете Министров (консультативные научно-экспертные органы);
- эксперты, получившие право на проведение экспертизы безопасности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего

излучения и включенные в соответствующий реестр.

Для повышения уровня безопасности организациями научно-технической поддержки выполняются научные и поисковые работы в рамках государственных и научно-технических программ соответствующего профиля. Координирует эту работу созданное в системе МЧС государственное научное техническое учреждение «Центр по ядерной и радиационной безопасности» (НТЦ ЯРБ).

Кроме этого, на базе Госатомнадзора сформирован научно-технический совет, в состав которого включены ведущие специалисты из системы научно-технической поддержки. Это 22 человека, среди которых 6 докторов наук (в том числе 2 академика), и 11 кандидатов наук. В настоящее время деятельность совета сосредоточена на двух направлениях – обеспечении ядерной и радиационной безопасности и преодолении последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Имеющийся научный потенциал широко используется при проведении оценки безопасности при обращении с РАО.

Выводы по Национальному докладу Беларуси

С момента присоединения Беларуси к Объединенной конвенции было подготовлено восемь белорусских национальных докладов. Все они вызвали повышенный интерес международной профессиональной общественности. Не стал исключением и Национальный доклад 2024 года. На этапе удаленного изучения к нему поступило 90 вопросов от других договаривающихся сторон. Они касались развития инфраструктуры обращения с РАО в целом, а также отдельных частей Объединенной конвенции – статьи 12 «Существующие установки и практическая деятельность в прошлом» и статьи 32 «Представление докладов (включая политику и практику обращения с отработавшим топливом (ОЯТ) и РАО)». На поступившие вопросы белорусской стороной были даны обстоятельные ответы.

В ходе презентации Национального доклада Беларуси на 8-м обзорном совещании договаривающихся сторон Объединенной конвенции была пред-

ставлена информация о реализации в стране политики и практики обращения с РАО и ОЯТ, принятых мерах и достигнутом прогрессе в выполнении предложений предыдущего совещания, а также о перспективных задачах и планах развития инфраструктуры обращения с РАО, включая выбор площадки для сооружения пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО).

В ходе обсуждения белорусского национального доклада, презентации и проекта итогового отчета с выводами по стране были затронуты вопросы, касающиеся концепции сооружения ПЗРО (с учетом имеющегося опыта), реализации Стратегии обращения с РАО, безопасности объектов ядерного наследия, лицензирования и выдачи разрешений специалистам в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

По итогам обсуждения в отчет по Беларуси включен 1 вызов, 4 предложения и 6 направлений успешной работы. Участниками страновой группы дана позитивная оценка предпринимаемым в нашей стране мерам по обеспечению безопасности обращения с ОЯТ и РАО, определены задачи на очередной трехлетний цикл работы Объединенной конвенции.

Так, страновая группа определила, что для Беларуси вызовом на предстоящий трехлетний цикл является реализация Плана основных организационных мероприятий по сооружению ПЗРО, которая включает подготовку и проведение общественных обсуждений, оценку воздействия планируемой эксплуатации ПЗРО на окружающую среду, лицензирование деятельности, связанной с его размещением и сооружением.

В числе предложений, вошедших в итоговый отчет:

- разработка методики, определяющей технические аспекты возврата переработанных РАО в Республику Беларусь;
- заключение долгосрочного рамочного контракта на переработку ОЯТ в стране-поставщике ядерных технологий (Россия);
- выполнение мероприятий по повышению безопасности объектов ядерного наследия.

При рассмотрении направлений успешной работы и хороших практик интерес страновой группы вызвали

подходы к развитию научно-технической поддержки регулирующего органа, лицензированию деятельности по обращению с РАО и организации взаимодействия с общественностью.

Так как в небольших странах вопросы экспертной поддержки имеют приоритетное значение, коллеги из Японии предложили отметить в качестве хорошей практики формирование в Беларуси пула экспертов, которые активно взаимодействуют с регулирующим органом, оказывая ему техническую поддержку в части надзора за безопасностью объектов обращения с РАО. Позитивно было оценено также привлечение Госатомнадзором организаций, обладающих опытом преодоления последствий чернобыльской катастрофы, к оказанию поддержки тем, кто реализует проекты по обращению с РАО на объектах ядерного наследия.

По предложению французских коллег страновая группа признала направлением успешной работы установление процедуры проведения консультаций с общественностью через интернет-ресурс Госатомнадзора в отношении обеспечения безопасности на объ-

ектах обращения с РАО и ОЯТ. Эта процедура способствует повышению открытости, прозрачности и гласности в области ядерной и радиационной безопасности.

Среди направлений успешной работы также отмечены:

- поэтапный подход к лицензированию организаций, участвующих в строительстве ПЗРО, с выделением отдельных стадий их готовности;
- поэтапная модернизация специализированного предприятия по обращению с РАО (УП «Экорес»), направленная на повышение безопасности его деятельности.

Страновая группа отметила успешные действия Беларуси в ответ на все вызовы и предложения, содержащиеся в отчете предыдущего обзорного совещания, которое состоялось в 2022 году.

По итогам совещания 2025 года Госатомнадзором с участием заинтересованных уже ведется аналогичная работа, результаты которой будут представлены на следующем совещании. Оно должно пройти в 2028 году, по завершении текущего трехлетнего цикла.

Заключение

Международные конвенции опираются на основополагающие принципы безопасности МАГАТЭ и являются базовым инструментом, формирующим представление международного профессионального сообщества о достаточности и эффективности мер по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, принимаемых каждой конкретной страной.

Выводы 8-го обзорного совещания договаривающихся сторон Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами свидетельствуют о том, что в Беларуси успешно развивается соответствующая инфраструктура и что республика привержена постоянному повышению уровня ядерной и радиационной безопасности в рамках выполнения конвенциональных обязательств.

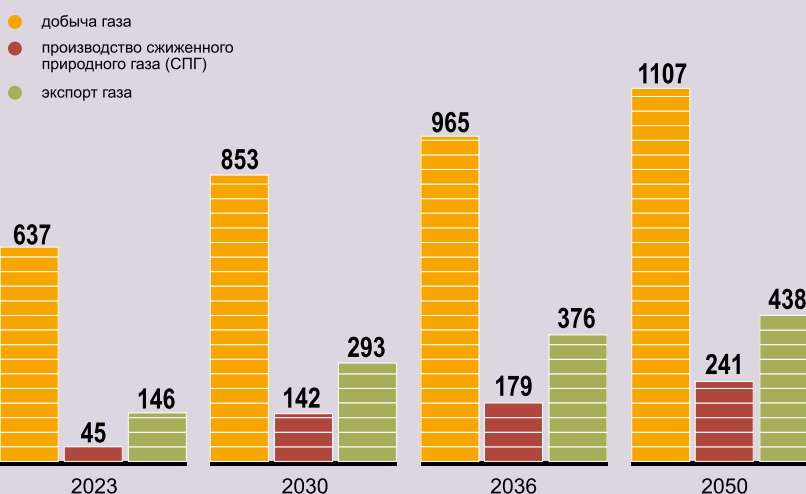
К сведению

Производственные показатели газовой отрасли России до 2050 года (целевой сценарий), млрд м³

С учетом растущего спроса на энергию ископаемые виды топлива будут составлять основу мировой энергетики как минимум до 2050 года, а физические объемы их потребления будут сохраняться на текущем уровне или расти.

Использование газа – наиболее экономически и технологически оправданный вариант декарбонизации. Конкуренция на мировом газовом рынке будет только возрастать.

Значительную роль в мировой торговле газом будет играть СПГ – за счет гибкой логистики. В 2050 году общая мощность заявленных к строительству заводов по производству СПГ может приблизиться к 1 млрд т, то есть увеличиться более чем вдвое.



Источник: Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2050 года

А.А. ЕРИН,
заместитель генерального
директора по качеству
РУП «Белорусская атомная
электростанция»



С.А. КЕВЛЯ,
начальник отдела
управления качеством
РУП «Белорусская атомная
электростанция»



А.В. КИЛЬКОВСКАЯ,
ведущий инженер
по качеству отдела
управления качеством
РУП «Белорусская атомная
электростанция»



СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

В число целей, стоящих перед государственным предприятием «Белорусская АЭС», входят вопросы общей и физической безопасности станции, обеспечения здоровья персонала, влияния АЭС на окружающую среду, технологической надежности, экономической эффективности, социальной ответственности и ряд других. Единой основой для всех процессов и мероприятий, направленных на реализацию этих целей, должна служить интегрированная система управления, сертифицированная на соответствие требованиям международных стандартов.

Технологический прогресс радикально изменил взаимоотношения между системами и людьми и, следовательно, управление каждой организацией. Ежедневная практика и результаты производственной деятельности, процессы управления и организационная культура предприятия сегодня глубоко взаимосвязаны. И чтобы приспособиться к изменяющейся реальности, система управления должна быть готова к соответствующему развитию.

Для формирования эффективной интегрированной системы управления (ИСУ) все составляющие организации – ее структура, ресурсы и процессы – должны быть объединены. При этом люди, оборудование и корпоративная культура становятся такой же частью этой системы, как задокументированная политика и бизнес-процессы.

Надежная и эффективная ИСУ должна обеспечивать высокий уровень характеристик безопасности АЭС, поддержание и совершенствование культуры безопасности и, соответственно, разрабатываться с учетом этих целей. Внедрять ее следует таким образом, чтобы она была доведена до сведения и понята всеми, кто будет ею руководствоваться.

Современная ИСУ должна отвечать требованиям как минимум двух международных стандартов. Как правило, ИСУ предприятия объединяет системы:

- менеджмента качества по СТБ ISO 9001;
- экологического менеджмента по СТБ ISO 14001;
- менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности по СТБ ISO 45001;
- энергетического менеджмента по ГОСТ ISO 50001 (в некоторых случаях).

На государственном предприятии «Белорусская АЭС» была создана, внедрена и в 2016 году успешно сертифицирована система менеджмента качества в части выполнения функций заказчика, застройщика, оказания инженерных услуг при осуществлении деятельности в области строительства объектов 1–4 классов сложности (СМК) на соответствие требованиям СТБ ISO 9001-2015.

Одновременно с созданием и внедрением СМК разрабатывались и внедрялись системы менеджмента окружающей среды (СМОС) и управления охраной труда (ОН&S). При этом каждая из трех систем формировалась обособленно.

Однако вскоре перед Белорусской АЭС, как уникальным для республики высокотехнологичным объектом, встала сложная и амбициозная задача создания полноценной ИСУ, отвечающей требованиям международного и национального законодательства в области

ядерной и радиационной безопасности, в частности следующих документов:

- общие требования безопасности № GSR Part 2 «Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности» МАГАТЭ (2017);

- нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Общие требования к системам управления эксплуатирующих организаций в целях обеспечения ядерной и радиационной безопасности», утвержденные постановлением МЧС от 18.10.2021 № 73.

Так, в последнем документе сказано: *«В целях реализации приоритета ядерной и радиационной безопасности в эксплуатирующей организации должна быть внедрена административная система, интегрирующая в себе все элементы управления таким образом, что процессы и действия, обеспечивающие выполнение требований по безопасности, устанавливаются и осуществляются с учетом других требований, включая экономические требования, требования к руководителям, персоналу, охране труда, охране окружающей среды, учету и контролю ядерных материалов, физической защите, качеству, так, чтобы эти требования и запросы не оказывали негативного влияния на безопасность».*

По международным меркам, интегрированная система менеджмента

и системный подход (учитывающий все аспекты взаимодействия между техническими, организационными и человеческими факторами) исключительно важны для определения и применения адекватных мер безопасности и формирования высокой культуры безопасности на предприятии.

Для руководства БелАЭС было очевидно, что ИСУ необходимо создавать на базе СМК. Дело в том, что руководящие документы МАГАТЭ и стандарты серии ISO 9000 (основной – ISO 9001) имеют ряд принципиальных сходств. Так, ключевыми компонентами эффективного управления организацией в них названы:

- лидерство;
- процессный и риск-ориентированный подходы;
- постоянное совершенствование деятельности, ее анализ и оценка;
- внутренние аудиты;
- внимание к документации и подготовке персонала;
- взаимодействие с заинтересованными сторонами.

При этом основным отличием требований МАГАТЭ является приоритет обеспечения безопасности (ядерной и радиационной) над всеми остальными видами деятельности для организаций, эксплуатирующих объекты использования атомной энергии.

Таким образом, ИСУ БелАЭС была сформирована с опорой на СМК в качестве базовой подсистемы и с учетом приоритета ядерной и радиационной безопасности над всеми иными целями организации – в соответствии со спецификой деятельности. При этом предстояла глобальная работа по объединению трех существующих систем менеджмента в условиях перехода от сооружения АЭС к ее эксплуатации.

В 2018 году на предприятии был подписан приказ, регулирующий этапы создания ИСУ, который устанавливал

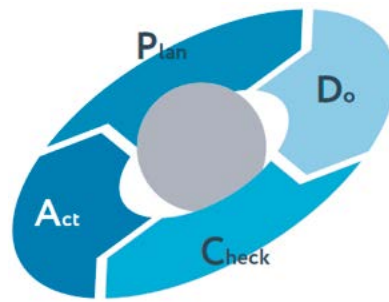


Рис. 1. Управленческий цикл Деминга

зоны ответственности и целевые контрольные точки (важные промежуточные этапы или события в рамках проекта, которые выделяются для мониторинга прогресса и достижения поставленных целей). В 2019–2021 годах специалисты БелАЭС проделали колоссальную работу по построению архитектуры ИСУ и установлению основополагающих требований, соблюдение которых свидетельствовало бы о ее успешном внедрении. Была создана процессная модель ИСУ, что удовлетворяло требованиям безопасности МАГАТЭ в части разработки процессов и видов деятельности и эффективного управления ими.

При построении концепции ИСУ применялись управленческий цикл Деминга, или PDCA (от англ. Plan-Do-Check-Act – «планирование – действие – проверка – корректировка»), и процессный подход (рис. 1, 2).

Поясним, что в рассматриваемом контексте процесс представляет собой устойчивую целенаправленную деятельность, которая по определенной технологии преобразует входные ресурсы в выходные результаты, представляющие ценность для потребителя. Каждый процесс делится на крупные блоки – подпроцессы, а те, в свою очередь, на процедуры, выполняемые при наступлении определенных событий и направленные на решение конкретной задачи в рамках процесса.

Процессный подход предполагает выделение процессов, реализуемых несколькими подразделениями. При этом в рамках процесса функции подразделений интегрируются, а их деятельность представляется как единое целое.

Сегодня на БелАЭС насчитывается 40 процессов. В соответствии с руководством по безопасности № GS-G-3.1 МАГАТЭ они разделены на три группы – основные, обеспечивающие и процессы управления. Основные процессы создают продукт, реализуемый внешнему потребителю (электрическая энергия), обеспечивающие – формируют и поддерживают инфраструктуру, предоставляют необходимые ресурсы и внутренние услуги для прочих процессов, а процессы управления обеспечивают общую координацию, принятие управленческих решений и контроль за их реализацией.

В рамках формирования ИСУ предприятие перешло от функционального управления (деятельность по функциям, вертикалям подчиненности) к матричному, в основе которого лежит процессный подход, наложенный на функциональную модель (организационно-функциональная структура). Это потребовало трансформации сознания, в первую очередь руководителей. Во многом помогли документы по процессному управлению, разработанные специалистами Белорусской АЭС: положение для владельца процесса, стандарты предприятия по мониторингу результативности процессов, управлению рисками и др. Общие процессные правила, такие как цикл Деминга, были максимально адаптированы к специфике деятельности, документации и действующим правилам предприятия.

Основным документом, который регламентирует протекание процесса ИСУ, является паспорт процесса, содержащий набор важных для его ре-



Рис. 2. Схема процесса

ализации характеристик (цели процесса и подпроцессов, их описание, необходимые ресурсы, входные и выходные данные, владелец, методолог, участники, смежные процессы, показатели, риски, схема процесса). Это новый для нас вид документа, и его разработка потребовала значительных усилий специалистов отдела управления качеством (методологов ИСУ) и других структурных подразделений БелАЭС. Работа над паспортами процессов ИСУ, совершенствованием их содержания продолжается и в настоящее время.

В 2021 году государственное предприятие «Белорусская АЭС» прошло сертификацию СМК, СМОС, ОН&S в части производства электрической энергии в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь. Таким образом, все системы менеджмента, внедренные на предприятии, охвачены внешним контролем специализированного органа (РУП «БелГИМ»). Это способствует совершенствованию деятельности и улучшению имиджа предприятия: сегодня вопросы сертификации систем менеджмента находятся в фокусе внимания общественности, и отзыв сертификата соответствия является репутационным риском.

В 2024 году вступил в силу государственный стандарт СТБ ISO 19443-2023 «Системы менеджмента качества. Специальные требования по применению ISO 9001:2015 организациями в цепи поставок атомной энергетики, поставляющими продукцию и услуги, важные для ядерной безопасности». В связи с этим руководство БелАЭС приняло решение об интеграции его требований в действующую ИСУ и последующей сертификации СМК предприятия на соответствие указанному стандарту.

Первый этап сертификации был пройден в мае 2025 года. В течение двух дней специалисты РУП «БелГИМ», РУП «БГЦА», ГПО «Белэнерго» и ООО «БелПроектКонсалтинг» (рис. 3) изучали текущее состояние СМК, документацию предприятия, проводили собеседования с работниками. Так Белорусская АЭС стала первопроходцем в области внедрения норм СТБ ISO 19443-2023 в республике. Сейчас перед предприятием стоит задача успешно пройти второй этап сертификации (планируется в июле



Рис. 3. Участники первого этапа сертификации СМК БелАЭС на соответствие СТБ ISO 19443-2023

текущего года) и получить сертификат соответствия СТБ.

Уверены, что, следуя нашему примеру, все отечественные поставщики продукции и услуг для Белорусской АЭС сертифицируют свои СМК на соответствие СТБ ISO 19443-2023.

Внедрение, развитие и совершенствование ИСУ предприятия – это системная работа, которая осуществляется на плановой основе. На БелАЭС ежегодно разрабатываются планы улучшений ИСУ. На их формирование оказывают влияние как внешние, так и внутренние факторы, наиболее существенные для деятельности предприятия, в том числе:

- подготовка к проведению экспертных миссий МАГАТЭ, партнерских проверок ВАО АЭС;
- оценка результативности функционирования ИСУ;
- изучение и использование международного опыта формирования ИСУ организаций, эксплуатирующих объекты использования атомной энергии.

Внешние условия, технические и организационные подходы и требования в сфере управления постоянно меняются. Отслеживать тенденции их развития способна только тонко настроенная система, всегда готовая к совершенствованию, а освоение любого новшества может быть эффективным лишь при полном понимании персоналом принципов функционирования системы, задач, на решение которых направлены изменения, и целей, достигаемых в результате их внедрения.

Анализируя ежегодные планы улучшений ИСУ, можно проследить путь



Рис. 4. Выступление генерального директора РУП «Белорусская атомная электростанция» С.О. Бобовича на координационном совете ИСУ

становления и развития системы, основные меры по ее совершенствованию в разные периоды. Для этого отделом управления качеством государственного предприятия «Белорусская АЭС» ведется работа по следующим направлениям:

- сбор данных для мониторинга показателей процессов;
- учет выполненных работ по улучшениям ИСУ;
- анализ предложений от структурных подразделений в части актуализации документации и практического совершенствования ИСУ.

Все эти вопросы рассматриваются на заседаниях координационного совета ИСУ под руководством генерального директора предприятия (рис. 4).

В ближайшей перспективе планируется внедрение новых процессов ИСУ для наиболее полного охвата деятельности предприятия, оптимизации взаимодействия между структурными подразделениями и оценки результативности функционирования ИСУ. Несомненно, все эти мероприятия позволят улучшить систему управления в целях обеспечения безопасности на всех этапах жизненного цикла Белорусской атомной электростанции.

А.В. ЧЕРНОВ,
начальник Кричевского МРО
филиала Госэнергонадзора
по Могилевской области



«ЕВРОРЕМОНТ» И ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

В условиях насыщенности жилых помещений мощными бытовыми приборами использование двухпроводной электрической сети с длительным сроком эксплуатации может приводить к угрозе поражения электротоком, создавая риски для здоровья и жизни людей. Особенно это актуально для домов, построенных до 2000 года. В статье рассмотрены технические решения, которые позволяют обеспечить электробезопасность при замене или монтаже новой электропроводки в условиях ремонта с применением современного оборудования и материалов.

«Евроремонт» – обывательский термин, который получил распространение на постсоветском пространстве в середине 90-х годов для обозначения ремонта в жилых или коммерческих помещениях с применением современных технических решений и материалов, преимущественно импортных. Отсюда и два других термина – «евророзетка» и «евровилка», под которыми подразумевается штепсельное соединение типа Schuko или типа F согласно классификации Международной электротехнической комиссии.

Schuko – это сокращение немецкого слова Schutzkontakt, которое дословно переводится как «защитный контакт». Вилка и розетка такого соединения снабжены контактами, к которым должен быть присоединен нулевой защитный проводник групповой электросети. Данное техническое решение предполагает устройство в здании однофазной трехпроводной сети (фазный проводник L, нулевой рабочий N, нулевой защитный PE) и применение системы заземления типа TN-S или TN-C-S.

С вводом в действие на территории Беларуси в 1999 году межгосударственного стандарта ГОСТ 30331.2-95 (МЭК 364-3-93) «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики» была создана правовая база для применения системы заземления TN-C-S при строительстве жилых и общественных зданий. Это позволило решить проблему обеспечения электробезопасности при эксплуатации электроприборов класса I по ГОСТ 12.2.007.0-75, а также сделало возможным применение быстродействующих устройств защитного отключения, реагирующих на дифференциальный ток.

В настоящее время в республике в многоквартирных и многоквартирных жилых домах, построенных до 2000 года, эксплуатируется физически и морально устаревшая двухпроводная электропроводка, не позволяющая в полной мере обеспечить безопасность использования современных бытовых электроприборов, которые должны использоваться в соответствии с требованиями заводов-изготовителей. Причем электроприборы класса I могут безопасно эксплуатироваться только в трехпроводной сети в сочетании с быстродействующими аппаратами защиты (в соответствии с пунктами 16.1.4 и 16.3.3 СН 4.04.01-2019 «Системы электрооборудования жилых и общественных

Справочно:

В 2024 году в Беларуси произошло 24 случая поражения электротоком в быту, из них 15 – со смертельным исходом. Кроме того, по данным МЧС, за прошедший год от пожаров, связанных с эксплуатацией и устройством электрических сетей и оборудования, погибли 62 человека. Анализ причин происшествий однозначно указывает на то, что большая их часть обусловлена эксплуатацией в жилом фонде морально и технически устаревших сетей и неприменением современных устройств защиты.

зданий»). Если такой прибор подключен к двухпроводной сети, при возникновении аварийного режима на его корпусе может появиться опасный потенциал, что создаст угрозу жизни и здоровью людей.

Поэтому если в вашем доме или квартире используется старая двухпроводная сеть, то при планировании ремонта рекомендуем в первую очередь задуматься о соблюдении требований электробезопасности. Для решения этой задачи необходимо осуществить замену двухпроводной сети на трехпроводную с применением соответствующих изделий и установкой современных аппаратов защиты в групповом электрощите.

Нужно отметить, что все работы по реконструкции электропроводки должны выполняться компетентными лицами или специализированными организациями в соответствии с разработанной проектной документацией после получения разрешительных документов от эксплуатирующей или энергоснабжающей организации. Проект реконструкции сети должен разрабатываться проектной организацией на основании технических условий и в соответствии с действующими нормативными документами в части устройства электроустановок. Он должен предусматривать использование современных мер защиты человека от поражения электротоком, в том числе применение быстродействующих аппаратов, таких как:

- устройство защитного отключения (УЗО);
- устройство защиты от импульсных напряжений (УЗИП);

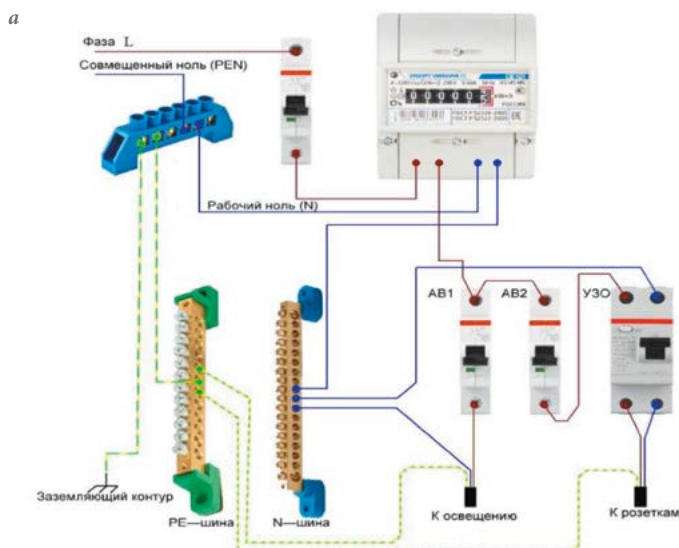


Рис. 1. Схема электроснабжения (а) и электрощит (б) дома с применением трехпроводной электропроводки и УЗО

- устройство защиты от дугового пробоя (УЗДП);
- реле контроля напряжения (рис. 1).

Замена двухпроводной электропроводки на трехпроводную в квартире многоквартирного жилого дома имеет свою специфику в части присоединения нулевого защитного проводника к этажному электрощиту.

Так, если в доме уже прошел капитальный ремонт, в ходе которого распределительная сеть заменена на пятипроводную (L1, L2, L3 – фазные проводники, N – нулевой рабочий, PE – нулевой защитный) и в этажных электрощитах проложен PE-проводник и установлена PE-шина, то проблем с подключением PE-проводников отходящих групп на квартиру не будет.

Сложности возникают в случае, если капремонт не проводился и в доме сохранилась четырехпроводная распределительная сеть. В такой ситуации PE-проводник отходящей группы присоединить к этажному электрощиту нет возможности, поскольку отсутствует PE-шина. Присоединение PE-проводника к нулевым рабочим в электрощите небезопасно, поскольку при обрыве нулевого провода во вводном устройстве или распределительном щите может возникнуть перекос фаз. В результате на нулевом проводе появится напряжение, близкое к фазному, и корпуса электроприборов класса I могут оказаться под опасным потенциалом. Поэтому до проведения работ по замене распределительной сети в доме на пятипроводную PE-проводники отходящих линий на квартиру присоединять к этажному электрощиту не следует.

Если полная замена проводки при ремонте в доме или квартире пока не входит в ваши планы, то рекомендуется заменить ее частично в тех помещениях, где сосредоточены энергоемкие электроприборы (как правило, это кухня и ванная комната).

В соответствии с пунктом 3.78 ТКП 339-2022 ванная комната относится к помещениям с повышенной опасностью с точки зрения поражения людей электрическим током. Особое внимание следует уделить электробезопасности в ванной или душевой, если там установлена стиральная машина. В соответствии с требованиями изготовителя ее следует подключать только к трехпроводной сети с обязательным применением УЗО или разделительного трансформатора, что предусмотрено пунктом 11.26 СН 4.04.01-2019 (рис. 2).



Рис. 2. Подключение стиральной машины с применением трехпроводной электропроводки и УЗО

Если же замена электропроводки в вашей квартире или доме откладывается до лучших времен, рекомендуем произвести замену в групповом электрощите устаревших аппаратов защиты на современные устройства:

- УЗО, совмещенное с автоматическим выключателем, – для защиты проводки в случае аварийного режима при протекании сверхтоков и токов утечки;
- УЗДП – для защиты при неудовлетворительном состоянии контактных соединений, которое сопровождается искрением;
- УЗИП и реле контроля напряжения – для защиты при грозовых и коммутационных перенапряжениях.

Сегодня владелец жилья должен самостоятельно принимать решение о необходимости замены двухпроводной сети на трехпроводную с применением соответствующих изделий и установкой в групповом электрощите современных аппаратов защиты. При этом каждый собственник должен четко осознавать, что в первую очередь он обязан обеспечить безопасность своих родных и близких. Решению именно этой задачи должен быть отдан наивысший приоритет.

К.Ф. ЛЫСЫЙ,
начальник сектора охраны труда
и пожарной безопасности филиала
Госэнергогазнадзора по г. Минску
и Минской области



ПРОФИЛАКТИКА ДЕТСКОГО ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА: ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ РАБОТЫ В ПРАКТИКЕ ГОСЭНЕРГОГАЗНАДЗОРА

Предупреждение электро- и теплотравматизма, несчастных случаев при использовании газа на производстве и в быту является важным направлением работы Госэнергогазнадзора. Эта деятельность осуществляется в рамках мероприятий как надзорного, так и профилактического характера. Особое внимание в структурных подразделениях учреждения уделяется совершенствованию форм профилактической работы с детьми. В статье представлен один из актуальных подходов в этой работе.

В 2023 году по инициативе Министерства энергетики была разработана и утверждена Концепция развития профилактической деятельности органа государственного энергетического и газового надзора. Концепция представляет собой систему принципов и приоритетов профилактической деятельности и устанавливает основные направления, подходы, формы и методы ее осуществления.

Предупреждению нарушений законодательства со стороны поднадзорных организаций и населения, а также повышению уровня компетентности работников способствует использование в профилактической работе творческого подхода, качественных информационных материалов и вовлекающего контента, который побуждает аудиторию к взаимодействию.

Важной частью профилактической деятельности специалистов учреждения является работа непосредственно с потребителями электрической и тепловой энергии, бытового газа. Традиционная форма такой работы – разъяснение требований к безопасности эксплуатации энергоустановок, газового оборудования, бытовых электроприборов, а также правил безопасного поведения при нахождении вблизи энергообъектов и при пользовании газом в быту.

Особое внимание уделяется разъяснительной работе с детьми, которая проводится в разнообразных формах. При этом делается акцент на эмоциональной, интерактивной составляющей мероприятий. Это помогает детям полностью погрузиться в предложенную ситуацию и осознать опасность, которую могут представлять электроустановки, бытовые электроприборы или газовая плита.

Для повышения эффективности профилактики детского травматизма специалисты ищут новые формы работы. Результатом такого поиска стало создание при поддержке Госэнергогазнадзора интерактивного спектакля-сказки профилактической на-



правленности «Приключения в стране электричества». Его премьера состоялась в ноябре 2024 года в Минском областном театре кукол «Батлейка».

Интерактивный спектакль – максимально доступная для детей форма усвоения важной информации. Это не пассивное восприятие, а активное переживание. Во время представления дети не просто узнают основные правила безопасного обращения с электрическими приборами – они сами

становятся участниками событий, проходят испытания вместе с героями пьесы, разбирают совершенные ими ошибки и помогают благополучно вернуться домой.

Главные цели и задачи спектакля – сформировать у детей представление о последствиях неосторожного обращения с электроприборами, расширить знания об электричестве и его использовании в быту, закрепить в памяти правила электробезопасности, а также способствовать развитию у маленьких зрителей любознательности и ответственности.

Работу над созданием спектакля для детей в возрасте от 6 лет персонал Молодечненского МРО филиала Госэнергогазнадзора по г. Минску и Минской области и коллектив Минского областного театра кукол «Батлейка» начали в январе 2024 года. В августе состоялись первые совместные репетиции, позволившие внести необходимые правки и улучшить сценарий.

20 ноября в г. Молодечно прошел предварительный показ спектакля. В качестве зрителей были приглашены воспитанники ГУО «Молодечненская санаторная школа-интернат». Перед началом представления их ждал сюрприз: работники Госэнергогазнадзора организовали интерактивную площадку, где детям не только увлекательно рассказали об электробезопасности, но и предложили



поучаствовать в играх и викторинах, а также порадовали подарками беспроигрышной лотереи.

Спектакль прошел в атмосфере радости и восторга, ребята с инте-

ресом следили за развитием сюжета. Присутствовавший на мероприятии генеральный директор Госэнергогазнадзора Александр Озерец отметил, что дети – самый искушенный зритель, которого невозможно обмануть или заставить что-либо смотреть, если ему неинтересно. Оценив вклад авторов спектакля в привлечение внимания к правилам электробезопасности,

глава Госэнергогазнадзора подчеркнул, что внедрение современных игровых, визуальных, виртуальных и компьютерных технологий, популяризация наглядной агитации, интерактивных мероприятий, разработка новых приемов профилактической работы становятся приоритетом для учреждения.

Минский областной театр кукол «Батлейка» планирует в 2025 году продолжить гастрели по городам Беларуси и собрать на показах спектакля более 10 тысяч юных зрителей. Можно не сомневаться, что эта работа пусть и не сразу, но принесет свой результат и станет значимым вкладом в снижение детского электротравматизма.



С.В. КОРОТКЕВИЧ,
к.т.н., инженер СПиЭПУ СЭС
филиала «Инженерный центр»
РУП «Гомельэнерго», Гомель, Беларусь,
s.korotkevich@gomelenergo.by



Н.В. ГРУНТОВИЧ,
д.т.н., профессор кафедры
«Теплоэнергетика и эффективное
использование ТЭР» ГИПК «ГАЗ-
ИНСТИТУТ», Гомель, Беларусь,
gruntovich@tut.by



МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОПОР КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ

Аннотация

В статье предложены инвариантные критерии оценки состояния сопряженных металлических поверхностей узлов трения при эксплуатации. В основу критериев положены принцип наименьшего действия и энергетической выгоды, а также теоретико-инвариантный метод расчета интенсивности поверхностного разрушения твердых тел при трении, используемый для оценки ресурса эксплуатации узлов трения. Представлены экспериментальные результаты применения методов ферромагнитного резонанса, электрофизического зондирования и вибродиагностики для оценки состояния сопряженных металлических поверхностей, мониторинга и контроля режима эксплуатации узлов трения.

Ключевые слова: плотность дислокаций, интенсивность разрушения, ферромагнитный резонанс, контактное сопротивление, вибродиагностика, инварианты, принцип наименьшего действия и энергетической выгоды, режимы эксплуатации, связь, мониторинг

Annotation

In the article invariant criteria of estimation of the condition of the conjugated metal surfaces of friction units at operation are proposed. The criteria are based on the principle of the least action and energy profitability as well as on the theoretical invariant method of calculation of intensity of surface destruction of solid bodies at friction, used for estimation of service life of friction units. Experimental results of application of ferromagnetic resonance, electrophysical sensing and vibrodiagnostics methods for estimating the condition of conjugated metal surfaces, monitoring and controlling the operation mode of friction units are presented.

Keywords: dislocation density, fracture intensity, ferromagnetic resonance, contact resistance, vibrodiagnostics, invariants, principle of least action and energy benefit, operation modes, communication, monitoring

Статья поступила в редакцию 31 марта 2025 года

Введение

Разработка критериев разрушения металлов является актуальной задачей, так как позволяет выявлять на ранней стадии и прогнозировать разрушение сопряженных поверхностей металлов при внешних воздействиях.

Явления магнитострикции и ферромагнитного резонанса (ФМР) позволяют количественно оценивать уширение линии ФМР и, соответственно, плотность дислокаций ферромагнетиков при внешних воздействиях (прокатка, трибо-нагружение) непосредственно в зоне контактного воздействия [1]. Однако метод ФМР является очень трудоемким, так как требует подготовки образцов ферромагнетиков, их прокатки или трибо-нагружения, помещения между катушками спектрометра ФМР и протяжки во внешнем магнитном поле с фиксированной частотой 9600 МГц.

Поэтому необходимо развивать альтернативные, более простые в реализации физические методы, позволяющие оценивать состояние поверхности не только ферромагнетиков, но и других цветных металлов непосредственно при их эксплуатации в динамическом режиме нагружения

в реальных узлах трения, например в опорах качения и скольжения. Такими методами являются электрофизическое зондирование (электрорезистивный метод) и вибродиагностика [2–4].

Обсуждение результатов

С использованием метода ФМР установлена асимметричная кинетическая зависимость между плотностью дислокаций и интенсивностью изнашивания, а именно: увеличение плотности дислокаций до некоторого критического значения обуславливает упрочнение поверхностного слоя и тем самым снижение интенсивности разрушения. Последнее справедливо для каждого из структурно-масштабных уровней деформации (нано-, микро-, мезо- и макроуровень) поверхностного слоя металла (никеля). Выполняется соотношение [5]

$$\rho \cdot l_v = \text{const}, \quad (1)$$

где ρ – плотность дислокаций;
 $I_v \geq 0$ – объемная интенсивность изнашивания;
 const – константа, зависящая от времени, что обусловлено в том числе процессом подмазывания через каждые 360 с зоны сопряжения трущейся пары «никель – молибден».

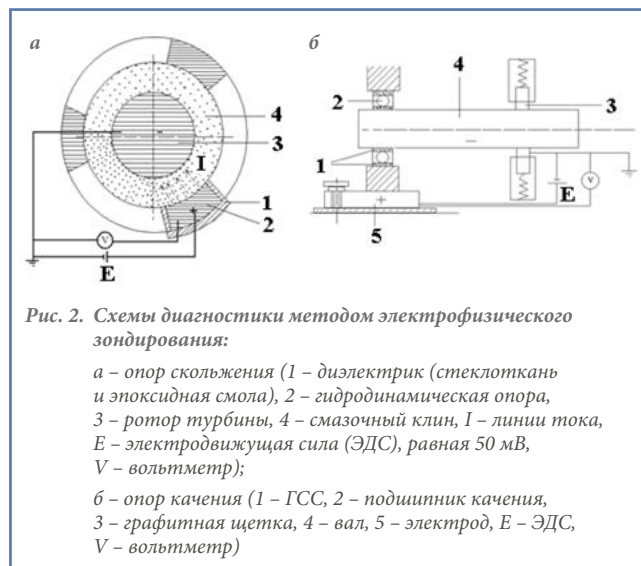
Данный критерий справедлив для каждого цикла изменения прочностных характеристик и интенсивности изнашивания. На рисунке 1, б представлена зависимость объемной интенсивности изнашивания I_v , $\text{м}^3/\text{м}$, от времени t . При этом I_v определялась из интенсивности изнашивания I , $\text{кг}/\text{м}$, согласно соотношению [5]

$$I_v = I \cdot 1 / \rho_{\text{Ni}}, \quad (2)$$

где ρ_{Ni} – плотность никеля;
 $1/\rho_{\text{Ni}}$ – коэффициент, равный $1,12 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$.

Очевидно, что экспериментально установленная зависимость интенсивности изнашивания, определяемая по изменению веса тела, от времени $I(t)$, приведенная в [5], идентична зависимости $I_v(t)$. Для большей наглядности на рисунке 1, б показана зависимость $I(t)$. Таким образом, зависимость $I_v(t)$, как и $I(t)$, асимметрична кинетической зависимости плотности дислокаций от времени.

Критерий описывает взаимосвязь прочностных характеристик и изнашивания, при котором увеличение плотности дислокаций и наклеп поверхности происходят до некоторой

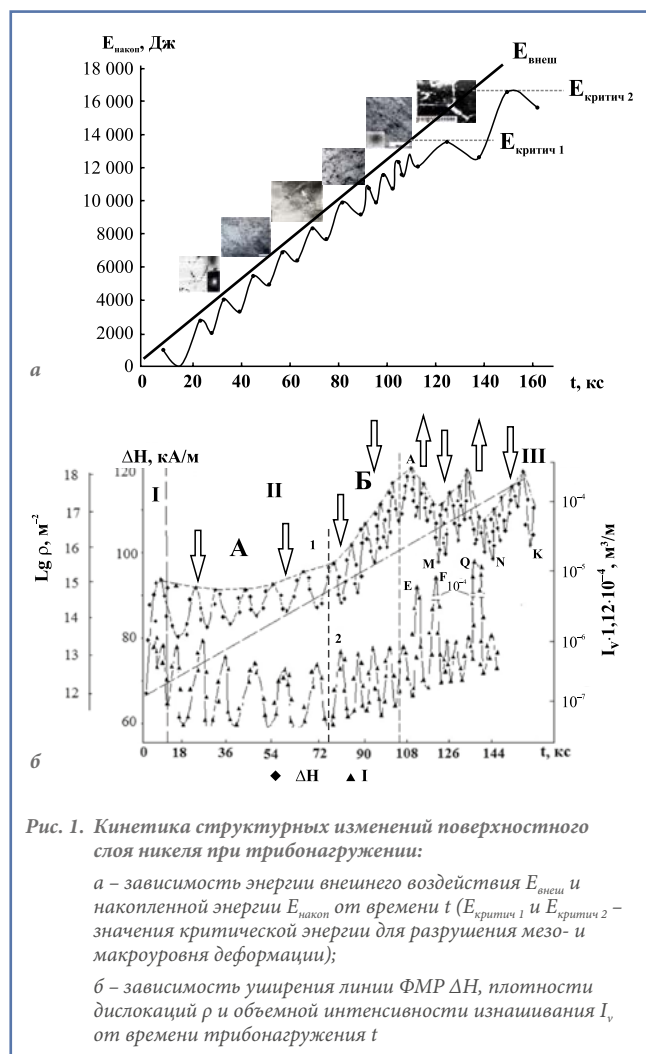


критической величины, после чего начинается разрушение. Затем процесс упрочнения повторяется с нижележащим подповерхностным слоем. Таким образом, наблюдается локализованный во времени цикл упрочнения и разрушения поверхностного слоя металла. Имеет место прямое экспериментальное подтверждение лепестковой модели разрушения металлов при трибонагрузке с точки зрения дислокационных представлений [6].

С физической точки зрения трибонагружение представляет собой знакопеременное, малоамплитудное и многоцикловое нагружение. Это характерно также для сжатия-растяжения, воздействия ветровой нагрузки или температурных полей на прочностные характеристики металлов. Естественно предположить, что значение константы в выражении (1) будет определяться конкретным видом и условиями внешнего воздействия.

Физика и механизмы разрушения металлов описаны в работах [7, 8]. По состоянию граничного слоя смазки (ГСС) и сопряженных поверхностей металлов (СПМ) разработаны феноменологические модели и электрические схемы для мониторинга и контроля состояния опор качения и скольжения непосредственно при эксплуатации в режиме динамической нагрузки. Данные модели защищены патентами [9–11]. Выявлены конкретные значения регистрируемого контактного сопротивления R_c , при достижении которых наступает задир и схватывание СПМ. Комплексный мониторинг опор качения и скольжения (рис. 2) предполагает регистрацию нагрузочно-скоростных параметров (P , V) и отклика на их изменение по состоянию ГСС. Нанометровую толщину ГСС оценивают по значениям R_c . Это позволяет не только прогнозировать наступление критических режимов разрушения, но и управлять ими путем изменения P, V -факторов или своевременной замены некачественного смазочного материала (масла).

Специалистами службы средств диспетчерского и технологического управления РУП «Гомельэнерго» разработано компактное устройство для измерения падения напряжения между СПМ (рационализаторское предложение № 438 от 19.05.2016). Выдача телеметрических параметров по технологической сети связи на пульт управления установками позволит оперативно-дежурному персоналу управлять режимами эксплуатации узлов трибо-



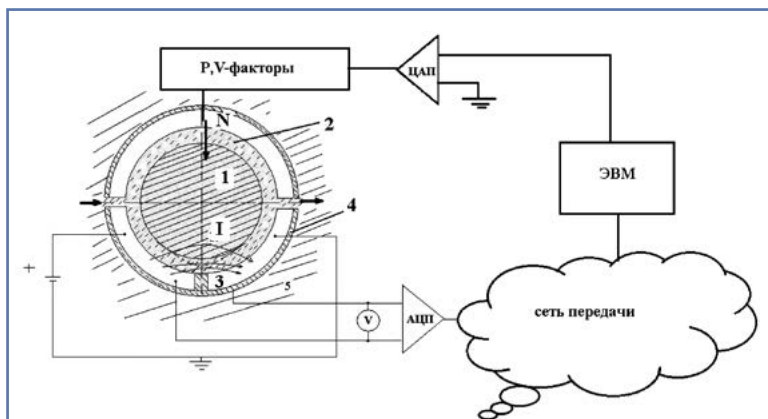


Рис. 3. Схема работы устройства для мониторинга режимов работы опор скольжения:

1 – вал; 2 – смазка; 3 – вкладыши; 4 – изоляция вкладыша; 5 – корпус опоры скольжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь

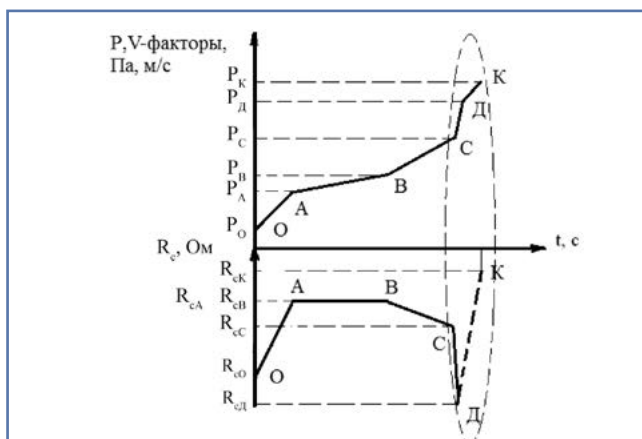


Рис. 4. Схема воздействия внешних нагрузочно-скоростных факторов на поверхность раздела сопряженных металлов:

верхний график – структурные состояния поверхности раздела, характеризующиеся точками О, А, В, С, Д, К; нижний график – соответствующие уровни R_c в зависимости от времени воздействия P, V-факторов

нагружения (рис. 3). Эффект – повышение надежности эксплуатации и снижение затрат на вынужденные простои и ремонтно-восстановительные работы. Незначительная величина напряжения (50 мВ) не вызывает электрического пробоя в контактной зоне и электрической эрозии.

С использованием метода электрофизического зондирования получена обобщенная схема воздействия внешних P, V-факторов на СПМ (рис. 4). Экспериментально установлено [12], что под действием некоторых P, V-факторов поверхность раздела будет принимать некоторые равновесные и устойчивые структурные состояния, характеризующиеся определенными точками (О, А, В, С, Д, К на рис. 4). Каждое структурное состояние поверхности раздела обуславливает определенную величину R_c , то есть каждой точке и отрезку будет соответствовать свой уровень его среднего значения (R_{cO} , R_{cOA} , R_{cAB} , R_{cBC} , R_{cCD} , R_{cDK}).

Пусть имеется некоторое минимальное воздействие P, V-факторов (например, при начальном состоянии поверхности раздела), которое характеризуется точкой О. Тогда с использованием параметров электрофизического

зондирования может быть разработан P, V-критерий оценки состояния поверхности раздела металлов, где значение R_c характеризует структурные изменения поверхности раздела твердых тел, в данном случае – опор качения.

Критерий, разработанный на основе анализа экспериментальных данных, описывает режимы отклика поверхности раздела (поверхность металла, смазочные слои, оксидные пленки, адсорбированная влага и т.д.) на изменение нагрузочно-скоростных режимов воздействия при трибонагружении [12]. Выделяются следующие режимы:

1. Самоорганизация поверхности раздела:

$$R_c/R_{ок} \gg 1$$

Имеет место увеличение плотности дислокаций и упрочнение поверхности. Для ГСС данный режим наступает в области фактического давления до ≈ 35 МПа и характеризуется изменением вида связи молекул ГСС с поверхностью – переходом

от физической адсорбции к более прочной хемосорбции. Изменение структуры ГСС сопровождается его утолщением и, как следствие, ростом уровня R_c . Формируется высокоразвитый рельеф поверхности металла, что приводит к уменьшению площади фактического контакта и увеличению R_c . Состояние поверхности раздела характеризуется отношением регистрируемого R_c к $R_{ок}$ – сопротивлению исходной металлической поверхности (без смазки в начальный момент времени трибонагружения) с учетом оксидной пленки. Это отношение намного больше единицы.

2. Динамическое равновесие поверхности раздела:

$$R_c/R_{ок} > 1$$

В процессе формирования и механического разрушения поверхности раздела с течением времени формируется характерный для динамического равновесия оптимальный рельеф (класс шероховатости) с гофрированием поверхности металла. В этом случае толщина ГСС за счет его изнашивания несколько уменьшается по сравнению с первым режимом, но полимолекулярная структура слоя сохраняется. Для данного режима отношение $R_c/R_{ок}$ больше единицы.

3. Начало разрушения поверхности раздела: $R_c/R_{ок} \approx 1$

Комплекс физико-химических процессов (механо- и термодеструкция, формирование критической структуры и др.) обуславливает снижение R_c ввиду начала разрушения поверхности металла и ГСС. Можно предположить, что мономолекулярная составляющая слоя $\approx 0,5$ нм (размер поперечного сечения молекул углеводородов) сохраняется. Ввиду того что величина $R_{ок}$ соизмерима с величиной туннельной проводимости для данной толщины слоя, отношение $R_c/R_{ок}$ принимает значение порядка единицы.

4. Разрушение поверхности раздела (или режим с обострением, характерный, например, для селективного механизма разрушения): $R_c/R_{ок} < 1$

При критическом уровне трибонагружения, предваряющем задир и схватывание СПМ, в зависимости от их прочностных свойств могут иметь место два варианта:

- интенсивное окисление поверхности, сопровождающееся увеличением R_c на два-три порядка;
- разрушение поверхностного слоя и обнажение ювелирной поверхности без предварительного окисления.

Для данного режима характерно снижение регистрируемого R_c до уровня сопротивления стягивания (R_s). Отношение R_c к $R_{ок}$ становится меньше единицы.

Таким образом, разработанный инвариантный критерий для оценки состояния СПМ при динамическом нагружении узлов трения имеет вид

$$R_c/R_{ок} \gg; >; \approx; <1, \quad (3)$$

где знак « $\gg$ » означает окончание одного и наступление другого режима состояния ГСС и СПМ.

Применимость инвариантного критерия нашла свое экспериментальное подтверждение при исследовании прочностных свойств отечественных и импортных пластичных смазочных материалов (ПСМ) и масел различного назначения [12]. Одним из них является ПСМ, разработанный на основе литиевых смазок «Литол-24» и «ЦИАТИМ-201» с добавкой 3 мас. % политрифторхлорэтилена и 1 мас. % дифениламина [13]. В результате лабораторных и эксплуатационных испытаний установлено, что добавка 3 мас. % ФТ-3М в базовые ПСМ приводит к формированию на кольцах подшипника хемосорбированного армирующего слоя с высокими прочностными и антифрикционными свойствами. Это дает комплексный эффект: снижает шум при работе двигателя, трение качения в подшипнике и, как следствие, энергопотребление двигателя (на 2 %). Использование разработанных ПСМ позволяет увеличить ресурс эксплуатации подшипников качения как минимум в два раза [14].

Исследование качества группы новых подшипников качения показало наличие таких дефектов, как разноразмерность тел качения (до 40 %), низкий класс обработки колец (микроволнистости и шероховатости). В свою очередь, при анализе состояния подшипников, бывших в эксплуатации, установлены следующие дефекты: разноразмерность тел качения (приобретенная), микрораковины и выбоины, наклеп и задиры, а также лепестковое разрушение металла на кольцах. Последнее, как и задиры, выявляется у подшипников, которые работали без смазки. Как правило, на ТЭС смазка меняется при замене подшипников, а на отдельных торфобрикетных заводах – ежеквартально во время работы электродвигателя. Это один из способов управления износом подшипников качения.

В лабораторных условиях на специальном диагностическом стенде низкий класс обработки колец частично устранялся специальной смазкой [15]. При ее использовании за счет формирования прочно связанного с поверхностью металлов ГСС происходит демпфирование и сглаживание шероховатости колец. Последнее способствует снижению изнашивания и увеличению срока эксплуатации подшипников [5, 14].

Вибрация, обусловленная разноразмерностью тел качения, вычисляется по формуле [16]

$$f_2 = \frac{f_p \cdot R_{вн}}{2(R_{вн} + r_{ш})} \cdot Z_{ш}, \quad (4)$$

где $R_{вн} = \frac{d+D}{4} - r_{ш}$ – радиус, по которому перекатываются

тела качения, мм (d и D – диаметры внутреннего и наружного колец подшипника соответственно, мм).

В условиях вибрации при проворачивании наружного кольца в большом количестве образуются микрораковины. Чем массивнее ротор и больше его обороты, тем интенсивнее идет этот процесс. Следовательно, для снижения интенсивности образования микрораковин необходимо устанавливать в рабочий механизм подшипники не на 3000, а на 750 об/мин.

Наклепы на кольцах образуются в двух случаях:

- во время транспортировки тяжелой машины при плохом закреплении ротора. В 2000-х годах предприятия Беларуси закупали за рубежом газопоршневые генераторные установки, в синхронных генераторах которых были установлены подшипники качения. Они и повреждались во время транспортировки;

- при размещении двух агрегатов на одном фундаменте. Если в работающем двигателе подшипник качения изношен и вибрация повышена, то во втором (неработающем) двигателе через некоторое время подшипник будет поврежден – появятся наклепы на кольцах.

Таким образом, определены граничные условия и разработан критерий для оценки состояния поверхности металлов при трибонагружении, устанавливающий взаимосвязь между нагрузочно-скоростными режимами трибонагружения и кинетикой структурообразования с характером ее отклика [5]. Режимы разработанного критерия очень хорошо согласуются с режимами изнашивания от времени, приведенными в работе [17].

Соотношения (1) и (3) полностью согласуются с теоретико-инвариантным методом, разработанным в [18]. Основные инварианты в виде обобщенных физических параметров Φ_i^j , отвечающих за определенный процесс (формирование напряженного состояния контакта, изменение относительной толщины ГСС, наступление усталостной прочности, изменение шероховатости профиля), описывают механизмы разрушения и связывают его интенсивность с механическими свойствами поверхности материалов [19]. Для моделирования и прогнозирования ресурса эксплуатации узлов трения используется соотношение

$$I_h = k \cdot \Phi_a^\alpha \cdot \Phi_b^\beta \cdot \Phi_y^\gamma \cdot \Phi_{ш}^d, \quad (5)$$

где множители характеризуют:

$\Phi_a^\alpha \approx f(p/HV)$ – площадь фактического контакта;

$\Phi_b^\beta \approx h/\zeta$ – относительную толщину смазочного слоя (h – толщина смазочного слоя, ζ – размер режущей абразивной частицы);

$\Phi_y^\gamma \approx \theta p/\sigma_0$ – усталостную прочность (θ – коэффициент, зависящий от коэффициента трения скольжения и напряженного состояния в контакте, p – нормальное напряжение сжатия, σ_0 – предел усталости материала при трении);

$\Phi_{ш}^d \approx \frac{R_{max}}{r_{ш} \cdot b_{ш}^{1/v_{ш}}}$ – шероховатость в контакте (R_{max} –

наибольшая высота неровностей, $r_{ш}$ – приведенный радиус неровностей, $b_{ш}$ и $v_{ш}$ – параметры опорной кривой).

Необходимо отметить, что обобщенные физические параметры изменяются в процессе фрикционного нагружения, то есть во времени. Тем не менее по сути они выполняют роль инвариантов (безразмерных физических величин, определяемых через отношение параметров).

Основное уравнение изнашивания имеет вид

$$I_h = \sqrt{\frac{h}{r}} \cdot \frac{p_a}{p_r} k_o^1 \frac{1}{n_k}, \quad (6)$$

где $k_o^1 = \frac{0,35}{v+1}$ – коэффициент приведения, характеризующий

распределение неровностей по высоте;

n_k – число циклов нагружения.

Таким образом, теоретико-инвариантный метод, выраженный соотношением (5), необходимо дополнить еще двумя обобщенными параметрами:

Φ_p^e – характеризует наступление селективного механизма разрушения, при котором плотность дислокаций достигает максимального значения (для никеля $\rho \approx 10^{18} \text{ м}^{-2}$), наиболее опасного с инженерной точки зрения из-за увеличения интенсивности изнашивания на два-три порядка [5]. Индекс p обозначает наступление разрушения СПМ. Математически Φ_p^e выражается соотношением (1);

Φ_n^f – характеризует состояние СПМ. Индекс n обозначает поверхность. Математически Φ_n^f выражается соотношением (3), умноженным на некоторый коэффициент, определяемый экспериментально [19].

Иными словами, справедливо выражение

$$I_h = k \cdot \Phi_a^a \cdot \Phi^b \cdot \Phi_y^c \cdot \Phi_{\omega}^d \cdot \Phi_p^e \cdot \Phi_n^f. \quad (7)$$

По мере развития теоретико-инвариантного метода в отношении (5) будут вводиться новые обобщенные параметры (множители).

Заключение

Представлены экспериментальные результаты использования методов ферромагнитного резонанса и электрофизического зондирования для определения новых инвариантных критериев оценки интенсивности изнашивания и состояния сопряженных поверхностей металлов для контроля режима эксплуатации опор качения и скольжения. Теоретико-инвариантный метод дополнен двумя обобщенными параметрами, описывающими разрушение сопряженных металлических поверхностей при контактом взаимодействии.

Существование инвариантов в области триботехники, материаловедения, физики конденсированного состояния и т.д. определяет использование принципа наименьшего действия и энергетической выгоды для описания процессов самоорганизации при формировании самосогласованных полей при взаимодействии сформировавшихся структурных элементов в физических, трибологических системах, например опор качения и скольжения в составе энергетического оборудования.

Инвариантные критерии могут лечь в основу развития фундаментальных подходов, позволяющих классифицировать и систематизировать получаемую в ходе мониторинга информацию для создания экспериментальной базы данных в области исследования поверхности раздела и прогнозирования ресурса эксплуатации узлов трения, в том числе в составе энергооборудования.

Последнее позволит управлять режимами работы опор качения и скольжения с использованием современных высокоскоростных систем технологической связи (в том числе волоконно-оптических), цифровых технологий и искусственного интеллекта, за счет чего повысится надежность эксплуатации узлов трения и снизятся затраты на их ремонт.

Список литературы

1. Физическая энциклопедия: в 10 т. / Под ред. А.М. Прохорова // М.: Большая рос. энцикл, 1998. – Т. 5. – 691 с.
2. Подмастерьев, К.В. Электропараметрические методы комплексного диагностирования опор качения / К.В. Подмастерьев. – М.: Машиностроение, 2001. – 376 с.
3. Хольм, Р. Электрические контакты / Р. Хольм. – М.: Инстр. лит., 1961. – 464 с.
4. Грунтович, Н.В. Несовершенство методики вибродиагностирования подшипников качения / Н.В. Грунтович, С.В. Короткевич, И.В. Петров // Энергетическая стратегия. – 2024. – № 3 (99). – С. 21–26.
5. Короткевич, С.В. Структурно-масштабные уровни деформации и свойства границ раздела в металлах: автореф. дис. ... д-ра физ.-матем. наук: 01.04.07 / С.В. Короткевич. – Минск: БГУ, 2021. – 54 с.
6. Suh, N.P. An Overview of the Delamination Theory of Wear / N.P. Suh // Wear. – 1977. – Vol. 44, № 1. – P. 1–16.
7. Владимиров, В.И. Физическая природа разрушения металлов / В.И. Владимиров. – М.: Металлургия, 1984. – 280 с.
8. Хоникомб, Р. Пластическая деформация металлов / Р. Хоникомб. – М.: Мир, 1972. – 408 с.
9. Способ диагностики подшипников качения: пат. 20175 Респ. Беларусь: МПК G 01 M 13/04 / С.В. Короткевич [и др.]. – Оpubл. 30.06.2016 // Официальн. бюл. / Нац. Центр интеллектуал. собственности. – 2016. – № 3. – С. 94.
10. Способ оценки состояния смазывания опоры скольжения при граничном трении: пат. 22227 Респ. Беларусь: МПК G 01 N 3/56 / С.В. Короткевич [и др.]. – Оpubл.: 30.10.2018 // Официальн. бюл. / Нац. Центр интеллектуал. собственности. – 2018. – № 5. – С. 92.
11. Способ определения толщины граничного смазочного слоя нанометрового диапазона в подшипнике качения: пат. 24132 Респ. Беларусь: МПК G 01 M 13/04 / И.Н. Ковалева [и др.]. – Оpubл. 30.12.2023 // Официальн. бюл. / Нац. Центр интеллектуал. собственности. – 2023. – № 6. – С. 56.
12. Короткевич, С.В. Диагностика опор качения и скольжения по состоянию поверхности раздела сопряженных тел физическими методами / С.В. Короткевич, В.Г. Пинчук, В.В. Кравченко // Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016. – 267 с.
13. Пластичная смазка для опоры качения: пат. 22135 Респ. Беларусь: МПК C 10M 147/00 / В.Г. Пинчук [и др.]. – Оpubл. 30.08.2018 // Официальн. бюл. / Нац. Центр интеллектуал. собственности. – 2018. – № 4. – С. 89.
14. Технические аспекты повышения надежности эксплуатации и энергосбережения опор качения энергетического оборудования / В.Г. Пинчук [и др.] // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2015. – № 7. – С. 24–30.
15. Способы уменьшения микроволнистости колец подшипников качения: пат. на изобретение RU 2719715 C1 / Н.В. Грунтович [и др.]. – Оpubл. 22.04.2020. Заявка № 2019119124 от 18.06.2019.
16. Vibration Diagnostic of Electric Motor Roller Bearings / N.V. Hruntovich [et al.] // SES-2019: E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 124. – P. 02008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912402008>
17. Гаркунов, Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1999. – 250 с.
18. Дроздов, Ю.Н. Прикладная трибология (трение, износ, смазка) / Ю.Н. Дроздов, Е.Г. Юдин, А.И. Белов // М.: Эко-Пресс, 2010. – 604 с.
19. Доценко, А.И. Основы триботехники: учебник / А.И. Доценко, И.А. Буяновский // М.: ИНФРА-М, 2014. – 336 с.

УДК 621.039.7

Н.В. ГОРБАЧЕВА,
к.т.н., ведущий научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, lab03natallia@sosny.bas-net.by

С.Н. ЯЦКО,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, snyacko@sosny.bas-net.by

Н.Д. КУЗЬМИНА,
начальник отдела
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
ndkuzmina@sosny.bas-net.by

Ю.А. КОРЧЁВА,
научный сотрудник ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
julia.korchova@sosny.bas-net.by

Н.В. КУЛИЧ,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, 2993826@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1200 В КОНТЕКСТЕ ОЦЕНКИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация

Выполнен сравнительный анализ потенциальной радиологической опасности радионуклидов основных фракций, образующихся при переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) реакторов ВВЭР-1200. С использованием дозового критерия определен радионуклидный состав и выполнено ранжирование по потенциальной радиологической опасности фракций высокоактивных отходов (ВАО) переработки ОЯТ. Установлен основной состав короткоживущей цезиево-стронциевой фракции, а также возможное остаточное содержание в ней примесных долгоживущих трансурановых и альфа-излучающих радионуклидов. По результатам анализа определены условия безопасного захоронения отходов переработки ОЯТ в виде короткоживущей фракции ВАО в пунктах приповерхностного захоронения (на глубине до 100 м).

Ключевые слова: атомная электростанция, отработавшее ядерное топливо, радиоактивные отходы от переработки отработавшего ядерного топлива, короткоживущая фракция, захоронение радиоактивных отходов

Annotation

A comparative analysis of the potential radiological hazard of radionuclides of the main fractions of the spent nuclear fuel (SNF) of WWER-1200 after its reprocessing is represented. Using the dose criterion, the radionuclide composition of the high level waste (HLW) fractions of SNF reprocessing was determined and ranked according to their potential radiological hazard. The main composition of the short-lived cesium-strontium fraction from SNF reprocessing, as well as the possible residual content of impurities of long-lived transuranic and alpha-emitting radionuclides in it, have been determined. Based on the results of the analysis, technical conditions were defined that allow for the possibility of safe disposal of radioactive waste from SNF reprocessing products in the form of a short-lived fraction of HLW in near-surface radioactive waste disposal sites (at a depth of up to 100 meters).

Keywords: nuclear power plant, spent nuclear fuel, radioactive waste from spent nuclear fuel reprocessing, short-lived fraction, radioactive waste disposal

Статья поступила в редакцию 20 мая 2025 года

Введение

В настоящее время Стратегией обращения с радиоактивными отходами, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 февраля 2023 года № 128 [1], предусмотрено сооружение централизованного пункта захоронения модульного типа для всех видов имеющихся и образуемых в стране радиоактивных отходов (РАО) с возможностью его расширения, в том числе для размещения отходов переработки отработавшего ядерного топлива Белорусской АЭС (РАО ОЯТ БелАЭС).

Согласно Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 августа 2019 года № 558 [2], инновационная

форма остеклованных РАО ОЯТ БелАЭС, содержащая в основном изотопы цезия и стронция (короткоживущая фракция высокоактивных отходов) подлежит возврату в Республику Беларусь для долговременного хранения с последующим захоронением.

Короткоживущая фракция высокоактивных отходов (КФ ВАО) – фракция, выделенная из жидких РАО, образовавшихся в результате переработки отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) и содержащая изотопы цезия, стронция и их дочерние радионуклиды (допускается содержание примесей в объемах, не превышающих уровни, определенные на основании технических условий, согласованных сторонами).

В настоящее время в Российской Федерации в целях извлечения полезных компонентов ОЯТ для дальнейшего

использования активно развивается перспективная технология его переработки с фракционированием и выделением КФ ВАО [3–5].

Определяющие параметры для выбора стратегии обращения с РАО – радионуклидный состав и активность продуктов переработки ОЯТ. В свою очередь, принципиальной особенностью обоснования безопасности пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) является то, что для различных стадий его эксплуатации и разных сценариев радиационного воздействия РАО на персонал и население практический интерес представляют не все, а только некоторые, так называемые **радиологически значимые радионуклиды**.

Следует отметить, что понятие «радиологически значимые радионуклиды» не имеет строгого определения и в данной работе вводится для обозначения группы дозообразующих радионуклидов, суммарный вклад которых в мощность дозы облучения составляет более 99 % для рассматриваемого сценария обращения с РАО.

В 2021 году в России было утверждено руководство по безопасности при использовании атомной энергии [6], в котором содержатся рекомендации по формированию и обоснованию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых РАО объектов ядерного топливного цикла в целях обеспечения безопасности при их захоронении. В соответствии с пунктом 7 документа организациям, в результате деятельности которых образуются РАО, в целях подтверждения соответствия этих РАО критериям приемлемости для захоронения рекомендуется формировать вышеуказанный перечень. В него следует включать присутствующие в образующихся РАО радионуклиды, значимые для обеспечения безопасности при захоронении (дозообразующие, ядерно опасные делящиеся, определяющие тепловыделение, долгоживущие).

Цель настоящего исследования – определение перечня радиологически значимых радионуклидов ОЯТ БелАЭС и состава короткоживущей цезиево-стронциевой фракции РАО, образующихся при его переработке, в контексте обеспечения долговременной безопасности при захоронении РАО.

С использованием дозового критерия определен радионуклидный состав и выполнено ранжирование по потенциальной радиологической опасности фракций ВАО ОЯТ ВВЭР-1200. Определены основной состав короткоживущей цезиево-стронциевой фракции и остаточное содержание в ней примесных долгоживущих трансурановых и альфа-излучающих радионуклидов.

Формирование перечня радиологически значимых радионуклидов в ОЯТ ВВЭР-1200 и продуктах его переработки

Процессы, определяющие состав и уровень потенциальной опасности радионуклидов, содержащихся в ОЯТ и продуктах его переработки, следует рассматривать дифференцированно в зависимости от этапа обращения с ОЯТ [3].

Для определения основных радиологически значимых радионуклидов на разных этапах обращения выбрано несколько характерных временных интервалов:

- 10 лет (обращение на энергоблоках АЭС);
- 100 лет (загрузка в пункт глубинного захоронения радиоактивных отходов – ПЗРО);
- 1000 лет (сохранение изолирующих свойств упаковки РАО);

• свыше 10 тыс. лет (деградация матрицы, в которую заключены РАО, и инженерных барьеров ПЗРО).

Начальный этап обращения (до 10 лет). На этапе обращения с ОЯТ на энергоблоке АЭС при формировании перечня радиологически значимых радионуклидов рекомендуется учитывать:

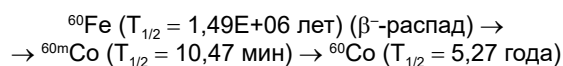
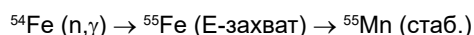
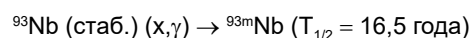
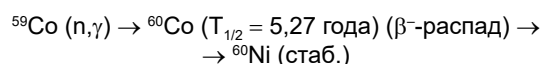
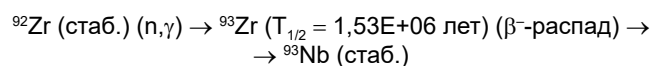
- радионуклидный состав исходных материалов, применяемых в технологических процессах в реакторе и приводящих к образованию ОЯТ (тип ядерного топлива и конструкционных материалов);
- радиоактивный распад радионуклидов;
- накопление радиоактивных продуктов распада.

Закономерности формирования радионуклидного состава ОЯТ ВВЭР-1200 и ВАО от его переработки представлены в работах [7, 8].

В состав конструкционных материалов (оболочек тепловыделяющих элементов – ТВЭЛ), активируемых при нейтронном облучении в реакторе, входят радионуклиды ^{59}Ni , ^{60}Fe , ^{60}Co , ^{93}Mo , значимые на долговременном этапе обращения с ВАО.

Следует отметить наличие в перечне радионуклида ^{60}Co ($T_{1/2} = 5,27$ года). На этапе эксплуатации оно обусловлено процессами активации материалов под действием нейтронного облучения. В дальнейшем, на промежуточном и долговременном интервалах, активность ^{60}Co определяется его материнским радионуклидом ^{60}Fe , находящимся в радиоактивном равновесии с продуктами распада $^{60\text{m}}\text{Co}$ и ^{60}Co .

Ниже приведены основные схемы активации и распадов, вызванных ядерными реакциями при облучении стабильных ядер материалов оболочек ТВЭЛ нейтронами (n), гамма-квантами (γ).



На начальном и промежуточном этапах вклад в активность вносят также продукт тройного деления ядер топлива – ^3H ($T_{1/2} = 12,33$ года) и ^{14}C ($T_{1/2} = 5,7$ тыс. лет), образующийся при активации легких ядер, присутствующих в топливе.

Промежуточный этап обращения (до 100 лет) включает перераспределение радионуклидов в ходе технологических процессов переработки ОЯТ, кондиционирования получаемых РАО, их транспортировки и размещения в ПЗРО. Формирование перечня радиологически значимых радионуклидов зависит в первую очередь от:

- исходных характеристик партий ОТВС, отправляемых на переработку;

- типа технологического процесса переработки;

- специфических характеристик технологии кондиционирования методом остекловывания БАО, в частности степени извлечения целевых изотопов U, Pu, Np и др. [3].

На стадии переработки ОЯТ выделяются газообразная фракция (радионуклиды ^3H , ^{14}C , ^{129}I) и цезиево-стронциевая фракция (щелочноземельные элементы).

Долговременный этап обращения (свыше 1000 лет). На этом интервале большая часть радионуклидов из числа образовавшихся в ядерном топливе распадается, а безопасное удержание радионуклидов в системе захоронения обеспечивается защитными барьерами ПГЗРО.

На **этапе свыше 10 тыс. лет** в случае деградации матрицы, в которую заключены РАО, и инженерных барьеров ПГЗРО основную роль для возможного выхода радионуклидов во вмещающую среду играют их миграционные параметры. В случае выхода в биосферу опасность радионуклидов будет определяться сценарием их поступления в организм человека и дозовыми коэффициентами радиологического воздействия. Для ограничения облучения населения вследствие возможного радиологического влияния объектов хранения/захоронения РАО установлен дозовый предел: годовая доза D_{lim} не должна превышать 0,3 мЗв [9].

Для формирования перечня радиологически значимых радионуклидов проводится процедура их отбора и ранжирования по убыванию потенциальной дозы облучения населения при поступлении радионуклидов в организм с питьевой водой. Потенциальная доза, Зв, вычисляется по формуле

$$D_i = V \sum \varepsilon_i \cdot C_i < D_{\text{lim}},$$

где V – среднегодовой объем потребляемой человеком питьевой воды, равный 730 л/год [5];

ε_i – дозовый коэффициент при пероральном поступлении радионуклида, Зв/Бк;

C_i – удельная активность i -го радионуклида в грунтовой воде, соответствующая пределу растворимости, Бк/л.

На основе процедуры составлен перечень основных радиологически значимых долгоживущих радионуклидов по номенклатуре продуктов деления и актинидов, содержащихся в ОЯТ ВВЭР-1200 и БАО от его переработки.

В таблице 1 приведены основные радиологически опасные радионуклиды на стадиях переработки ОЯТ, экстракции и остекловывания БАО, сгруппированные по отношению к дозовому пределу, составляющему $0,3 \text{ мЗв в год}$ [9]. Изотопы U, Pu, Np, выделенные в таблице цветом, относятся к целевым и составляют отдельную фракцию при переработке БАО [3].

Таблица 1. Перечень радионуклидов в составе продуктов переработки ОЯТ, упорядоченный по годовой дозе облучения для населения

Радионуклид	Период полураспада $T_{1/2}$, годы	Дозовый коэффициент (пероральн.) ε_i , Зв/Бк	Предел растворимости C_{sol} , моль/л	Годовая доза D_i , Зв
1	2	3	4	5
Дозовый критерий 0,3 мЗв/год превышен				
^{94}Nb	2,03E+04	1,70E–09	1,00E–05	8,08E+00
^{126}Sn	9,98E+04	4,70E–09	6,00E–08	2,72E–02
^{243}Am	7,38E+03	2,00E–07	6,00E–05	1,57E+04
^{245}Cm	8,49E+03	2,10E–07	6,00E–05	1,43E+04
^{233}U	1,59E+05	5,10E–08	7,00E–05	2,17E+02
^{234}U	2,46E+05	4,90E–08	7,00E–05	1,35E+02
^{240}Pu	6,56E+03	2,50E–07	3,00E–08	1,10E+01
^{239}Pu	2,41E+04	2,50E–07	3,00E–08	3,00E+00
^{236}U	2,34E+07	4,60E–08	7,00E–05	1,33E+00
^{242}Pu	3,74E+05	2,40E–07	3,00E–08	1,86E–01
^{235}U	7,03E+08	4,60E–08	7,00E–05	4,00E–02
^{236}Np	1,15E+05	1,70E–08	2,00E–10	2,14E–02
^{244}Pu	8,00E+07	2,40E–06	3,00E–08	8,70E–03
^{238}U	4,47E+09	4,50E–08	7,00E–05	6,81E–03
^{237}Np	2,14E+06	1,10E–07	2,00E–10	9,96E–05
Дозовый критерий 0,3 мЗв/год не превышен				
^{232}Th	1,41E+10	2,30E–07	1,00E–07	1,52E–05
^{99}Tc	2,11E+05	7,80E–10	1,00E–08	3,57E–04
^{107}Pd	6,50E+06	2,50E–11	4,00E–06	1,49E–04
$^{93}\text{Zr} + ^{93\text{m}}\text{Nb}$	1,53E+06	2,80E–10	5,00E–07	8,86E–04
^{98}Tc	4,20E+06	2,00E–09	1,00E–08	4,60E–05
^{59}Ni	7,60E+04	6,30E–11	–	–
^{60}Fe	2,60E+06	1,10E–07	–	–
^{60}Co	5,20E+00	3,40E–09	–	–
^{93}Mo	4,00E+00	3,10E–09	–	–

Сравнительный анализ потенциальной радиологической опасности радионуклидов в составе БАО ОЯТ ВВЭР-1200 на основании дозового критерия показал, что основные радиологически значимые долгоживущие радионуклиды будут находиться в составе остеклованных БАО ОЯТ, а также в выделяемой целевой фракции изотопов урана и плутония.

Расчетные исследования радиационных характеристик РАО ОЯТ ВВЭР-1200

В работе [8] методом математического моделирования получены предварительные оценки суммарной активности ОЯТ или БАО от его переработки в зависимости от времени технологического хранения на этапах промежуточного (100 лет) или долговременного (10 тыс. лет) обращения.

Характеристики ядерного топливного цикла БелАЭС в части количества ОТВС, выгруженных за 60 лет эксплуатации двух энергоблоков (5294 шт.), и общей массы ОТВС (2492 т тяжелых металлов) приняты в соответствии с [2].

Средняя расчетная глубина выгорания топлива при установившемся режиме перегрузок равна 55,6 МВт·сут/кг U.

Таблица 2. Оценка суммарной и удельной активности КФ ВАО ОЯТ в боросиликатной матрице в зависимости от времени выдержки на этапе технологического хранения

Время выдержки ОЯТ/ВАО, лет	Суммарная активность КФ ВАО, Бк	Удельная активность КФ ВАО, заключенной в боросиликатную матрицу, Бк/кг
10	1,61E+19	1,71E+12
30	1,00E+19	1,05E+12
70	3,91E+18	4,1E+11
90	2,45E+18	2,58E+11
145	6,73E+17	7,1E+10
180	2,96E+17	3,1E+10
210	1,46E+17	1,53E+10
240	7,24E+16	0,76E+10
300	1,77E+16	1,86E+09

Примечание: основной состав КФ ВАО включает ^{137}Cs с дочерним $^{137\text{m}}\text{Ba}$, ^{90}Sr с дочерним ^{90}Y и ^{134}Cs .

Таблица 3. Перечень примесных долгоживущих радионуклидов, значимых для долговременной безопасности при обращении с ВАО ОЯТ ВВЭР-1200

Примесные радионуклиды		
трансурановые	альфа-излучатели	продукты деления и активации
Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242; Np-237; Cm-245, Cm-246; Am-241, Am-242m, Am-243	U-234, U-235, U-236, U-238	C-14, Ni-63, Zr-93, Nb-94, Tc-99, Sn-126, Sm-151

В качестве исходных данных использованы сведения руководства по безопасности [10] для топлива с начальным обогащением 4,81 % в диапазоне выгорания 2–68 МВт·сут/кг U.

В процессе переработки ОЯТ образуются ВАО I класса радиационной опасности по [11], содержащие широкий перечень продуктов деления и актинидов, а также радионуклиды, относящиеся к активируемым конструкционным материалам активной зоны и в соответствии с [12] подлежащие захоронению в ПЗРО после предварительной выдержки с целью снижения удельной активности и остаточного тепловыделения.

Для оценки возможных объемов короткоживущей фракции продуктов переработки ОЯТ (КФ ВАО) и сроков ее безопасного захоронения в приповерхностном хранилище использованы сведения о технологии переработки ОЯТ с изготовлением боросиликатной матрицы для включения КФ ВАО (основной состав – ^{137}Cs с дочерним $^{137\text{m}}\text{Ba}$, ^{90}Sr с дочерним ^{90}Y , а также ^{134}Cs).

Из условия, что на 1 кг ОЯТ приходится 1,0–1,4 л остеклованных РАО плотностью 2,7 кг/л [4], определяется их общий объем и масса. Консервативно оцененная масса остеклованных РАО ОЯТ БелАЭС равна 9,49E+06 кг.

В таблице 2 приведены значения суммарной и удельной активности для основного радионуклидного состава КФ ВАО ОЯТ в течение 300-летнего периода технологического хранения.

Предварительные результаты расчетов показывают, что за время технологического хранения до передачи на захоронение удельная активность КФ ВАО снижается вследствие радиоактивного распада и через 240 лет будет

составлять $0,76 \cdot 10^{10}$ Бк/кг, что ниже верхней границы критерия отнесения РАО к II классу радиационной опасности – 10^7 Бк/г [11]. Согласно требованиям [12] РАО II класса, содержащие радионуклиды с периодом полураспада не более 31 года, подлежат захоронению в пунктах приповерхностного захоронения (ППЗРО) на глубине до 100 м без предварительной выдержки в целях снижения тепловыделения.

В соответствии с требованиями пункта 57 [12] для захоронения в заглубленных приповерхностных сооружениях РАО, включенных в стеклоподобную матрицу и содержащих радионуклиды цезиево-стронциевой фракции, необходимо, чтобы в этих РАО полностью отсутствовали долгоживущие среднеактивные отходы (САО). При этом отмечено, что «предельные значения активности и удельные активности каждого значимого радионуклида для захоронения в ПЗРО определяются в проекте на основе оценки его безопасности» [12].

Необходимо учесть, что при переработке ОЯТ вследствие возможных технологических потерь вероятен переход в матрицу КФ ВАО в виде примеси значимых для безопасности долгоживущих радионуклидов и трансурановых элементов из числа приведенных в таблице 1 [7, 8].

Перечень примесных долгоживущих трансурановых и альфа-излучающих радионуклидов, остаточное содержание которых в силу их высокой радиологической опасности (радиотоксичности) может оказаться значимым для оценки долговременной безопасности при обращении с ВАО ОЯТ ВВЭР-1200, представлен в таблице 3.

Таким образом, ожидается, что в получаемой цезиево-стронциевой фракции даже при длительной выдержке будут присутствовать, пусть и в незначительных количествах, примесные долгоживущие радионуклиды. В результате все короткоживущие САО переходят в категорию долгоживущих, подлежащих глубинному захоронению.

Предварительно можно заключить, что предпосылки для безопасного захоронения приповерхностным способом возвращаемой в Республику Беларусь короткоживущей фракции переработки ОЯТ созданы. Однако реализация такого варианта требует совершенствования критериев выбора способа захоронения, а именно – более гибкого нормирования и исключения излишней консервативности при выборе типа ПЗРО с учетом различных аспектов обеспечения долговременной безопасности.

Заключение

1. С помощью разработанной процедуры ранжирования по потенциальной дозе облучения сформирован перечень радиологически значимых радионуклидов в составе ОЯТ ВВЭР-1200 и ВАО от их переработки.

2. Расчетным путем установлено, что в случае реализации перспективной технологии переработки ОЯТ ВВЭР-1200 с выделением из облученного топлива короткоживущей фракции в составе ^{137}Cs с дочерним $^{137\text{m}}\text{Ba}$, ^{90}Sr с дочерним ^{90}Y , ^{134}Cs (период полураспада ~2 года) при условии контролируемого хранения не менее 240 лет данный вид РАО будет соответствовать критерию отнесения к II классу радиационной опасности.

3. Установлен возможный состав примесных долгоживущих трансурановых и альфа-излучающих радионуклидов

в короткоживущей цезиево-стронциевой фракции, остаточное содержание которых в силу их высокой радиотоксичности является значимым для оценки долговременной безопасности при обращении с БАО ОЯТ ВВЭР-1200.

4. Возможность реализации варианта безопасного захоронения возвращаемой в Республику Беларусь короткоживущей фракции переработки ОЯТ приповерхностным

способом требует отдельного исследования, а также совершенствования требований к выбору способа захоронения с применением более гибкого нормирования и исключением излишней консервативности при выборе типа ПЗРО с учетом различных аспектов обеспечения долговременной безопасности.

Список литературы

1. О Стратегии обращения с радиоактивными отходами [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики 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: 20.05.2025.
2. Об утверждении Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 авг. 2019 № 558 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21900558>. – Дата доступа: 20.05.2025.
3. Методический подход к определению радиологически значимых радионуклидов для оценки долговременной безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов / А.А. Самойлов [и др.] // Вопросы радиационной безопасности. – 2017. – № 3 (87). – С. 21–31.
4. Объем радиоактивных отходов переработки облученного ядерного топлива ВВЭР-1000 и варианты его фракционирования / В.А. Кашеев [и др.] // Атомная энергия. – 2019. – Т. 127, № 2. – С. 82–87.
5. Сбалансированный топливный цикл как основа успешного развития атомной энергетики / Т.А. Александрова [и др.] // X Междунар. конф. «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века»: доклады, Минск, 28–31 мая 2024 г. / Гос. научн. учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси. – Минск, 2024. – С. 122–129.
6. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по формированию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла» (РБ-004-21) [Электронный ресурс]: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 июля 2021 № 251. – Режим доступа: <https://www.secns.ru/orders/ord-251-2021.pdf>. – Дата доступа: 20.05.2025.
7. Ранжирование долгоживущих радионуклидов ядерного топливного цикла Белорусской АЭС по вкладам в потенциальную биологическую опасность / Н.В. Горбачева [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2023. – № 1. – С. 72–81.
8. Прогнозные оценки радиационного и дозового эквивалентов отработавшего ядерного топлива Белорусской АЭС и высокоактивных радиоактивных отходов его переработки / Н.В. Горбачева [и др.] // IX Междунар. конф. «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века»: доклады, Минск, 8–11 ноября 2022 г. / Гос. научн. учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси. – Минск, 2022. – С. 49–54.
9. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия» [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 янв. 2021 № 37 (в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 29 нояб. 2022 № 829) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22200829>. – Дата доступа: 20.05.2025.
10. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Радиационные и теплофизические характеристики отработавшего ядерного топлива водо-водяных энергетических реакторов и реакторов большой мощности канальных» (РБ-093-20) [Электронный ресурс]: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 мар. 2021 № 106. – Режим доступа: <https://www.secns.ru/orders/ord-106-2020.pdf>. – Дата доступа: 20.05.2025.
11. Положение о порядке и критериях отнесения радиоактивных отходов к классам радиационной опасности [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 авг. 2020 № 497 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000497>. – Дата доступа: 20.05.2025.
12. Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения [Электронный ресурс]: утв. постановлением МЧС Республики Беларусь от 28.09.2010 № 47. – Режим доступа: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/a98/postanovlenie_mchs_47.pdf. – Дата доступа: 20.05.2025.

НОВОЕ ИЗДАНИЕ

ПРАВИЛА

по охране труда при выполнении работ на высоте

Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь
6 февраля 2025 г. № 11

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 energodoc.by



80-летию Великой Победы посвящается



26 ноября 1943 года в Москве 224 орудия салютовали 20 залпами еще одной победе Красной Армии – освобождению от немецких войск Гомеля, первого областного центра БССР. Это стало результатом Гомельско-Речицкой наступательной операции войск Белорусского фронта под командованием Константина Рокоссовского.

Более двух лет Гомельщина находилась в оккупации. В Гомельской и Полесской областях гитлеровцы уничтожили 4918 предприятий, в их числе – все электростанции. Они вывели из строя железнодорожные узлы, разрушили десятки городов, сожгли сотни сел, вывезли в Германию сырье, оборудование и людей. Ко времени освобождения здесь осталось около четверти прежнего городского населения.

Этот очерк посвящен судьбам ветеранов энергетической, газовой и торфяной отраслей Гомельской области, воевавших на полях сражений и в партизанских отрядах, самоотверженно помогавших фронту в тылу.

ИХ ВЫБРАЛО ВРЕМЯ

Фашисты бомбили Гомель уже на вторую ночь войны. С 23 июня промышленность города начали переводить на военные рельсы. Заводы «Гомсельмаш» и «Двигатель революции» («Стромавтолиния») стали выпускать минометы и снаряды, ремонтировать боевую технику. Даже кондитерская фабрика «Спартак»

перешла на производство зажигательной смеси для борьбы с вражескими танками. Но уже 4 июля Государственный комитет обороны издал указ об эвакуации промышленных предприятий прифронтовой полосы. 42 завода и более 80 тыс. гомельчан были перемещены на Урал, в Поволжье, Казахстан и Сибирь.



Имя, вписанное в историю энергетики

Когда началась война, большинство специалистов Гомельской центральной электростанции (ЦЭС) были призваны в Красную Армию, а те, кто остался, перешли на казарменное положение. Но очень скоро было получено распоряжение Наркомата электростанций СССР о демонтаже и вывозе оборудования и персонала ЦЭС в Томск. Эвакуация проводилась под непрерывными бомбежками. Снять успели все четыре турбогенератора, но вывезти удалось только три. 19 августа после массовой атаки гитлеровцы ворвались на окраины Гомеля.

АНИСИМОВ Николай Наумович (22.05.1910–18.05.1985)



В начале войны руководство работой Гомельской ЦЭС, а затем и демонтажом ее оборудования принял на себя Николай Анисимов.

В энергетику он пришел в 1935-м, после окончания Московского энергетического института. По разнарядке работал на Кизеловской ГРЭС (Урал). За два года прошел путь от инженера ПТО до начальника тепломонтажа, так что в Гомель приехал уже профессионалом.



Возглавил техотдел Минской ГЭС № 1, затем котельный цех Гомельской ЦЭС, а позднее был назначен главным инженером станции.

В 1941-м Николай Наумович эвакуировался вместе с коллективом ЦЭС. Три военных года он проработал на Томской ГЭС № 1. А в 1943-м правительство БССР отозвало Николая Анисимова в освобожденный Гомель.

В должности главного инженера он восстанавливал ту самую станцию, оборудование которой демонтировал в начале войны. В сарае среди руин нашелся нефтяной двигатель на 16 лошадиных сил с генератором. На первом этапе смогли обеспечить освещением только госучреждения и воинские части. Отдел сетей и подстанций при Гомельской ЦЭС занялся восстановлением электросетей города. Область была еще не полностью освобождена, а в домах гомельчан уже появились тепло и электричество.

Благодаря героическим усилиям энергетиков к 1951 году Гомельская ЦЭС достигла довоенной мощности – 10,5 МВт. И в этом был огромный вклад Николая Анисимова. В 1958-м его назначили директором ЦЭС (с 1961-го – Гомельская ТЭЦ-1), а в 1962-м – управляющим РЭУ «Гомельэнерго». Энергосистемой области он руководил до ноября 1974 года.

Николай Наумович отдал профессии без малого 40 лет. Под его руководством росла энергетика города и области, строились электросети и подстанции, вводились новые мощности. В память о выдающемся энергетике в год его столетия в Гомеле открыта мемориальная доска.

Пыль фронтовых дорог

На фронтах Великой Отечественной сражались свыше 1300 тысяч белорусов. У каждого из тех, кто прошел дорогами войны, своя история и воспоминания, но все они выполнили свой долг до конца, приближая общую победу.

АЛЕКСЕЕНКОВ Александр Федорович (6.12.1926–2.12.2018)



Александр было 16 с половиной лет, когда его призвали в армию. Весной 1944-го он за три месяца освоил противотанковую пушку – и оказался на фронте. За-

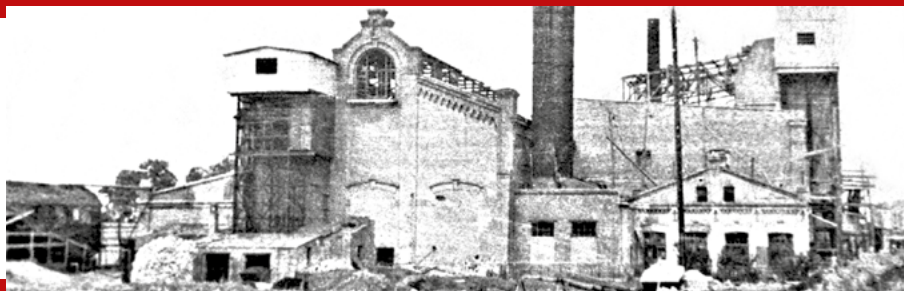
вершалась операция «Багратион», наши войска стремительно продвигались на запад. Александр Федорович вспоминал, что шагали по трое суток без сна. Приходилось держаться за повозку: «упадешь, очнешься и снова идешь». Боевое крещение Александр Алексеев принял на 1-м Украинском фронте в составе минометной батареи 1013-го стрелкового полка. В своем расчете он был наводчиком.



За мужество при отражении контратаки немцев под Краковом он был награжден орденом Славы III степени.

Младшему сержанту Алексеевскому не довелось дойти до Берлина. Со своим полком он прошел Польшу, Восточную Пруссию, Германию. Затем их направили в Чехию на подавление остатков немецких армий. Пражская операция завершилась только 11 мая 1945 года.

Александр Федорович демобилизовался в конце 1950-го, вернулся в родную деревню на Смоленщине. Тогда на границе с Беларусью нача-



лось сооружение Мстиславской ГЭС. Он участвовал в стройке, потом переехал в Гомель, где активно возводились ЛЭП. Рубил лес, ставил опоры, тянул провода. Вскоре, как опытный электролинейщик, возглавил бригаду. Работал электромонтером в Гомельских электросетях. На заслуженный отдых ушел в 67 лет.

Долгих 43 года он отдал отрасли и стал одним из первых, кому было присвоено звание «Заслуженный энергетик БССР», а позже – «Отличник энергетики СССР».

ПАЧКОВСКИЙ Михаил Антонович
(5.10.1924–13.01.1983)



С 1942 года Михаил Пачковский служил в 33-м стрелковом учебном полку под Архангельском. На передовую попал в ноябре 1944-го. Тогда все фронтовые дороги вели на запад.

Вначале он был минометчиком, потом – разведчиком в 674-м стрелковом полку 150-й стрелковой дивизии 3-й ударной армии. В составе 2-го Прибалтийского и 1-го Белорусского фронтов освобождал Латвию и Польшу, участвовал в боях под Берлином, в штурме Рейхстага и водружении на нем одного из знамен Победы. Самым известным из них стало то, которое подняли Кантария, Берест и Егоров, но всего таких знамен было девять – по количеству стрелковых дивизий, которые штурмовали Берлин.

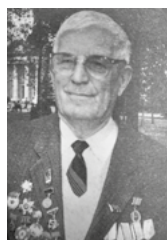
В 1947 году Михаил Антонович демобилизовался из армии, долгое время работал на шахте в Горловке под Донецком, а затем вернулся на родину в Речицу, где с 1977 года трудился на предприятии электросетей старшим инженером. И мало кто знал, что рядом с ними живет и работает один из знаменосцев Победы...

Война в тылу врага

В годы оккупации Гомеля более 50 тысяч его жителей были расстреляны, повешены и замучены в застенках гестапо, свыше 30 тысяч – угнаны в Германию. Еще более 100 тысяч погибли в лагере для военнопленных, тюрьмах и пяти лагерях смерти.

Как и по всей БССР, в Гомеле и Гомельской области сразу же развернулось сопротивление захватчикам. За два неполных месяца с начала оккупации возникло около 20 подпольных групп в разных районах и на предприятиях города. В июле 1941-го в области действовали 37 подпольных организаций и 70 партизанских отрядов.

ЦЫЦУРА Сергей Михайлович
(25.02.1923–11.05.2017)



К 1941 году Сергей успел окончить один курс физико-математического факультета Черниговского пединститута. В армию его не приняли, и вместе с братом Василием он присоединился

к гомельскому подполью. Подпольщики распространяли листовки, вели разведку, выводили из строя заводские цеха, переправляли к партизанам освобожденных узников концлагерей и военнопленных. В борьбе с оккупантами погиб каждый третий подпольщик. Не миновала эта судьба и брата Сергея – его схватили и расстреляли. Сам он остался жив и продолжил бороться с фашистами на фронте.

В 1943-м бойца пулеметной роты Московского военного округа Сергея Цыцуру отправили обучаться радиоделу. Полевая радиостанция потом дважды спасала его от гибели: первый раз в ней застряла снайперская пуля, во второй – осколок снаряда. И все же в 1944-м на Карельском перешейке он был тяжело ранен, контужен и потерял слух.

После медсанбата Сергей Михайлович прошел по военным дорогам Украины, Польши, Австрии и Чехии. В мирное время продолжил учебу. В 1961 году стал директором Гомельского управления по строительству радиорелейных линий, в 1965-м – директором Речицкого предприятия электросетей. Здесь Сергей Цыцура проработал 21 год. Предприятие 18 раз становилось победителем соревнований, награждалось переходящим Красным Знаменем, было занесено на Всесоюзную Доску почета ВДНХ.

Выйдя на персональную пенсию в 1986-м, Сергей Михайлович еще 15 лет проработал начальником Речицкого отделения энергонадзора. За вклад в развитие отрасли ему присвоены звания заслуженного энергетика БССР, почетного энергетика Республики Беларусь и почетного гражданина Речицы.

МАРУС Василий Николаевич
(6.02.1924–1.01.2002)



Василий Марус стал бойцом партизанского отряда имени Гастелло бригады № 225 в сентябре 1942 года. Бригада действовала на оккупированной территории Глусского,

Житковичского и Октябрьского районов Полесской области. Партизаны участвовали в диверсиях на железных дорогах и шоссе, в подрывах мостов на реках Птичь и Бобрик, разгроме нескольких вражеских гарнизонов.

Василий Николаевич принимал участие во многих боевых операциях, был ранен. В наградном листе на представление к медали «Партизан Отечественной войны» I степени отмечена проявленная им активность при работе в подрывной группе, спустившей под откос два эшелона противника. В результате были повреждены плат-



формы с танками и машинами, уничтожены 60 гитлеровцев.

После войны Василий Николаевич Марус был старшим машинистом на Мозырской ТЭЦ, слесарем в Мозырских электросетях. Стаж его работы в энергетике Гомельщины составил 48 лет.



Горький хлеб войны

Нельзя забывать о героизме тех, кто день и ночь трудился в тылу. Их труд, порой незаметный, стал одним из главных факторов, обеспечивших решающий перевес советского народа в войне.

Ушедших на фронт мужчин заменили женщины и дети. Они работали в полях, на заводах, на транспорте. Измученные, полуголодные люди сутками не отходили от станков. Они обеспечивали армию всем необходимым для поддержания боеспособности и приближения Победы.

ПОПОВ Петр Яковлевич (19.06.1930–10.08.2019)



Петр не был в оккупации, но в полной мере ощутил, как горек хлеб войны. Он родился в г. Петушки Московской (ныне Владимирской) области. Когда мальчику исполнилось два года, мать умерла. Отец сам поднимал сыновей-погодков, но в июне 1941 года был призван в армию. С фронта он не вернулся, пропал без вести – и 11-летний Петя взял ответственность за семью на себя. Он устроился работать в лесхоз, где за горбушку хлеба выполнял норму взрослого

по распилу древесины. В 1945-м за добросовестный труд в тылу Петра наградили медалью «За победу над фашистской Германией».

После войны он работал водителем в Гомельском леспромхозе. Отслужил в армии, женился, а в 1964-м устроился в Гомельский горгаз. Незадолго до выхода на пенсию перешел работать слесарем на газораздаточную станцию. За 26 лет работы на предприятии Петра Яковлевича Попова не раз награждали грамотами, а его фотография много лет висела на Доске почета.

КАШТАНОВА Мария Васильевна (р. 1.04.1931)



К началу сентября 1941 года немцы пришли в деревню Антоновка в Жлобинском районе, где жила Маша. Ей было всего десять. В сентябре 1943-го каратели сожгли 44 деревенских двора и убили 112 жителей.

После освобождения деревни в феврале 1944-го Мария работала в колхозе «Ленинец» (в 2005 году СПК «Ленинец» был присоединен к РПУП «Гомельоблгаз» и переименован в СПУ «Антоновка-Агро»). Дети трудились в тылу наравне со взрослыми. По 16 часов в сутки, без выходных и отпусков. Был повышен минимум трудодней, стали обязательными сверхурочные работы. Весь урожай отдавали фронту, в то время как сами не ели досыта.



В биографии Марии Каштановой – 40 лет рабочего стажа в сельском хозяйстве. Сегодня она живет в Антоновке, у нее двое детей. Ее вклад в Победу отмечен медалями «За трудовые заслуги», «За самоотверженный и доблестный труд и безупречную воинскую службу в тылу в годы Великой Отечественной войны», а 5 мая 2025 года Марии Васильевне вручили юбилейную медаль «80 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов».

Они не ждали наград

Путь к Победе был трудным и долгим. От жителей Гомельщины, вернувшихся с фронтов и из эвакуации, потребовались неимоверные усилия, чтобы регион вновь ожил. Неоценимый вклад в его возрождение и развитие внесли энергетики – участники и ветераны войны, труженики тыла.

Работа началась сразу же, как только линия фронта отодвинулась на запад. Прежде всего восстанавливали то, в чем нуждалась армия: железнодорожные пути и станции, линии связи, оборонные предприятия.

В 1946–1950 годах заработали электростанции в Речице и Мозыре, новые турбогенераторы на Гомельской ЦЭС. Вскоре ЦЭС, Василевичская ГРЭС, Мозырская ЭС, Бобруйская ТЭЦ были связаны линиями 110 и 220 кВ. После строительства ВЛ 220 кВ «Мирадино – Могилев» и «Березовская ГРЭС – Минск» Гомельская энергосистема вошла в параллельную работу с центром, северо-востоком и западом республики.

Жители Гомельщины, прошедшие через испытания войной, сохранили свое человеческое достоинство и веру в справедливость. Они не ждали наград, они просто знали: без их труда не было бы Победы.

*Подготовила Ольга Гончар
по материалам СМИ,
РУП «Гомельэнерго»
и РПУП «Гомельоблгаз»*

Т.В. ДРОБЫШЕВСКАЯ,
ведущий психолог филиала «Учебный
центр» РУП «Гомельэнерго»



В.В. КОВАЛЁВ,
заместитель главного инженера
по работе с персоналом
РУП «Гомельэнерго»



ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Культура безопасности – это прежде всего идеология, которую необходимо формировать внутри коллектива путем поддержания и развития у персонала индивидуальных и групповых ценностей, отношений, представлений, компетенций и особенностей поведения, влияющих на поддержание производственной безопасности в организации.

Развитие системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности – важный элемент профилактики несчастных случаев на производстве. Чем выше культура безопасности в трудовом коллективе, тем вероятнее достижение нулевого травматизма.

Необходимо подчеркнуть, что мероприятия по формированию культуры безопасности эффективно работают только в том случае, если в организации внедрена и в полной мере функционирует система управления охраной труда (СУОТ), соответствующая требованиям СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению».

Таким образом, в основе нулевого травматизма лежит культура безопасности, а СУОТ является базовым инструментом ее поддержания.

Правила и требования в области охраны труда прописаны в ТНПА, а вот их соблюдение зависит уже от пресловутого человеческого фактора. Рассмотрим, что включает в себя культура безопасности и какие меро-

приятия необходимы для ее формирования и развития.

По мнению экспертов Клинского института охраны и условий труда (Россия), культура безопасности включает:

- *отношение* работников к охране труда и к эксплуатации оборудования на производстве;
 - *поведение* работников в ходе производственного процесса;
 - *психологический климат* в коллективе («климат безопасности»), способствующий строгому соблюдению требований безопасности.
- Мероприятия по формированию культуры безопасности должны быть направлены на решение следующих задач:
- снижение количества происшествий в организации;
 - постоянное поддержание интереса персонала к вопросам безопасности и охраны труда;
 - убеждение работников в необходимости выработки и применения мероприятий по безопасности;
 - формирование сознательного отношения к безопасности;
 - внедрение современных средств охраны труда и обеспечения безопасности;
 - создание на каждом рабочем месте здоровых и безопасных условий труда.

Для популяризации культуры безопасности в филиалах РУП «Гомельэнерго» используются различные формы работы: проводятся конференции, семинары-практикумы, встречи с трудовыми коллективами, круглые

столы, лекции и другие мероприятия, в рамках которых обсуждаются наиболее актуальные темы в области охраны труда, демонстрируется передовой опыт, анализируются несчастные случаи на производстве, проводится обучение навыкам оказания первой помощи и др. Определенный вклад в формирование культуры безопасности вносят тренировочные мероприятия («Эвакуация при пожаре», «Использование СИЗ»), тематические экскурсии и выставки, беседы, консультации, анкетирование.

Эффективными формами пропаганды культуры безопасности является просмотр кино- и видеосюжетов, видеoinструкций с последующим обсуждением, пояснениями специалистов. Кроме того, практикуется рассмотрение и обсуждение информационных писем об авариях и несчастных случаях, информирование о новшествах в сфере охраны труда. В структурных подразделениях филиалов организуются кабинеты и уголки по охране труда, распространяются средства наглядной агитации – плакаты, листовки, буклеты, демонстрируются фотоснимки с мест происшествий. Создаются пособия карманного формата, электронные пособия, различные программные продукты и пр.

В РУП «Гомельэнерго» традиционно проводятся мероприятия, влияющие на поведение работников за счет психологической составляющей, в том числе:

- занятия по темам «Культура безопасности», «Лидерство в системе формирования культуры безопасности»,

Справочно:

Корпоративная культура безопасности – это система ценностей, убеждений, норм, правил, традиций, которые существуют в организации и определяют безопасное поведение каждого ее сотрудника.

«Воспитание культуры безопасности у молодежи» и др.;

- тренинги «Сплочение», «Стрессоустойчивость», «Адаптация молодых работников», «Совершенствование деловых и лидерских качеств» и др.;
- консультации для молодежи в рамках института наставничества;
- работа с нарушителями требований по охране труда.

В целях исследования уровня сформированности культуры безопасности на предприятии организуется анкетирование по темам «Оценка культуры безопасности», «Приверженность безопасности», проводятся опросы, позволяющие оценить мотивацию работников и эффективность методов воздействия, направленных на повышение культуры безопасности, с дальнейшим анализом и выработкой необходимых мер.

Следует отметить, что становятся популярными мероприятия, проводимые до или непосредственно во время работы с активным вовлечением персонала. В их числе:

- **«Обратная связь»** – в ходе инструктажа руководитель задает аудитории вопросы о потенциальных опасностях при производстве текущей работы, а затем обобщает ответы и вместе с работниками оценивает риски, акцентируя внимание на безопасности;

- **«Стоп»** – руководитель и работники открыто обсуждают проблемы, возникающие на производственном участке. Право и обязанность каждого – сказать «СТОП» в случае возникновения опасной ситуации. Диалог проходит в доброжелательной, вежливой форме и начинается словами: «Я пользуюсь своим правом приостановить работу, потому что...»;

- **«Лист вмешательства»** – мероприятие рекомендуется проводить в рамках дней и недель охраны труда. Работники должны выявить нарушения правил охраны труда, трудовой дисциплины, предложить меры по

улучшению условий труда. Каждый работник записывает выявленные им факторы риска (предложения) на бумаге и бросает листок в «ящик доверия» или отдает общественному инспектору. Руководитель в конце дня или на ближайшей планерке собирает трудовой коллектив, бригаду для выработки совместного группового решения в отношении того, что необходимо предпринять, чтобы исправить недочеты. При этом важно выявить и устранить слабые места, а не установить нарушителя для его наказания. Главная задача – отработка способности поиска потенциальной опасности и развитие у работников риск-ориентированного мышления.

Для повышения надежности и эффективности профессиональной деятельности на предприятии применяется также популярная методика самоконтроля STAR (Stop, Think, Act, Review – остановись, подумай, сделай, оцени). Она предполагает не механическое выполнение действий работником, а тщательное их планирование, предвидение потенциальных опасностей, продумывание запасных вариантов, а также концентрацию внимания и игнорирование отвлекающих факторов в процессе деятельности.



В РУП «Гомельэнерго» также внедрен интерактивный метод **кейс-задач**, который позволяет оценить и скорректировать компетенции и профессиональные навыки работников.

С 2021 года психологи предприятия совместно со специалистами по охране труда создают сценарии кейсов, основанные на проблемах, которые зачастую возникают у работников и не имеют однозначного решения. При исследовании таких проблем важно описать, а затем внедрить в практику организационные «стан-

дарты» рабочего поведения в ситуациях неопределенности (опасности), то есть те правила и алгоритмы, которым должен следовать работник с учетом особенностей и специфики каждой ситуации, оставаясь при этом в рамках требований нормативных документов. Примеры кейсов представлены ниже.

Кейс «Спецодежда»

Сценарий

Придя на работу, маляр обнаружил отсутствие своей спецодежды. Он обратился к руководителю с просьбой предоставить ему другую. Руководитель заявил, что это проблема работника и, если спецодежда пропала, он должен приобрести новую за свой счет. Работник отказался работать и ушел домой. Руководитель распорядился составить акт о прогуле.

Вопросы

1. Правильны ли действия руководителя? Почему?
2. Было ли правильным решение маляра отказаться работать и уйти домой? Почему?
3. Как и почему должен был поступить руководитель, когда работник обратился к нему с просьбой?

Кейс «Опьянение»

Сценарий

Инженер-электроник КИПиА перед сменой прошел освидетельствование на наличие в его организме алкоголя. Результат был отрицательным. Тем не менее при обходе начальник смены ТЭЦ обнаружил, что работник находится в состоянии алкогольного опьянения, и сообщил

о нарушении нанимателю. Директор принял решение о расторжении трудового контракта с нарушителем.

Вопросы

1. По каким признакам начальник смены может определить состояние алкогольного опьянения?
2. Какие действия должны быть предприняты начальником после подтверждения факта алкогольного опьянения?
3. Являются ли показания прибора «Алкотест 203» основанием для увольнения работника?

Справочно:

Кейс-задача – это строящееся на реальных фактах описание проблемной ситуации, которая требует решения. Решить кейс – значит проанализировать предложенный сценарий и найти ответы на поставленные к нему вопросы.

4. Есть ли вина руководителя в данном происшествии?

Кейс «Ошибочное действие»

Сценарий

По распоряжению начальника смены электромонтер должен был подготовить рабочее место для выполнения работ. Он прибыл в помещение распределительного устройства, отключил автоматический выключатель и, перейдя на тыльную сторону обслуживаемой секции, ошибочно подошел не к тому отсеку. При установке переносного защитного заземления электромонтер коснулся фазной шины отсека зажимом. Произошло короткое замыкание с образованием электрической дуги. В результате работник получил травму кистей рук и лица. Позже выяснилось, что он не применил СИЗ (перчатки от термического воздействия электродуги, электроизолирующие перчатки и указатель напряжения). После данного происшествия электромонтер был переведен на менее опасную и напряженную работу.

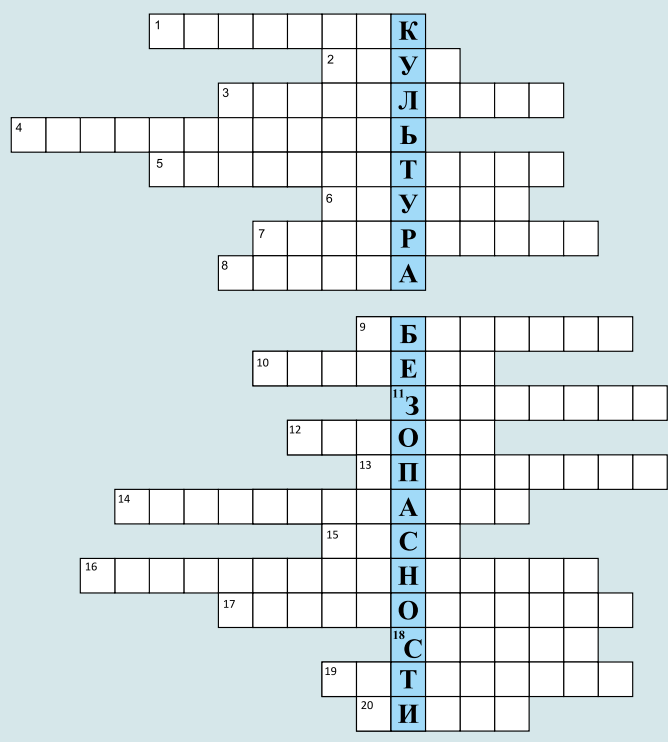
Вопросы

1. Что послужило причиной данного несчастного случая?
2. Кто виновен в происшедшем?

В нашей практике метод кейс-задач используется после очередной проверки знаний по охране труда у руководителей всех категорий, а также на групповых занятиях как интерактивный метод включения в проблемную ситуацию. Он может применяться при приеме кандидата на работу или при переводе сотрудника на руководящую должность, позволяя «на входе» определить уровень понимания человеком основ культуры безопасности.

Развитию безопасного поведения способствует также использование в области охраны труда **геймификации**, предполагающей внедрение игровых форм в неигровой контекст (работу, учебу, повседневную жизнь). Этот подход воздействует на мотивацию работников и эффективен как при обучении, так и на производстве. В частности, в РУП «Гомельэнерго» проводятся опросы по культуре безопасности, квиз-викторины, конкурсы, работники решают кроссворды по охране труда, на сайтах филиалов размещается информация

Кроссворд «Культура безопасности»



1. Главный виновник несчастных случаев на производстве.
2. Деятельность человека по созданию материальных и духовных благ, работа.
3. Наука, изучающая поведение и качества личности, в том числе профессионально важные.
4. Состояние защищенности, положение, при котором отсутствует опасность.
5. Умение человека владеть собой, своим состоянием, играющее важную роль в процессе труда.
6. Значение слова «кейс».
7. Документ, содержащий указания для работника, устанавливающий правила, порядок и способ выполнения действий.
8. Повреждение частей тела или всего организма в результате внешнего воздействия.
9. Педагогический процесс, направленный на овладение знаниями, умениями и навыками.
10. Раздел медицины, изучающий условия и характер труда, их влияние на человека, а также меры профилактики воздействия вредных и опасных факторов производства.
11. Состояние физического и психического благополучия человека, отсутствие болезней.
12. Возможная опасность, которую необходимо выявлять, чтобы контролировать риски, согласно семи золотым правилам нулевого травматизма.
13. Фактор среды, который может быть причиной травмы, острого заболевания или резкого ухудшения здоровья.
14. Степень или уровень соответствия определенным профессиональным требованиям.
15. Действие человека наудачу, в надежде на счастливый и безопасный исход.
16. Необходимость и обязанность отвечать за свои поступки и действия.
17. Должностное лицо организации, ответственное за управление и принятие стратегических решений, а также призванное быть лидером безопасности.
18. Психологическое, эмоциональное и физическое напряжение человека в ответ на воздействие неблагоприятных факторов.
19. Совокупность внешних и внутренних причин, побуждающих человека к действию и управляющих его поведением.
20. Лицо, пользующееся формальным или неформальным авторитетом в группе, коллективе.

Ответы:

Кроссворд разработан психологом Гомельской ТЭЦ-2 М.П. Агизко

о количестве дней без происшествий в подразделениях.

Повышая уровень культуры безопасности на предприятии, важно не просто теоретизировать на эту тему, а разработать и обеспечить практическую реализацию на произ-

водстве таких мероприятий, техник и методов в области безопасности, которые могут применяться непосредственно в рабочем процессе и в итоге станут ежедневной необходимостью, без которой невозможно приступить к выполнению работ.

В.В. ГОРДИЕНКО,
начальник управления
охраны труда, пожарной
и промышленной безопасности
ГПО «Белэнерго»



ПЕРЕСМОТРЕНЫ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Комментарии к ТКП 608-2025 (33240)

С 1 апреля постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 15 января 2025 г. № 1 введен в действие ТКП 608-2025 «Теплотехническое оборудование электростанций и тепловых сетей. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации» взамен одноименного ТКП 608-2017. Новая редакция документа устанавливает технические требования к обеспечению безопасности работающих при эксплуатации теплотехнического оборудования электростанций (за исключением АЭС), тепловых сетей и котельных.

Часть 1

Решение о пересмотре ТКП 608-2017 было принято в связи с изменением законодательства Республики Беларусь, а также вводом нового оборудования, предусмотренным редакцией 2017 года.

ТКП 608-2025 распространяется на организации, осуществляющие эксплуатацию теплотехнического оборудования (ТТО) энергообъектов (эксплуатирующие организации), а также на строительно-монтажные, ремонтные, наладочные, конструкторские, проектные, научно-исследовательские организации, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги эксплуатирующим организациям на ТТО принадлежащих им энергообъектов (сторонние организации).

Термины и определения. Общие положения

В ТКП актуализирован и дополнен **раздел 3**, включающий термины с определениями, установленные в ТР ТС 032/2013, ГОСТ 12.0.002, ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 18322, в том числе: *административно-технический персонал; безопасность труда; грузоподъемный кран; действующее оборудование; наряд-допуск на выполнение работ с повышенной опасностью на теплотехническом оборудовании (наряд-допуск); обеспечение безопасности; оперативно-ремонтный персонал; оперативный персонал; подземные сооружения; постоянное рабочее место; предприятие; распоряжение; эксплуатация оборудования; энергетический объект (энергообъект).*

В **разделе 4** «Общие положения» переработаны оба его подраздела – «Организация безопасной эксплуатации оборудования» и «Требования к работающим».

Так, согласно **п. 4.1.2** к вредным и опасным факторам в условиях действующего ТТО отнесены:

- подвижные части производственного оборудования;
- повышенные значения: температуры поверхностей оборудования, материалов; вибрации, шума, электри-

ческих и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц; запыленности и загазованности воздуха; напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- повышенная или пониженная температура воздуха, недостаточная освещенность в рабочей зоне, расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола);

- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок, инструментов, оборудования и др.

Работы на действующем ТТО, выполняемые по наряду-допуску, отнесены к работам с повышенной опасностью (**п. 4.1.3**).

Предусмотрено, что руководитель предприятия должен обеспечить организацию работы и контроль по охране труда (ОТ) в соответствии с требованиями законодательства, принятие инструкций по ОТ для профессий и работ, выполнение которых связано с повышенной опасностью, а также обеспечить персонал, эксплуатирующий ТТО, руководствами (инструкциями) по эксплуатации, прилагаемыми к оборудованию изготовителями в соответствии с требованиями ТР ТС 032/2013; инструкциями по эксплуатации (производственными инструкциями) для работающих, обслуживающих оборудование под давлением. Инструкции должны находиться на рабочих местах, и работающих необходимо ознакомить с ними под роспись перед допуском к самостоятельной работе. Инструкции по ОТ разрабатываются с учетом специфики производственной деятельности предприятия и местных условий в соответствии с требованиями настоящего ТКП (**п. 4.1.4**).

Согласно **п. 4.2.1** эксплуатация ТТО должна осуществляться работающими, имеющими соответствующую квалификацию, прошедшими обучение, стажировку, инструктаж, проверку знаний по вопросам ОТ и (при необходимости) промышленной безопасности. Работающие,

выполняющие работы на ТТО, обязаны знать технологию проведения работ, использовать и правильно применять СИЗ, способы оказания первой помощи, соблюдать порядок действий при локализации и ликвидации инцидентов и аварий на энергообъектах. К выполнению работ с повышенной опасностью на ТТО допускаются работающие, достигшие возраста 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний. Они проходят медосмотры в соответствии с постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74 «О проведении обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих».

В соответствии с п. 4.2.6 в удостоверение по ОТ оперативного, ремонтного и оперативно-ремонтного персонала, допущенного к выполнению работ с повышенной опасностью, на опасных и (или) потенциально опасных объектах, необходимо внести сведения о прохождении проверки знаний по вопросам промышленной безопасности. Допуск к выполнению работ оформляется в удостоверении на право обслуживания потенциально опасных объектов после проверки знаний в соответствии с Инструкцией о порядке подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (МЧС) от 6 июля 2016 г. № 31.

Согласно п. 4.2.9 работающие, обслуживающие оборудование в газоопасных местах, а также соприкасающиеся с вредными веществами, обязаны:

- знать перечень газоопасных мест в цехе (районе); технологию проведения газоопасных работ; отравляющее действие вредных веществ и признаки отравления ими; способы оказания первой помощи потерпевшим при несчастных случаях на производстве; порядок действий при локализации и ликвидации инцидентов и аварий на объектах газораспределительной системы и газопотребления;
- использовать и правильно применять предоставленные им СИЗ, а в случае их отсутствия незамедлительно уведомлять об этом непосредственного руководителя либо иное уполномоченное должностное лицо нанимателя;
- выполнять требования пожарной безопасности, знать порядок действий при пожаре, уметь применять средства пожаротушения.

Работающие, обслуживающие объекты газораспределительной системы и газопотребления (в том числе котельные установки, ГТУ, работающие на природном газе), кроме требований ТКП должны знать соответствующие разделы Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь, выполнять их требования и пройти соответствующую проверку знаний. Работающие, обслуживающие электрическую часть устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит, руководствуются соответствующими разделами ТКП 427-2022 (33240).

Работающие обязаны пользоваться спецодеждой, застегнутой на все пуговицы, а при ее отсутствии к работе не допускаются (п. 4.2.11).

Запрещается нахождение в помещениях с действующим энергооборудованием, в колодцах, камерах, каналах, туннелях, на стройплощадке и в ремонтной зоне без защитной каски с застегнутым подбородным ремнем (волосы убираются под каску). Не допускается использование каски

с явными дефектами корпуса и (или) оснастки, а также без подбородного ремня (п. 4.2.12).

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Внесен ряд изменений в раздел 5 (подразделы 5.1–5.3, 5.5–5.8, 5.10), регламентирующий проведение технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.

В п. 5.1.1 подраздела 5.1 «Территория, помещения и рабочие места» добавлено требование о том, что для обеспечения безопасного производства работ на ТТО и теплосетях следует выполнить технические мероприятия в указанном порядке:

- произвести отключения, исключающие попадание рабочей среды (пара, горячей воды и др.) в трубопровод, теплообменный аппарат и другое ТТО; вывесить на вентилях задвижек, приводах ручного и ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов запрещающие плакаты «НЕ ОТКРЫВАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ», «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ»; принять меры против ошибочного открытия отключающей запорной арматуры (ОА), включения коммутационных аппаратов ОА;
- снять давление в трубопроводах, теплообменных аппаратах и другом ТТО, освободить их от рабочей среды и обеспечить соединение отключенных участков с атмосферой; вывесить на вентилях задвижек, приводах и ключах управления коммутационных аппаратов плакаты «НЕ ЗАКРЫВАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ»; принять меры против ошибочного закрытия арматуры отключенных участков, соединяющей их с атмосферой;
- при необходимости оградить рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части и вывесить плакаты безопасности.

На каждом предприятии (в цехе, на участке) должен быть разработан план (схема) размещения на ремонтных площадках габаритных узлов ремонтируемого оборудования (грузов) с учетом допустимых нагрузок на площадки и перекрытия. В соответствии с планом (схемой) обозначаются границы ремонтных площадок, а также размещаются таблички с указанием допустимых нагрузок (п. 5.1.13).

Материалы, изделия, оборудование и его детали, находящиеся на месте ремонтных работ вне помещений, необходимо укладывать на выровненных утрамбованных площадках, в зимнее время очищать от снега и льда. Должны быть приняты меры против самопроизвольного смещения складироваемых предметов, при расположении на косогорах – меры для защиты площадок от поверхностных вод. Расстояние от материалов и оборудования до бровок котлованов и траншей, определяемое расчетом на устойчивость откосов, увеличено с 0,6 до 1 м (п. 5.1.28).

Согласно п. 5.1.31 вскрытые для производства работ камеры и участки трубопровода подземной прокладки должны иметь защитные ограждения. На них устанавливают предупредительные надписи и знаки, а ночью – сигнальное освещение. Ограждения окрашивают в сигнальные цвета по ГОСТ 12.4.026, обеспечивают их хорошую видимость со всех сторон возможного проезда транспорта и прохода пешеходов. Требования к инвентарным ограждениям рабочих мест на высоте и проходов к ним установлены ГОСТ 12.4.059, к сигнальным ограждениям – ГОСТ 23407.

Пунктом 5.1.38 определен режим курения, требования к местам для курения и их размещению. Они должны быть организованы согласно Закону Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности» и Общим требованиям пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, утвержденным Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 «О развитии предпринимательства».

В производственных помещениях и гардеробных энергообъектов должны быть аптечки первой помощи универсальные с перечнем вложений, включая список необходимых лекарственных средств и изделий медицинского назначения, а также указания по их применению. Аптечки должны содержаться в чистоте и порядке, а запас материалов и медикаментов – систематически пополняться. Место нахождения аптечек устанавливается распорядительным документом организации и обозначается в установленном порядке. Запрещается хранение лекарственных средств с истекшим сроком годности, за чем в организации должен быть обеспечен контроль (**п. 5.1.39**).

В **п. 5.2.6 подраздела 5.2** «Требования к оборудованию» указано, что все пусковые устройства и арматура должны быть пронумерованы и иметь надписи в соответствии с технологической схемой. На штурвалах задвижек, вентилей и шиберов должно быть указано направление вращения при открывании/закрывании. В случае невозможности нанесения такой надписи на маховик или штурвал арматуры допускается наносить ее на корпус редуктора или бугель арматуры.

Существенно переработан **подраздел 5.3** «Меры безопасности при обслуживании теплотехнического оборудования».

Так, при расшлаковке и обдувке котла, продувке нижних точек, а также при неустойчивых и аварийных режимах работы ТТО вблизи него разрешается находиться только работающим, непосредственно выполняющим работы (**п. 5.3.9**).

Согласно **п. 5.3.12** работа ТТО запрещена в следующих случаях:

- оборудование не зарегистрировано в Департаменте по надзору за безопасным ведением работ в промышленности МЧС (Госпромнадзоре) в случае необходимости его регистрации согласно Санитарным правилам 2.6.1.8-9-2004 «Обеспечение радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии»;
- отсутствует паспорт на оборудование;
- истек срок освидетельствования оборудования;
- оборудование неисправно;
- отключены технологические защиты;
- отсутствуют либо неисправны предохранительные устройства от повышения давления;
- давление выше разрешенного и, несмотря на принятые меры, не снижается;
- неисправны указатели уровня жидкости;
- неисправен (не соответствует требованиям к СИ) манометр и невозможно определить давление по другим приборам;
- неисправны (не в полном комплекте) крепежные детали крышек и люков;

- неисправны приборы безопасности и технологических блокировок, КИП и средства автоматизации;
- отсутствуют схема обвязки оборудования, утвержденный режим (карта) работы установки;
- имеются другие неисправности, указанные в инструкции по эксплуатации или при наличии которых эксплуатация запрещена.

Капитальные и средние ремонты основного ТТО должны выполняться с соблюдением мер безопасности, указанных в проекте производства работ, текущие ремонты основного ТТО, вспомогательного оборудования, техдиагностирование и прочие ремонты – в соответствии с одним или несколькими перечисленными документами: ТУ на ремонт, технологический процесс, технологическая карта, технологическая инструкция (в том числе типовые) или иной технологический документ в соответствии с ТНПА, проектом производства работ (**п. 5.3.24**).

Мойка (обезжиривание) изделий (деталей) машин и оборудования должна осуществляться пожаробезопасными способами в соответствии со Специфическими требованиями по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств (**п. 5.3.29**).

В помещениях с повышенной опасностью должны использоваться переносные электрические светильники напряжением не выше 25 В, при работах в особо опасных условиях (в колодцах, баках выключателей, секциях КРУ, барабанах котлов, металлических резервуарах и т.п.) – напряжением не выше 12 В. Питание переносных электроприемников до 50 В осуществляется от безопасного разделительного трансформатора в соответствии с ТКП 339. Штепсельные розетки для подключения переносного и передвижного оборудования напряжением 220 В или 380 В должны быть защищены УЗО с номинальным дифференциальным отключающим током не более 30 мА (**п. 5.3.34**).

Для допуска (входа) в газоопасное помещение необходимо произвести анализ воздушной среды на содержание взрывоопасных веществ (газа) и определить объемную долю кислорода. Наличие взрывоопасных веществ (газа) определяется с помощью газоанализатора (газосигнализатора) взрывозащищенного типа. В случае обнаружения взрывоопасных веществ в концентрациях, превышающих ПДК, недостаточного или повышенного содержания кислорода (менее 18 % и более 23 %) вентилировать помещение следует до тех пор, пока параметры воздушной среды не будут соответствовать нормам. В дальнейшем в процессе работы вентиляция должна работать непрерывно.

Аппаратура включения освещения и электродвигателя вентилятора выносятся за пределы газоопасного помещения (**п. 5.3.35**).

Подраздел 5.5 регламентирует работу в подземных сооружениях и резервуарах. В частности, если в результате вентиляции удалить газ из газоопасного помещения не удастся, то входить внутрь и работать в нем допускается только в шланговом противогазе с соблюдением требований данного подраздела (**п. 5.5.8**).

В каждой организации должен быть составлен, утвержден руководителем, доведен до сведения работающих и вывешен в цехе (в районе, на участке) на видном месте перечень газоопасных подземных сооружений (**п. 5.5.3**).

Для работы в подземном сооружении или резервуаре, а также для их периодических осмотров со спуском

внутри должна назначаться проинструктированная бригада не менее чем из трех человек, из которых двое должны находиться у люка и следить за поведением работающего, состоянием шланга и расположением воздухозаборного патрубка изолирующего противогаса. Допускать посторонних к месту работ запрещено. При большем числе работающих в емкостном сооружении должны быть приняты дополнительные меры по ОТ, предусматривающие увеличение числа наблюдающих – не менее одного на одного работающего (п. 5.5.16).

При работе внутри газоопасного подземного сооружения или резервуара обязательно применение страховочных поясов и сигнально-спасательных веревок. Пояса должны иметь наплечные ремни с кольцом на их пересечении со стороны спины (не ниже лопаток) для крепления сигнально-спасательной веревки, другой конец которой должен быть в руках наблюдающего (п. 5.5.21).

Открывать и закрывать крышки подземных люков необходимо приспособлениями и инструментом, не создающими искр в соответствии с СН 4.02.02-2019 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (п. 5.5.24).

Прежде чем закрыть люки после работы, руководитель и производитель работ должны убедиться в отсутствии внутри подземного сооружения или резервуара работающих, материалов, инструментов и т.п. Оставлять люки открытыми после окончания работ запрещается (п. 5.5.25).

Скорректирован подраздел 5.6 «Обслуживание теплообменных аппаратов и трубопроводов». Так, согласно п. 5.6.8 в отключенных для ремонта теплообменных аппаратах и трубопроводах следует:

- довести давление до атмосферного и освободить их от пара и воды через дренажную арматуру;
- с электроприводов (ЭП) ОА (входных и выходных задвижек) снять напряжение путем отключения коммутационных аппаратов в сборке, шкафу электроприводной ОА (далее – шкаф), с цепей управления ЭП снять предохранители, а при их отсутствии отключить коммутационную аппаратуру цепей и вывесить плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ»;
- после проверки отсутствия напряжения обеспечить видимый разрыв в схеме питания, исключающий возможность управления ОА от ЭП, в наиболее удобном и безопасном месте сборки (шкафа) исходя из местных условий и типа установленной коммутационной аппаратуры. Так, отсоединять провода, питающие ЭП, следует после пускателя или коммутационного аппарата, или на клеммных рядах зажимов в сторону отходящих присоединений, или с помощью коммутационных устройств (ножевых рубильников, разъединителей и т.п.), конструкция которых позволяет наблюдать разрыв. Дверь сборки (шкафа) закрыть на замок;
- с ЭП остальной арматуры, относящейся к технологической схеме теплообменных аппаратов и трубопроводов, выведенных в ремонт, снять напряжение путем отключения коммутационного аппарата в сборке (шкафу), вывесить плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

Ошибочное включение коммутационных аппаратов ОА исключают запираанием рукояток или дверей сборки (шкафа), закрытием кнопок (ключей) управления (или переводом селектора встроенного или выносного блока управления ЭП в ремонтное положение с запираанием на фиксирующий

замок) или выполнением видимого разрыва цепи в оптимальном месте (см. выше).

Вся ОА должна быть закрыта; вентили дренажей, воздушников, соединенных непосредственно с атмосферой, – открыты; вентили дренажей закрытого типа после дренирования теплообменного аппарата (трубопровода) – закрыты; между запорной арматурой и теплообменным аппаратом (трубопроводом) должна быть арматура, соединенная с атмосферой. ОА и вентили дренажей, воздушников обвязывают цепями или блокируют приспособлениями, запреты на замки. На вентилях и задвижках ОА вывешивают соответствующие запрещающие плакаты. Приступать к ремонту теплообменных аппаратов и трубопроводов при избыточном давлении в них запрещается.

Пунктом 5.6.22 определено, что при выдаче нарядов-допусков на ремонт теплообменных аппаратов и трубопроводов, требующих снятия напряжения с электрифицированной запорной арматуры, в строке 7 формы согласно приложению В необходимо в качестве обязательной меры безопасности указывать обеспечение видимого разрыва электрической цепи (осуществляется только для ОА в соответствии с п. 5.6.8). Операции по отключению коммутационных аппаратов и созданию видимого разрыва производят согласно п. 5.6.23. Снятие предохранителей и отсоединение фазных проводов выполняют после отключения необходимых коммутационных аппаратов и проверки отсутствия напряжения.

В п. 5.6.23 указано, что оперативный персонал цеха тепловой автоматики и измерений (ТАИ) обязан:

- снять напряжение с указанной в наряде-допуске электрифицированной запорной арматуры путем отключения коммутационных аппаратов в сборке (шкафу), с цепей управления ЭП снять предохранители, а при их отсутствии – отключить коммутационную аппаратуру цепей, на отключенных аппаратах вывесить плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ»;
- чтобы исключить возможность управления ОА от ЭП, после проверки отсутствия напряжения обеспечить видимый разрыв в схеме питания в оптимальном месте (см. выше);
- сборки (шкафы) запереть, с ЭП остальной арматуры, относящейся к технологической схеме теплообменных аппаратов и трубопроводов, выведенных в ремонт, снять напряжение путем отключения коммутационного аппарата в сборке (шкафу), вывесить плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

Согласно п. 5.6.27 при ежедневном (повторном) допуске по нарядам-допускам, предусматривающим снятие напряжения с электрифицированной арматуры, работающие технологического цеха обязаны привлекать оперативный персонал цеха ТАИ для проверки проведенных мероприятий по снятию напряжения и обязательному обеспечению видимого разрыва в схемах управления или питания ЭП (видимый разрыв осуществляется только для ОА в соответствии с п. 5.6.8). Проверка подтверждается оперативным персоналом цеха ТАИ записью в оперативном журнале цеха и подписью на полях наряда-допуска (напротив соответствующей даты в строке 19 формы приложения В) с указанием ФИО. В случае ежедневного допуска бригады на ранее подготовленное рабочее место выполнение всех мероприятий безопасности по наряду-допуску проверяют в смену накануне дня продолжения работ.

При ремонте вращающихся механизмов (**подраздел 5.7**) перед пуском механизма, в том числе при его опробовании, должна быть собрана муфта сцепления, установлены все ограждения движущихся частей, сняты знаки безопасности, убран инструмент и материалы, люди выведены с места работ. Руководитель работ должен сдать наряд-допуск выдавшему его лицу. После опробования механизма (при продолжении работы на нем) рабочее место вновь подготавливается согласно условиям проведения работ, указанным в наряде-допуске, и производится повторный допуск (**п. 5.7.4**).

В **подразделе 5.8** «Теплоизоляционные и обмуровочные работы» указано, что при продувке и очистке растворопровода необходимо работать в защитных очках. Во время продувки сжатым воздухом все работающие, кроме непосредственно производящих работу, должны быть удалены на расстояние не менее 10 м от зоны продувки (**п. 5.8.17**).

В **подраздел 5.10** «Земляные работы» добавлен **п. 5.10.20**, согласно которому работать на строительных машинах (стреловых кранах, экскаваторах, погрузчиках

и т.д.) в охранной зоне ВЛ разрешается при снятом напряжении по наряду-допуску и при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эту линию. Если снять напряжение с ВЛ невозможно, работать в охранной зоне можно при условии, что расстояние от подъемной или выдвижной части строительной машины в любом ее положении до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода ВЛ, будет не менее указанного в ТКП 427 (таблица Б.1 приложения Б). Работа непосредственно под проводами ВЛ напряжением 110 кВ и выше допускается при условии, что в любом положении расстояние от упомянутых частей машин, а также от перемещаемого ими груза до ближайшего провода не меньше указанного для соответствующего напряжения.

Комментарии к разделу 6 «Обслуживание энергетического оборудования», разделу 7 «Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ», а также к приложениям ТКП 608-2025 будут даны во второй части статьи.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



ТКП 608-2025 (33240)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.

Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

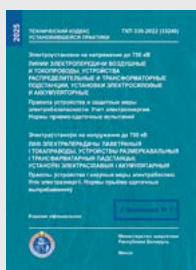


ТКП 427-2022 (33240)

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ.

Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

Переиздание с Изменением № 1, утвержденным в декабре 2024 г. (ИУ ТНПА № 12-2024)



ТКП 339-2022 (33240)

Электроустановки на напряжение до 750 кВ

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУШНЫЕ И ТОКОПРОВОДЫ, УСТРОЙСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ, УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОСИЛОВЫЕ И АККУМУЛЯТОРНЫЕ

Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний

Переиздание с Изменением № 1, утвержденным в мае 2025 г. (ИУ ТНПА № 4-2025)

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 energodoc.by

ПЯТЬ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ТЭК РОССИИ ДО 2050 ГОДА

Распоряжением Правительства России от 12 апреля 2025 г. № 908-р утверждена Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года. Документ, подготовленный Министерством энергетики, определяет основные принципы долгосрочной политики страны в энергетической области. Обновленная стратегия ставит целью достижение качественно нового, сбалансированного по основным параметрам состояния ТЭК. В условиях глобальных вызовов, энергоперехода, внедрения цифровых технологий и растущего энергопотребления перспективы развития российской энергетики связаны прежде всего с увеличением производства электроэнергии, наращиванием добычи, внутреннего потребления и экспорта газа, а также добычи и экспорта угля.

Энергетическая инфраструктура России является одной из самых протяженных в мире и функционирует в различных природно-климатических зонах – от арктической до субтропической. Ее основу составляют Единая энергетическая система (ЕЭС), Единая система газоснабжения (ЕСГ), региональные системы газоснабжения, магистральные и распределительные тепловые сети, а также крупнейшая в мире сеть трубопроводов для транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Россия является одновременно крупным производителем, потребителем и экспортером энергоресурсов. Она входит в число мировых лидеров по запасам углеводородного сырья, объемам производства и поставок энергоносителей, а также по уровню развития, использования и экспорта технологий атомной энергетики. Задача обновленной Энергостратегии до 2050 года [1] – сохранить и приумножить эти преимущества.

Цели и этапы реализации Стратегии

Согласно обновленной Стратегии целью развития российской энергетики на период до 2050 года является достижение качественно нового состояния ТЭК, при котором выполняются следующие задачи:

- доступное, гарантированное и экономически эффективное обеспечение населения и экономики продук-

цией и услугами ТЭК, максимальная реализация экспортного потенциала;

- достижение целей в области климатической политики, охраны окружающей среды, энергосбережения и энергоэффективности;

- обеспечение энергобезопасности, технологического суверенитета и конкурентоспособности отраслей ТЭК.

По сравнению с предыдущей стратегией (до 2036 года) в новом документе расширен горизонт планирования и учтены актуальные тенденции. Это позволит всем секторам ТЭК, а также связанному с ними машиностроению и транспорту лучше реагировать на изменения, происходящие в мире.

Реализация Стратегии разделена на три этапа:

- **до 2030 года:** адаптация ТЭК к внешним и внутренним вызовам и обеспечение достижения национальных целей развития, определенных Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309;

- **2031–2035 годы:** обеспечение предложения в отраслях ТЭК для гарантированного удовлетворения потребностей внутреннего рынка и реализации экспортного потенциала, а также создание условий для перехода на новый технологический уклад;

- **2036–2050 годы:** опережающее развитие экономики и сохранение роли России как одного из ведущих поставщиков товаров и услуг для мирового энергорынка за счет обеспечения технологического лидерства ТЭК страны.

Следует отметить, что значения показателей и параметров за 2037–2050 годы носят оценочный характер и могут быть пересмотрены по результатам реализации первого этапа.

Глобальные тенденции мировой энергетики

В документе констатируется, что на современном этапе происходит структурная трансформация мировой энергетики, спровоцированная шоками 2021–2022 годов, глубинными политико-экономическими процессами (эрозия системы глобальной безопасности, формирование многополярного мира, милитаризация, повышенная инфляция, ужесточение монетарной политики, односторонние ограничительные меры, увеличение роли национальных валют в международных расчетах и др.), а также устойчивыми трендами в энергетике – в первую очередь ускоренным ростом энергопотребления и фрагментацией рынков.

Стратегия отмечает ряд ключевых глобальных тенденций, которые будут оказывать влияние на развитие мировой и российской энергетики в среднесрочной и долгосрочной перспективе, в том числе:

- последствия несбалансированной климатической политики ряда стран, направленной исключительно на отказ от традиционных источников и развитие ВИЭ, недоинвестирование в нефтегазовый сектор на фоне ускорения роста энергопотребления;

- политизация международной природоохранной деятельности и, как следствие, вмешательство во внутренние дела государств, ограничения их суверенитета в отношении собственных ресурсов, использование глобальной финансовой инфраструктуры и односторонних ограничительных мер в сфере технологий в целях недобросовестной конкуренции;

- разрыв устоявшихся цепочек поставок всех энергоресурсов и изменение глобальной логистики из-за отказа недружественных государств от российских углеводородов;

- развитие альтернативных технологий, в том числе накопления энергии, улавливания, использования и хранения CO₂, вторичной переработки ресурсов.

В Стратегии подчеркивается, что прогнозируемый рост населения планеты и мирового спроса на энергию повышает актуальность обеспечения всеобщего доступа к недорогим, чистым, надежным и современным источникам энергии и решения глобальной проблемы энергетической бедности.

Комментируя документ, вице-премьер России Александр Новак подробно останавливается на тенденциях в развитии каждой из отраслей мировой энергетики [2]. В частности, он отмечает, что в 2050 году нефть и газ по-прежнему будут доминировать в структуре мирового энергобаланса – 36,9 % и 26,1 % соответственно. При этом спрос на нефть относительно 2023 года вырастет на 12 %, на газ – на 24 %. Падение спроса на нефть ожидается в Европе, а драйверами роста потребления этого энергоресурса станут Индия, Китай, другие страны Азии, Ближнего Востока и Африки.

Потребности в угле будут постепенно снижаться, и он будет пользоваться спросом преимущественно в Азии и Африке. Тем не менее о возрождении угольной генерации заявили США. В стране вводят мораторий на закрытие угольных шахт, а государство готово финансировать кредитные программы для разработки и внедрения новых технологий в отрасли.

Новый импульс получила мировая ядерная энергетика: в 2023 году атомная энергия была признана низкоуглеродной и значимой для достижения целей климатической повестки. Ожидается, что к 2050 году доля АЭС

в объеме производства электроэнергии достигнет 16,4 % (9,2 % в 2023-м). Для сравнения: доля использования ВИЭ в мировом энергобалансе вырастет за этот период с 2,5 % до 10 %.

Значительное влияние на энергетику оказывает внедрение цифровых технологий, искусственного интеллекта (ИИ). Так, потребление электроэнергии дата-центрами уже составляет свыше 400 ТВт·ч в год (более 1 % общемирового) и в ближайшее десятилетие может увеличиться в 2–4 раза.

Ресурсная база: сохранение лидерства и потенциал развития

Главным условием конкурентоспособности Российской Федерации на мировых рынках энергоносителей является сохранение и развитие минерально-сырьевой базы.

Российская Федерация занимает первое место в мире по известным запасам **природного газа** (63,4 трлн м³) и второе место – по его добыче (16 %). Обеспеченность этим энергоресурсом оценивается в 100 лет [1]. К 2050 году Россия планирует стать ведущим экспортером газа на рынки Азии. При этом в числе ключевых задач газовой отрасли – удовлетворение внутреннего спроса. Ожидается, что к концу рассматриваемого периода потребление газа в стране вырастет до 669 млрд м³. Продолжится развитие магистральной газотранспортной инфраструктуры – в первую очередь речь идет о строительстве экспортного маршрута «Сила Сибири 2», соединения газопроводов «Сила Сибири 1» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» с ЕСГ в реги-

онах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Это должно обеспечить газоснабжение Азиатской части России и экспорт в страны АТР [2].

Разведанные и предварительно оцененные запасы **нефти** составляют 31,3 млрд т, что соответствует 15 % мировых запасов (третье место). При этом у России второе место (10 %) по объемам добычи. При ее текущем уровне страна обеспечена нефтяным сырьем более чем на 65 лет [1]. Отрасль полностью покрывает внутренний спрос на качественные моторные топлива, масла, керосин, битумы и продукцию крупнотоннажной нефтехимии. Прогнозируется, что спрос на нефтепродукты продолжит увеличиваться за счет роста автопарка, развития авиаперевозок, внутреннего туризма, легкой промышленности, торговли и строительства. Нефтяная отрасль продолжит играть важную социально-экономическую роль, способствуя развитию удаленных регионов, в том числе Арктики, Восточной Сибири и Дальнего Востока [2].

Запасы **угля** в России составляют 272,7 млрд т, этого достаточно более чем на 500 лет. Страна занимает пятое место в мире по его запасам (6,9 %) и шестое – по добыче (5 %) [1]. По прогнозам, угольная отрасль останется опорной для ряда регионов и для экономики страны в целом. Развитие новых центров добычи обеспечит дополнительно 250 млн т производственных мощностей до 2050 года. Одним из ключевых драйверов развития угольной промышленности останется наращивание экспорта, в частности на рынки АТР [2].

Стабильное развитие ядерной энергетики в стране обеспечивают запасы



урана (705 тыс. т). По их объемам Россия занимает четвертое место в мире (8 %), а по добыче этого ресурса – шестое (5 %).

Отмечен также быстрый рост потребностей энергетики в прочих видах минерального сырья (литий, никель, кобальт, марганец, графит, редкоземельные металлы, алюминий, медь). Он связан преимущественно с развитием низкоуглеродной энергетики и систем накопления. В Стратегии подчеркивается, что для реализации этих направлений в стране имеется значительный ресурсный потенциал. Доля низкоуглеродных источников энергии в генерации уже достигает 87 % [2].

Электроэнергетика: стабильность и инновации

Электроэнергетический комплекс России является одним из самых крупных и надежных в мире. Ключевым направлением в этом секторе, согласно Стратегии, будет развитие энергосистемы для обеспечения опережающего покрытия роста спроса на электроэнергию. Ожидается, что к 2050 году электроэнергетика достигнет значительной степени трансформации, обусловленной растущим электропотреблением. В целевом сценарии оно возрастет более чем на 42 % по отношению к 2023 году за счет реализации крупных инфраструктурных проектов в обрабатывающей и добывающей промышленности, на транспорте, а также за счет развития ИИ, центров обработки данных, майнинговых ферм [1, 2].

Стратегия предусматривает сохранение существующей структуры отрасли, основу которой составляют крупные электростанции в составе ЕЭС России. В 2023 году установленная мощность всех объектов генерации составляла 253,5 ГВт. Прогнозируется, что к 2036 году она вырастет не менее чем до 287 ГВт, а к 2050-му превысит 331 ГВт [1].

К середине столетия планируется ввести 50 ГВт ТЭС, 30 ГВт АЭС (+29 %, к уровню 2023 года), 26 ГВт ГЭС, ГАЭС, ВЭС и СЭС (+50 %). В результате доля атомной генерации в общей выработке вырастет до 25 %, а установленная мощность ВИЭ увеличится более чем на 40 % [2].

Особое внимание будет уделено цифровизации энергетики. Сегодня технологии ИИ внедрены на 40 % предприятий ТЭК [2]. Ожидается, что доля приборов учета электроэнергии, соответствующих минимальному набору функций интеллектуальных систем учета или подключенных к таким системам, в 2036 году вырастет не менее чем до 70 %, а в 2050-м – до 95 %. Уровень потерь электроэнергии в сетях снизится и в указанные годы будет составлять не более 8,8 % и 7,3 % соответственно [1].

ТЭК России: пять сценариев будущего

Прогнозы развития российского ТЭК в Стратегии построены исходя из пяти сценариев.

Инерционный (консервативный) сценарий предполагает сохранение

сложившихся трендов, действующих подходов и методов регулирования в отраслях ТЭК без значительных инвестиций в их развитие.

Целевой сценарий (приоритетный) предусматривает принятие мер для сбалансированного развития всех отраслей ТЭК. Эти меры должны быть направлены на надежное обеспечение энергоресурсами внутреннего рынка с наименьшими издержками, эффективную реализацию экспортного потенциала, достижение национальных климатических целей, а также технологического суверенитета и конкурентоспособности ТЭК.

Стресс-сценарий исходит из наихудших условий: сокращения экспортных возможностей, усиления санкционного давления, ускорения темпов декарбонизации в мире и, как следствие, значительного снижения объема продукции российского ТЭК (вплоть до минимального, достаточного лишь для обеспечения внутренних потребностей).

В сценарий технического потенциала заложены максимально возможные производственные показатели отраслей ТЭК исходя из текущего и прогнозируемого технического уровня и инфраструктурных ограничений. При этом не учитывается экономическая рентабельность и целесообразность проведения возможных мероприятий по изменению существующего уклада.

Наконец, **сценарий ускоренного энергетического перехода** прогнозирует развитие российского ТЭК в случае ускорения перехода к безуглеродной энергетике на основе ВИЭ при одновременном снятии ограничений на поставки в Россию технологий и оборудования.

В качестве наиболее вероятных приняты два сценария – инерционный и целевой. Вероятность реализации трех других оценивается не выше чем в 20 %.

Анализ прогнозных данных из приложений к Стратегии показывает, что рост производственных показателей отраслей ТЭК или удержание их на существующем уровне предусмотрены в трех сценариях: целевом, инерционном и сценарии технологического потенциала.

Добыча газа растет даже в стресс-сценарии, в то же время экспорт этого сырья остается на одном





уровне. Стратегическим направлением развития газовой отрасли останется производство СПГ. Ожидается, что помимо работающих заводов по его производству («Сахалин-2», «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ-2») будут введены в эксплуатацию строящийся завод в Усть-Луге, а также предприятия «Обский СПГ», «Мурманский СПГ» и «Арктик СПГ-1» [1]. Задача России – нарастить мощности этого сектора до 100 млн т в среднесрочной перспективе и войти в тройку мировых лидеров на рынке СПГ [2].

Опорной отраслью для ряда регионов и для экономики страны в целом остается угольная. Добыча и экспорт угля снижаются только в стресс-сценарии. Незначительное увеличение показателей ожидается даже в условиях ускоренного энергоперехода. Прогнозируется, что добыча угля вырастет с 438,7 млн т в 2023 году до 662 млн т в 2050-м, а его экспорт – с 212,5 до 350,1 млн т соответственно.

По оценкам экспертов, самая сложная ситуация с нефтью. Даже в инерционном сценарии ее добыча снизится: с 531 млн т (2023) до 523 млн т к 2030 году и до 360 млн т – к 2050-му. Главным образом это будет происходить из-за сокращения экспорта (с 234 до 73 млн т). Согласно стресс-сценарию к 2050 году нефтедобыча упадет до 171 млн т и будет обеспечивать только внутренний рынок. В целевом сценарии прогнозируемые объемы добычи и экспорта нефти к 2030 году составят 540 и 235 млн т соответственно и останутся на этом уровне в последующие 20 лет.

Внутренний и внешний векторы развития

В Стратегии предусмотрены мероприятия, направленные на ускоренное развитие переработки нефти и газа, расширение программы газификации и догазификации регионов, обеспечение внутреннего рынка достаточным количеством нефтепродуктов по доступным ценам для всех категорий потребителей. Для этого предстоит оптимизировать размещение энергетической и транспортной инфраструктуры, сформировать в удаленных регионах минерально-сырьевые центры, нефтегазохимические комплексы, соединить новые магистральные газопроводы с ЕСГ. Планируется также продолжать работу по диверсификации энергоисточников, включая развитие новых, расширять спектр применения электроэнергии, СПГ и газомоторного топлива.



Часть мероприятий направлена на ускорение реализации инфраструктурных проектов и создание условий для перенаправления поставок нефти, газа и продуктов их переработки на новые рынки, наращивание мощностей по перевалке нефти в ар-

ктических и дальневосточных портах, активное использование потенциала Северного морского пути.

Стратегией также предусматривается широкое использование инструментов международного сотрудничества в энергетической сфере. В числе первоочередных задач – формирование и развитие единого рынка энергоресурсов Союзного государства Беларуси и России и общих энергорынков в рамках ЕАЭС (электроэнергия, газ, нефть и нефтепродукты) с учетом обеспечения энергобезопасности государств-членов. Россия также планирует укреплять сотрудничество с различными международными организациями и объединениями, включая БРИКС, ШОС, АТЭС, ОПЕК, «Группу двадцати», Форум стран – экспортеров газа и др.

В целом страна намерена обеспечить формирование Большого Евразийского партнерства на основе инфраструктурной интеграции (развитие транспортных коридоров и сетей, логистических цепочек и финансовых связей) и долгосрочного взаимовыгодного сотрудничества.

По мнению российских экспертов, результатом реализации Энергетической стратегии Российской Федерации до 2050 года станет достижение национальных целей по обеспечению надежного, экономически эффективного и экологичного энергоснабжения потребителей, сохранению устойчивой и конкурентоспособной энергетической системы для опережающего развития экономики и удержания статуса одного из ведущих поставщиков энергоносителей и энерготехнологий на мировом рынке.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства РФ от 12 апр. 2025 г. № 908-р // Официальный сайт Минэнерго РФ. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/ministry/energy-strategy>. – Дата доступа: 05.06.2025.
2. ТЭК России – 2050: надежность, технологичность, лидерство [Электронный ресурс] // Общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика». – Режим доступа: <https://energypolicy.ru/tek-rossii-2050-nadezhnost-tehnologichnost-liderstvo/business/2025/14/12>. – Дата доступа: 05.06.2025.

Подготовили Олег Соболев
и Ольга Гончар

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

Одним из самых авторитетных источников аналитической информации о мировом энергорынке является ежегодный обзор World Energy Outlook (WEO) Международного энергетического агентства (МЭА). В нем рассматриваются общие тенденции в энергетике, изменения, происходящие под влиянием политических, технологических и других факторов, и формируются прогнозы на основе различных подходов. Первый обзор был опубликован в 1977 году, а с 1998-го издается каждый год. Настоящая статья основана на публикации WEO 2024, которая была подготовлена с учетом данных за 2023-й и предшествующие годы.

Глобальные риски для энергобезопасности и декарбонизации

В последнем обзоре МЭА, вышедшем в октябре 2024 года, отмечено, что основные риски для энергетической безопасности всего мира несет геополитическая напряженность — эскалация конфликта на Ближнем Востоке, продолжающиеся военные действия на территории Украины и связанные с ними значимые события, прямо и опосредованно влияющие на энергетику.

Опыт последних нескольких лет показывает, что зависимость отдельных стран и целых регионов от энергоресурсов может быстро превратиться в уязвимость. Геополитическая напряженность приводит к тому, что открытые рынки традиционных видов топлива и энергетических технологий становятся все более фрагментированными.

Так, с 2020 по 2024 год по всему миру было введено почти 200 ограничительных торговых мер, затрагивающих технологии производства чистой энергии (для сравнения: в предыдущий пятилетний период было принято порядка 40 таких мер).

В обзоре констатируется, что стабильность энергорынков является ключевой составляющей энергетической безопасности, в то время как их хрупкость, уязвимость несет угрозу. В этой связи подчеркивается важность мер, с помощью которых эта угроза может быть снижена. В частности, речь идет о переходе к преимущественному производству чистой энергии и формированию на этой основе безопасных энергосистем нового типа.

Энергопереход в последние годы ускорился. Этому способствовало принятие правительствами разных стран новых энергетических политик и промышленных стратегий. Однако в краткосрочной перспективе появилась неопределенность относительно того, как будут развиваться эти политики и стратегии. Причина кроется в особенностях электоральных циклов в странах, определяющих мировой спрос на энергию. Вопросы энергетики и климата сегодня важны для избирателей, пострадавших как от высоких цен на топливо и электроэнергию, так и от последствий климатических изменений.

Дополнительным драйвером роста производства чистой энергии является конкурентная борьба за лидерство

в связанных с этой сферой секторах, которые являются основными источниками инноваций, экономического роста и занятости.

По заключению экспертов МЭА, современный комплексный подход к энергобезопасности должен выходить за рамки использования традиционных видов топлива, предусматривать безопасную трансформацию электроэнергетики и формировать устойчивые цепочки поставок чистой энергии. Учитывая, что укрепление энергетической безопасности и борьба с изменениями климата неразрывно связаны между собой, существующая геополитическая напряженность создает глобальные риски для обоих направлений.

Прогноз развития энергетики: три сценария МЭА

Для построения своих прогнозов МЭА, как правило, использует три сценария, формируемые с учетом актуальной климатической повестки.

Сценарий заявленной политики (Stated Policies Scenario, STEPS) подразумевает, что развитие мировой энергетики будет происходить на основе энергетических программ, стратегий, принятых и реализуемых в разных странах. STEPS дает представление о развитии энергетического сектора с учетом последних рыночных данных, затрат на существующие технологии и преобладающих установок в энергетической политике стран по всему миру.

Справочно:

Чистой считается энергия, полученная на основе способов и технологий с минимальными или нулевыми выбросами парниковых газов. Источники такой энергии, как правило, возобновляемые, к ним относятся солнце, ветер и гидроресурсы. Чистой признана также ядерная энергия, играющая важную роль в обеспечении стабильного электроснабжения и сокращении выбросов CO₂ от ископаемого топлива.

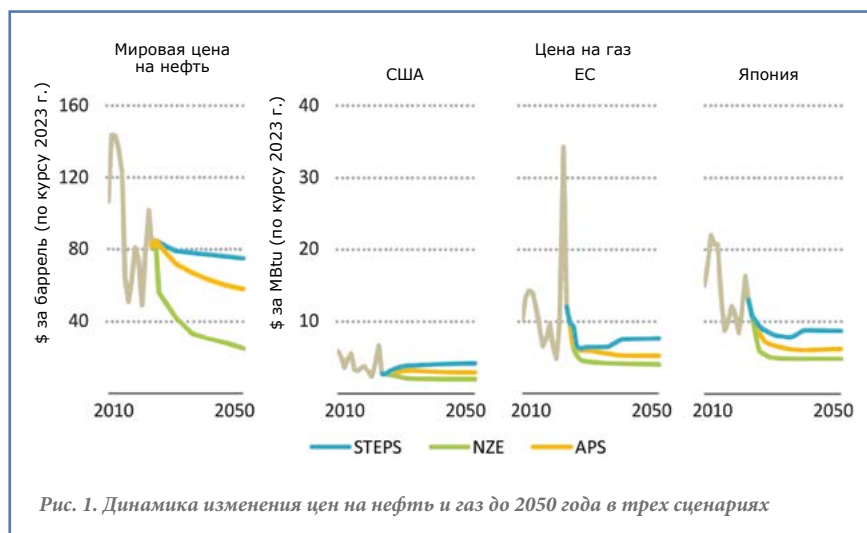


Рис. 1. Динамика изменения цен на нефть и газ до 2050 года в трех сценариях

Сценарий объявленных обязательств (Announced Pledges Scenario, APS) рассматривает, что произойдет, если все поставленные правительствами национальные энергетические и климатические цели будут выполнены в полном объеме и вовремя.

Сценарий чистых нулевых выбросов к 2050 году (Net Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE) исходит из условия достижения углеродной нейтральности в энергетике к 2050 году.

Далее в большинстве случаев будут приведены данные, относящиеся к сценарию STEPS.

Конкуренция между энергоносителями и технологиями

Современная ситуация в мировой энергетике характеризуется большим разнообразием применяемых видов топлива и технологий, которые конкурируют между собой.

Анализ рыночных балансов энергоносителей и цепочек поставок приводит к выводу, что во второй половине 2020-х годов будет наблюдаться избыток, с одной стороны, поставок нефти и СПГ, а с другой – производственных мощностей для некоторых ключевых технологий зеленой энергетики, в частности фотоэлектрических систем и аккумуляторов. Указанные избытки обеспечивают своего рода буфер против дальнейших сбоев рынка и вместе с тем стимулируют снижение цен и усиление конкуренции между поставщиками энергоресурсов и технологий.

Быстрый рост производства чистой энергии в последние годы пришелся на период волатильности цен на ископаемое топливо. Стоимость чистых технологий снизилась (и продолжает снижаться), но более низкие цены на ископаемое топливо могут поставить под вопрос поддержание и ускорение темпов развития чистой энергетики (рис. 1). В этих условиях выбор

потребителей и политика государств определяют последствия для будущего мировой энергетики и борьбы с изменением климата. В качестве примера, иллюстрирующего значимость этих последствий, приведены данные об изменении спроса на нефть в отдельных регионах мира (рис. 2).

Сроки перехода на чистую энергию

Объем производства чистой энергии в последнее время растет беспрецедентными темпами – так, в 2023 году в мире введено более 560 ГВт новых мощностей ВИЭ. Вместе с тем их развертывание происходит далеко не равномерно, если рассматривать отдельные страны и технологии.

Ежегодные инвестиции в проекты чистой энергетики приближаются к \$ 2 трлн, почти вдвое превышая сумму, затрачиваемую на новые поставки нефти, газа и угля. При этом стоимость большинства ВИЭ-технологий снова снизилась после роста на фоне пандемии COVID-19, что позволяет сделать прогноз об увеличении возобновляемых мощностей с 4250 ГВт в 2024-м до почти 10 тыс. ГВт в 2030 году (сценарий STEPS). Этого в совокупности более чем достаточно, чтобы покрыть рост мирового спроса на электроэнергию и ускорить сворачивание угольной генерации.

С учетом ядерной энергетики к 2030 году источники с низким уровнем выбросов CO₂ должны вырабатывать более половины объема электроэнергии в мире.

Что касается мирового спроса на энергию после 2030 года, он может быть полностью удовлетворен исключительно за счет чистой энергии.

Среди стран – лидеров по вводу ВИЭ выделяется Китай: на его долю в 2023 году пришлось 60 % новых мощностей. По прогнозам, объем генерации одних лишь китайских СЭС к началу 2030-х годов превысит общий текущий спрос на элек-

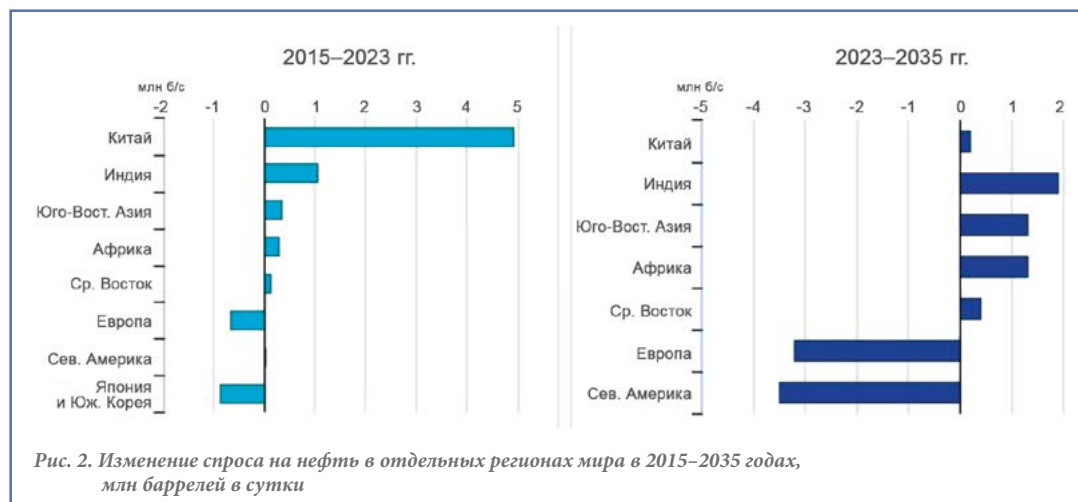
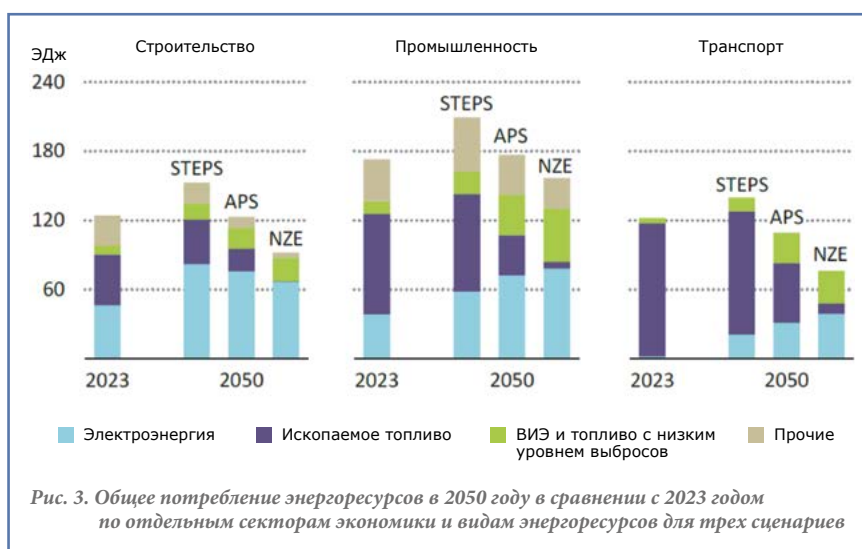


Рис. 2. Изменение спроса на нефть в отдельных регионах мира в 2015–2035 годах, млн баррелей в сутки



троэнергию в США. При этом в Китае и других странах остаются открытыми вопросы о том, насколько быстро и эффективно новые возобновляемые мощности могут быть интегрированы в существующие энергосистемы и будут ли должными темпами расширяться сети.

Общий спрос на энергию быстро растет и в период до 2035 года может составить около 3 % в год. Рисунок 3 демонстрирует общее потребление энергоресурсов (в эксаджоулях) в 2050 году в сравнении с 2023-м по отдельным

секторам экономики и видам энергоресурсов для трех сценариев.

Вместе с тем, учитывая продолжающийся энергопереход, к концу текущего десятилетия мировая экономика может продолжить рост без использования дополнительных объемов углеводородов. В конце 2010-х – начале 2020-х годов до этого было далеко: несмотря на рекордное внедрение новых мощностей ВИЭ, две трети прироста мирового спроса на энергию в 2023 году покрывало ископаемое топливо, что привело к очередному рекордному

максимуму выбросов CO₂, связанных с энергетикой.

В сценарии STEPS крупнейшими источниками растущего спроса на энергию являются (в порядке убывания) Индия, Юго-Восточная Азия, Ближний Восток и Африка.

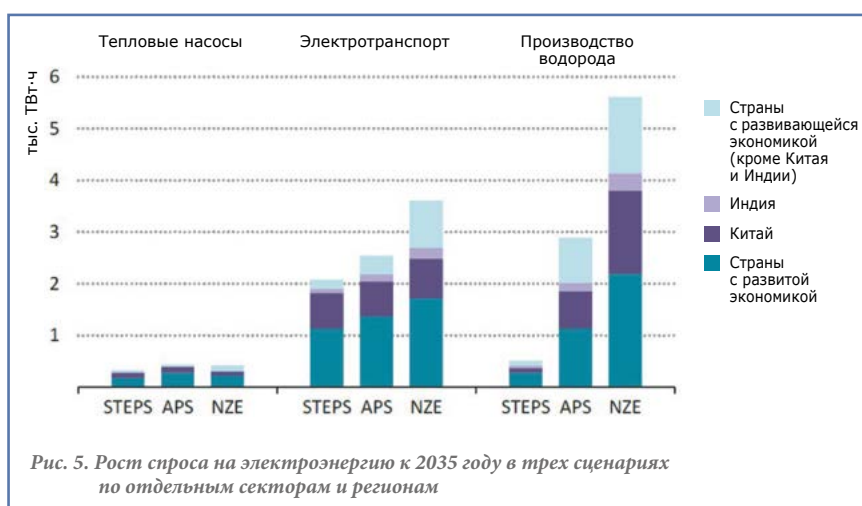
При этом общий рост спроса на энергию начинают сдерживать два фактора: увеличение производства чистой энергии и структурные изменения в мировой экономике, особенно в Китае. Во многом это происходит потому, что более электрифицированная, богатая ВИЭ система оказывается более эффективной, чем та, в которой доминирует сжигание ископаемого топлива и большая часть получаемой энергии теряется в виде отработанного тепла.

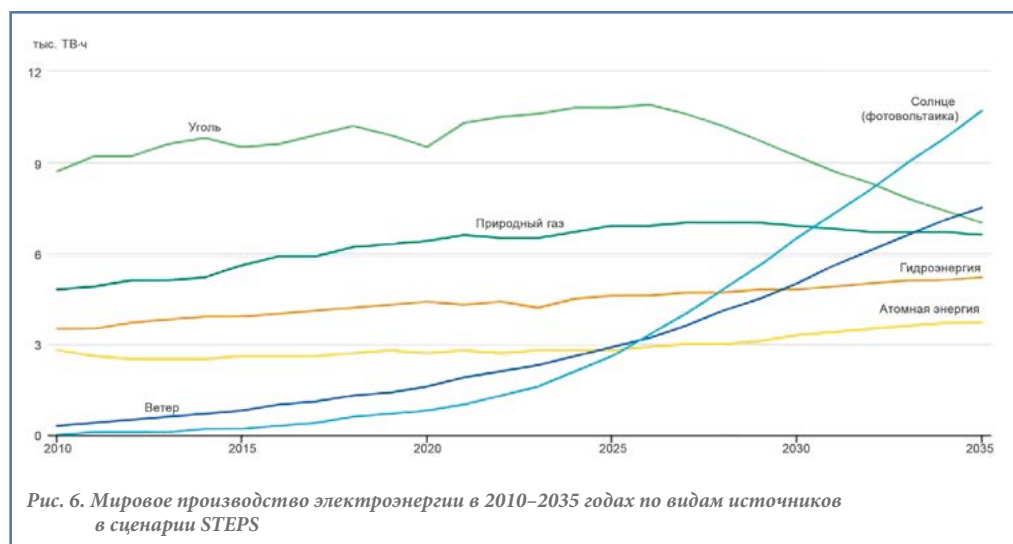
Рост электропотребления и производство энергии

Контуры энергосистемы нового типа – более электрифицированной – становятся все более заметными по мере увеличения мирового спроса на электроэнергию. В последние годы он рос вдвое быстрее общего спроса на энергию (рис. 4), и две трети этого роста за последние 10 лет приходится на Китай. В предстоящие годы процесс должен ускориться еще больше во всех трех сценариях.

Прирост электропотребления формируется преимущественно за счет легкой промышленности, электротранспорта, дополнительной потребности в охлаждении на фоне климатических изменений, а также за счет центров обработки данных (дата-центров) и искусственного интеллекта (ИИ). Развиваются и другие энергоемкие сектора. На рисунке 5 в качестве примера показан рост спроса на электроэнергию для обеспечения работы тепловых насосов, электротранспорта и производства водорода к 2035 году в трех сценариях по регионам.

В мире зарегистрировано более 11 тыс. центров обработки данных, и они часто расположены сконцентрированно, поэтому их воздействие на местные энергорынки может быть существенным. Однако на глобальном уровне к 2030 году на эти объекты будет приходиться относительно небольшая доля общего роста спроса на электроэнергию. Потенциальные





от траектории, соответствующей климатическим целям. Решения правительств, инвесторов и потребителей слишком часто закрепляют недостатки существующих энергосистем, а не переориентируют их на более чистый и безопасный путь развития. Сценарий STEPS показывает некоторые позитивные изменения, но следует признать, что текущие установки большинства стран по-прежнему ведут мир к повышению глобальной средней температуры на 2,4 °C к 2100 году, что повлечет за собой еще более серьезные риски, связанные с изменением климата. Рисунок 7 показывает, что при реализации этого сценария глобальные выбросы CO₂ хоть и уменьшатся, но незначительно.

последствия применения ИИ для энергетики шире – это прежде всего улучшение координации систем в электроэнергетическом секторе и более короткие циклы инноваций.

Сценарий STEPS также предусматривает, что к 2035 году сочетание роста глобальной температуры и доходов населения обусловит более 1200 ТВт·ч дополнительного спроса на электроэнергию для целей охлаждения, что превышает сегодняшнее потребление на всем Ближнем Востоке. Что касается мирового производства электроэнергии, соответствующие данные, включая прогноз до 2035 года, по видам источников (уголь, природный газ, солнце, ветер, ГЭС, АЭС) представлены на рисунке 6.

Новые энергетические системы – выбор будущего

Новые энергосистемы должны быть построены на века. Это означает при-

оритет безопасности, устойчивости и гибкости, а также обеспечение того, что преимущества новой энергетики будут общими для всех.

Однако сценарий STEPS не показывает уменьшения традиционных угроз энергетической безопасности, особенно для импортеров в Азии, которые столкнутся с долгосрочным ростом своей зависимости от импорта нефти (до 90 % к 2050 году) и газа (около 60 %).

В то же время для ускоренного перехода к производству чистой энергии необходимо удовлетворить эксплуатационную потребность энергосистем в гибкости, за счет чего они могли бы покрыть растущий спрос и компенсировать изменчивость генерации. Для решения этих проблем требуется перебалансировка инвестиций в электроэнергетический сектор в сторону развития сетевой инфраструктуры и производства накопителей энергии.

Несмотря на то что энергопереход набирает обороты, мир все еще далек

от траектории, соответствующей климатическим целям. Решения правительств, инвесторов и потребителей слишком часто закрепляют недостатки существующих энергосистем, а не переориентируют их на более чистый и безопасный путь развития. Сценарий STEPS показывает некоторые позитивные изменения, но следует признать, что текущие установки большинства стран по-прежнему ведут мир к повышению глобальной средней температуры на 2,4 °C к 2100 году, что повлечет за собой еще более серьезные риски, связанные с изменением климата. Рисунок 7 показывает, что при реализации этого сценария глобальные выбросы CO₂ хоть и уменьшатся, но незначительно.

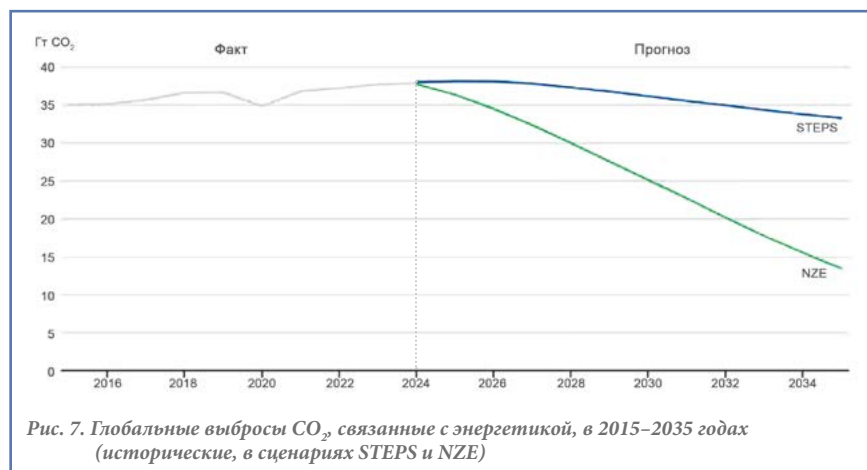
Выводы

Анализ трех сценариев (STEPS, APS и NZE) позволяет сделать следующий обобщенный вывод: условия на энергетических рынках в течение некоторого времени будут диктовать покупатели и потребители, а поставщикам придется конкурировать за их внимание.

По мнению экспертов МЭА, все стороны должны признать, что закрепление тенденции использования ископаемого топлива несет риски. На некоторое время цены на углеводороды могут снизиться, но история энергетики говорит, что однажды цикл будет обращен вспять и цены поднимутся. А тем временем издержки, связанные с бездействием в условиях изменения климата, растут с каждым днем.

Напротив, чистые энергетические технологии, чтобы конкурировать с традиционной энергетикой, должны становиться все более рентабельными и все менее подверженными капризам товарных рынков. Только в этом случае можно будет гарантировать долгосрочные выгоды от энергоперехода для человечества и планеты.

Подготовлено по материалам МЭА.
Перевод Олега Соболева



Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 19.05.2025 № 200
«Об изменении Указа Президента Республики Беларусь»

Указом в целях совершенствования государственного регулирования цифрового развития внесены изменения в Указ от 07.04.2022 № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации», в том числе:

- расширены полномочия Минсвязи, а также перечень услуг отраслевых офисов цифровизации и РУП «Центр цифрового развития», оказываемых государственным органам и организациям;
- уточнен порядок финансирования за счет местных инновационных фондов мероприятий в сфере цифрового развития и мероприятий по масштабированию результатов пилотных проектов в сфере цифрового развития, включенных (планируемых к включению) в региональные комплексы мероприятий.

Документ направлен на дальнейшую активизацию регионального цифрового развития за счет средств местных инновационных фондов, расширение перечня услуг отраслевых офисов цифровизации и РУП «Центр цифрового развития», оказываемых государственным органам и организациям за счет бюджетных средств, в том числе по планированию их цифрового развития, сопровождению информационных систем, масштабированию пилотных проектов.

Указом закреплено, что Премьер-министр Беларуси курирует Минсвязи и возглавляет Наблюдательный совет ПВТ. Указ вступил в силу с 22 мая 2025 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 06.06.2025 № 227
«О повышении эффективности контрольной (надзорной) деятельности»

Документом скорректирован порядок осуществления контрольной (надзорной) деятельности, действовавший на основании Указа Президента Республики Беларусь от 16.10.2009 № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь», который признан утратившим силу.

В Указе прописаны нормы, направленные на снижение уровня бюрократизма, повышение цифровизации процессов.

Утверждено Положение о порядке проведения мероприятий технического (технологического, поверочного) характера, устанавливающее сроки, права, обязанности субъектов и должностных лиц контролирующих (надзорных) органов. Закреплены нормы, касающиеся мер ответственности таких органов за нарушение порядка проведения проверок, мониторинга, мероприятий технического характера. Усилена профилактическая роль мониторинга за счет изменения подхода к применению мер ответственности (будут применяться только при неустранении добровольно нарушений в установленный срок при каждом факте их выявления).

Кроме того, приведена в соответствие с иным законодательством терминология, употребляемая в законодательстве о контрольной (надзорной) деятельности.

Указ вступает в силу с 1 января 2026 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26.04.2025 № 241

«О реорганизации учреждений»

Постановлением внесены изменения в:

- Положение о Министерстве энергетики Республики Беларусь, утвержденное постановлением Совмина от 31.10.2001 № 1595;
- состав постоянной республиканской комиссии по контролю за осуществлением расчетов за природный газ, электрическую и тепловую энергию, созданной постановлением Совмина от 20.03.2002 № 358;
- постановление Совмина от 10.09.2008 № 1330 «О некоторых вопросах Министерства энергетики».

Постановление вступило в силу с 2 мая 2025 года, за исключением положения, вступающего в силу с 2 июня 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.05.2025 № 290

«Об организации выполнения и контроля за выполнением поручений в системе Правительства Республики Беларусь»

Утверждена Инструкция о порядке организации выполнения и контроля за выполнением поручений и решений Президента Республики Беларусь, Совета Министров Республики Беларусь, Премьер-министра Республики Беларусь и его заместителей.

Контроль за выполнением таких поручений и решений носит непрерывный, упреждающий характер исходя из необходимости качественного, полного и своевременного их выполнения. Он осуществляется с использованием систем электронного документооборота и контроля за выполнением поручений в госорганах, если иное не установлено Президентом.

Премьер-министр, заместители Премьер-министра, руководители госорганов организуют выполнение и контроль за выполнением поручений, несут персональную ответственность за качество, полноту и своевременность их выполнения.

На руководителей госорганов также возлагается персональная ответственность за качество, полноту и своевременность представления в Совмин документов, подготавливаемых в связи с выполнением поручений и решений Совета Министров, Премьер-министра и его заместителей.

Постановление вступило в силу с 31 мая 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.05.2025 № 299

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

Внесены изменения в постановление от 31.12.2010 № 1932 «Об установлении ставок вывозных таможенных пошлин в отношении нефти сырой и отдельных категорий товаров, выработанных из нефти».

Обнулены экспортные пошлины на сжиженные углеводородные газы и этан, бутан, изобутан, вывозимые из Беларуси за пределы таможенной территории ЕАЭС.

Пошлины на сырую нефть, мазут, битум, вазелин и парафин, отработанные нефтепродукты, бензин, дизель, бензол, толуол, смазочные масла и иные нефтепродукты не вводились.
Постановление вступило в силу с 1 июня 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.06.2025 № 304

«О категорировании электроприемников и объектов электроснабжения»

Утвержден перечень объектов, подлежащих оснащению автономными источниками питания электроэнергией.

Кроме того, определено, что для планирования и осуществления комплекса мер по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций:

- под категорией по надежности электроснабжения понимается категория, определяющая уровень надежности электроснабжения электроприемников и объектов электроснабжения;

- категория по надежности электроснабжения определяется при разработке проектной документации в соответствии со строительными нормами и (или) строительными правилами.

Изменения также затронули постановления Совмина:

- от 25.06.2018 № 485 «Об установлении типовой формы договора»;

- от 11.09.2019 № 609 «О вопросах в области теплоснабжения»;

- от 14.05.2020 № 286 «Об утверждении Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения».

Постановление вступило в силу с 8 июня 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 09.06.2025 № 313

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2013 г. № 1166»

Внесены изменения в постановление от 30.12.2013 № 1166 «Об установлении для населения цен на газ, тарифов на электрическую и тепловую энергию, утверждении затрат на единицу оказываемых населению коммунальных услуг газо- и энергоснабжающими организациями Министерства энергетики».

Для населения субсидируемые государством тарифы на тепловую энергию для нужд отопления и горячего водоснабжения установлены в размере 27,232 3 руб. за 1 Гкал независимо от времени года.

Также изменились цены (тарифы):

- на природный газ при наличии индивидуальных газовых отопительных приборов и счетчиков расхода газа – 21,25 коп. за 1 м³, при отсутствии счетчиков – 73,6 коп. за 1 м² общей площади в отопительный период и 27,6 коп. – в летний период

- на сжиженный газ в отопительный период при наличии индивидуальных газовых отопительных приборов и счетчиков – 3,109 8 руб. за 1 м³, при отсутствии счетчиков – 10,104 6 руб. за 1 м² общей площади;

- на электроэнергию, используемую в том числе для нужд отопления и подогрева воды при отсутствии систем централизованного тепло- и газоснабжения и при наличии электроплит: одноставочный тариф – 11,79 коп. за 1 кВт·ч, двухставочный тариф – 8,25 коп. с 23:00 до 6:00 и 15,33 коп. – в остальное время суток;

- на электроэнергию, используемую для нужд отопления и подогрева воды, при наличии отдельных счетчиков для учета расхода электроэнергии на данные нужды – 4,54 коп. за 1 кВт·ч.

Постановление вступило в силу с 11 июня 2025 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 июня 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 09.06.2025 № 316

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 ноября 2021 г. № 673»

Постановление Совмина от 24.11.2021 № 673 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 13 мая 2021 г. № 186» дополнено:

- правилами размещения программных решений с использованием технологий «умного города» на смарт-платформе (с 13 июня 2025 года);

- порядком использования сведений, подлежащих обязательному размещению, хранению и обработке на смарт-платформе, для целей учета, расчета и начисления платы за жилищно-коммунальные услуги, возмещаемых расходов на электроэнергию (вступает в силу с 18 июля 2025 года).

Постановление вступило в силу с 13 июня 2025 года, за исключением положений, вступающих в силу с 18 июля 2025 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.06.2025 № 317

«О подготовке к работе в осенне-зимний период 2025/2026 года»

Предусмотрены меры для обеспечения бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами и подготовки к устойчивой работе в осенне-зимний период 2025/2026 года (ОЗП).

Республиканским органам государственного управления и иным организациям, подчиненным Совмину, облисполкомам и Минскому горисполкому с учетом результатов функционирования в отопительном сезоне 2024/2025 года источников электрической и тепловой энергии, газовых, электрических и тепловых сетей, объектов социальной сферы, ЖКХ, транспорта, организаций поручено до 1 июля разработать и до 20 сентября реализовать организационно-технические мероприятия, обеспечивающие устойчивое и надежное топливо- и энергоснабжение потребителей в ОЗП.

Рекомендовано образовать при обл-, гор- и райисполкомах и в организациях комиссий для координации проведения подготовительных и ремонтных работ, создания необходимых запасов топлива.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.06.2025 № 340

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 9 ноября 2012 г. № 1028 и от 4 февраля 2025 г. № 69»

Внесены изменения в Положение о порядке обеспечения населения твердыми видами топлива и возмещения разницы в ценах на твердые виды топлива, реализуемые населению по фиксированным розничным ценам, утвержденное постановлением Совмина от 09.11.2012 № 1028. В частности, актуализирован перечень затрат, которые возмещаются населению за счет средств местных бюджетов, в соответствии с п. 26 Положения.

Скорректирован также перечень товаров (работ, услуг), цены (тарифы) на которые регулируются государственными органами (организациями) при необходимости стабилизации ценовой ситуации, установленный постановлением от 04.02.2025 № 69 «О регулировании цен (тарифов)».

Постановление вступило в силу с 21 июня 2025 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22.10.2024 № 70

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

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Площадка атомной электростанции. Требования безопасности».

Документ регламентирует:

- основные критерии и требования к безопасному размещению АЭС;
- требования к оценке площадки АЭС при воздействиях природного и техногенного происхождения;
- проведение наблюдений за процессами, явлениями и факторами природного происхождения;
- оценку влияния АЭС на население и окружающую среду;
- размещение новых АЭС на площадках с эксплуатируемыми АЭС.

Постановление также содержит перечень внешних процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, их возможные воздействия и степени опасности, а также источники информации для их выявления и идентификации.

Постановление вступило в силу с 12 июня 2025 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26.04.2025 № 15

«Об изменении приказа Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору»

Установлено, что действие норм пожарной безопасности Республики Беларусь «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний. НПБ 23-2010», утвержденных приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 12.02.2010 № 21, не распространяется на системы противодымной вентиляции:

- радиационных объектов;
- объектов, на которых ведутся подземные горные работы;
- защитных сооружений гражданской обороны.

Постановление вступило в силу с 7 июня 2025 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.05.2025 № 24

«О деятельности в области использования атомной энергии»

Постановление МЧС от 28.03.2022 № 34 «Об утверждении регламентов административных процедур» дополнено формой разрешения на право ведения работ при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

Признано утратившим силу постановление МЧС от 29.04.2016 № 25 «Об установлении формы разрешения на право ведения работ при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии».

Постановление вступило в силу с 12 июня 2025 года.

Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 06.02.2025 № 11

«Об утверждении Правил по охране труда при выполнении работ на высоте»

Утверждены новые Правила по охране труда при выполнении работ на высоте, устанавливающие требования по охране труда (ОТ) при организации и выполнении таких работ, в том числе в безопасном пространстве.

Основные изменения коснулись:

- критериев отнесения работ к работам на высоте (определена высота 1,8 м вместо 1,3 м);
- подходов к организации работы по ОТ при выполнении таких работ на основе оценки профессиональных рисков;
- применения средств индивидуальной защиты от падения с высоты, а также систем обеспечения безопасности таких работ (удерживающей, страховочной, позиционирования, спасения и эвакуации, канатного доступа);
- регулирования норм безопасного проведения работ по обслуживанию деревьев (обрезка, формирование крон, обработка и др.).

Нормы Правил гармонизированы с нормами законодательства России. Введены требования к обучению по вопросам ОТ при работе на высоте в зависимости от характера и сложности этих работ. Работающие, допускаемые к строительным и строительно-монтажным работам на высоте, а также к работам на высоте по наряду-допуску на выполнение работ с повышенной опасностью, разделены на три группы и должны быть обучены в соответствии с объемом обязательных к соблюдению требований.

Постановление вступает в силу с 26 апреля 2026 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 10.06.2025 № 38

«Об изменении постановлений Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь»

Внесены изменения в постановления МАРТ:

- от 18.01.2017 № 7 «Об установлении тарифов на тепловую энергию». Соответствующий тариф на для религиозных организаций, медицинских стационаров, протезно-ортопедических восстановительных центров и детских домов семейного типа составит 27,2323 руб. за 1 Гкал;
- от 08.09.2017 № 49 «Об установлении тарифов на тепловую энергию для отдельных организаций». Тариф для организаций, эксплуатирующих жилой фонд (или предоставляющих ЖКУ), застройщиков, товариществ собственников составит 26,15 руб. за 1 Гкал
- от 27.02.2017 № 16 «Об установлении тарифов на электрическую энергию». Обновлены тарифы на электроэнергию, отпускаемую предприятиями ГПО «Белэнерго» организациям на уровне тарифов для населения.

Постановление вступило в силу с 21 июня 2025 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 июня 2025 года.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.05.2025 № 47

«О признании утратившими силу постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь»

В числе прочих признаны утратившими силу постановления:

– Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 23.08.2005 № 122 «Об утверждении Санитарных правил и норм 2.1.8.12-17-2005 «Защита населения от воздействия электромагнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты»;

– Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.11.2008 № 187 «Об утверждении Гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации подвижных форм цинка, хрома, кадмия в почвах (землях) различных функциональных зон населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения» и от 01.02.2010 № 14 «Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к установке и эксплуатации систем сотовой связи» и др.

Постановление вступило в силу с 4 июня 2025 года.

Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27.03.2025 № 33

«Об изменении постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 81»

Внесены изменения в Положение об уполномочивании юридических лиц (на осуществление государственной поверки средств измерений) и Регламент административной процедуры «Получение свидетельства об уполномочивании на осуществление государственной поверки средств измерений, внесение в него изменений», утвержденные постановлением Госстандарта от 27.11.2020 № 81.

Постановление вступило в силу с 18 мая 2025 года, за исключением положений, вступающих в силу с 17 октября 2025 года.

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 28.03.2025 № 34

«Об изменении постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 5 октября 2023 г. № 72»

Внесены изменения в образовательные стандарты переподготовки руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование, утвержденные постановлением Госстандарта от 05.10.2023 № 72:

– по специальности 9-09-0716-01 «Метрология и метрологическое обеспечение»;

– по специальности 9-09-0716-04 «Стандартизация, сертификация и управление качеством».

Постановление вступает в силу с 17 октября 2025 года.

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

ГОРЖУСЬ ТЕМ, ЧТО Я БЕЛОРУС!



Белорусская команда «Энергетик» приняла участие в юниорском чемпионате мира по футболу Antalya Junoir World Cup 2025, проходившем в г. Анталя (Турция) с 16 по 19 апреля. В турнире приняли участие более 200 команд из разных стран, в том числе из Азербайджана, Великобритании, Германии, Грузии, Катар, Польши, Португалии, России, Турции и др.

Команды соревновались в семи возрастных категориях – от U9 до U15. Беларусь на турнире была представлена сборной командой «Энергетик» (возрастная категория U13) под руководством Л.Е. Барабанова, инструктора-методиста спорткомплекса «Энергетик» Лукомльской ГРЭС. В ее состав вошли дети из футбольной секции «Энергетик-Юни» (г. Новолукомль) и воспитанники футбольной школы «Днепр» (г. Могилев).

Несмотря на изнуряющую жару, команда выступила достойно, заняв 15-е место среди 36 команд. Из шести сыгранных матчей три стали победными, один закончился ничьей.

Лучшим бомбардиром чемпионата в возрастной категории U13 был признан игрок команды «Энергетик» – воспитанник могилевского «Днепра» Даниил Колеснев. На его счету – 11 забитых голов.

«Когда я получил кубок лучшего бомбардира, я просто потерял дар речи! – сказал Даниил. – Я не ожидал, что смогу добиться такого успеха. Это заслуга, конечно, и всей команды. На пьедестал я вышел с белорусским флагом. Я горжусь тем, что я белорус, и очень рад, что смог прославить свою страну на весь мир».

Подготовлено по материалам Белорусского профессионального союза работников энергетики, газовой и топливной промышленности



CASE-IN: ТРИУМФ МОЛОДЫХ ЭНЕРГЕТИКОВ БЕЛАРУСИ



30 мая в Москве состоялся финал XIII сезона престижного Международного инженерного чемпионата CASE-IN. За звание лучших в номинации «Лига молодых специалистов» боролись девять команд – из Азербайджана, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, России и Узбекистана.

Участникам предложили решить кейс «ТЭК СНГ: сотрудничество для устойчивого развития». Белорусские энергетики заняли сразу два призовых места: первое досталось команде РУП «Гомельэнерго», второе – РУП «Брестэнерго».

Гомельскую энергосистему представляли **Артем Браим, Кирилл Дмитричков, Вадим Ляшенко и Дмитрий Rogовский**. Они успешно защитили проект по трем направлениям:

- развитие атомной энергетики с реализацией «замкнутого топливного цикла» и использованием энергии термоядерного синтеза;
- цифровая трансформация энергопространства стран СНГ с акцентом на технологии блокчейна и искусственного интеллекта;
- формирование водородной инфраструктуры с использованием электролизеров для продления срока службы трубопроводов.

В состав команды РУП «Брестэнерго» вошли **Михаил Мазанович, Андрей**



Мензелев, Андрей Протасевич и Ирина Селюк. Они представили стартап по внедрению таких технологий, как Power-to-Gas (P2G) и высоковольтные линии постоянного тока (HVDC). Первая предполагает преобразование избыточной электроэнергии в водород, который можно хранить, перевозить и использовать в промышленности и на транспорте. HVDC-технология делает возможной передачу электроэнергии на большие расстояния с ми-

нимальными потерями. Проект команды включает создание цифровой платформы, применение ИИ, блокчейна (распределенной базы данных) и дронов для мониторинга ЛЭП.

Решения обеих команд направлены на повышение надежности энергоснабжения, снижение выбросов CO₂, цифровизацию, формирование единого энергорынка и обеспечение энергонезависимости стран СНГ.

Молодые белорусские инженеры ежегодно занимают лидирующие позиции на соревнованиях CASE-IN, подтверждая свои высокие компетенции и достойный уровень подготовки.

Поздравляем команды с победой!

**XXIX БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

ENERGY EXPO

energyexpo.by

green
industry

e
trans

oil & gas
technologies

ATOMEXPO
Belarus

exp--light

water & air
technologies

eCity

7-10 октября

Минск
Беларусь **2025**

Минск, пр. Победителей, 20/2