

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (106) июль–август 2025

**XXIX БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ**



green
industry

e
trans

oil & gas
technologies

ATOMEXPO
Belarus

exp-light

water & air
technologies

eCity

energyexpo.by

7-10 октября

Минск
Беларусь **2025**

Минск, пр. Победителей, 20/2

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



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

Читайте в номере:

- 13 стр. **Создание единой информационной платформы энергетики**
По итогам коллегии Минэнерго
- 30 стр. **Подготовка специалистов в области кибербезопасности**
- 34 стр. **Инновационная политика ГПО «Белтопгаз»**
- 38 стр. **Формирование и развитие ядерного права в Беларуси**
- 58 стр. **Применение искусственного интеллекта для обучения персонала**



9 772310 673007

ISSN 2310 - 6735





С ДНЕМ РАБОТНИКОВ
НЕФТЯНОЙ, ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ!



С ДНЕМ
СТРОИТЕЛЕЙ!



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»
- Пенязьков О.Г.**, д.ф.-м.н., академик НАН Беларуси, директор Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси
- Прищепов М.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
- Прудникова О.Ф.**, директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии
- 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. | компьютерный дизайн |
| Данюкова А.В. | 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 25.08.2025 г., формат 60х90/4, тираж 1270 экз., заказ № 3690.

© ОАО «Экономэнерго», 2025



НОВОСТИ

- 4** Государство и общество
- 6** ТЭК Беларуси
- 9** Итоги работы организаций Минэнерго за январь–июнь 2025 года
- 10** На пути к общему электроэнергетическому рынку ЕАЭС
По итогам IV Евразийского экономического форума
- 13** Создание государственной информационной платформы Минэнерго – новый этап цифровой трансформации отрасли
По итогам заседания коллегии Министерства энергетики
- 18** Личная ответственность каждого – залог выполнения Директивы № 1
По итогам заседания коллегии Министерства энергетики

Мировая энергетика

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 23** Методика оценки пропускной способности электросетей потребителей частного жилого фонда
Д.И. Зализный, Ю.А. Рудченко, А.А. Капанский, Д.Г. Кроль, В.В. Павлов, Д.А. Спивак, Ю.И. Круголь
- 26** Сравнительный анализ эффективности традиционной и жидкой теплоизоляции
И.В. Василевский

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 30** Кибербезопасность больших систем: киберучения как способ подготовки специалистов
А.В. Кабанов

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

- 34** Инновационная политика ГПО «Белтопгаз» направлена на устойчивое развитие отрасли
А.Г. Радовня, М.В. Хомищевич

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- 38** Особенности ядерного права и его развитие в Республике Беларусь
О.М. Луговская

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

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 43** Влияние пленок соединений железа на противомиграционные свойства белорусского суглинки по отношению к ^{60}Co при изоляции низкоактивных радиоактивных отходов
А.А. Баклай, Т.Г. Леонтьева, Д.А. Кузьмук, А.С. Онищук, Н.А. Маковская

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 47** Требования к средствам индивидуальной защиты от падения с высоты
В.И. Поляков, О.Б. Полякова

МИРОВОЙ ОПЫТ

- 51** Развитие водородной энергетики в странах ЕАЭС
- 55** Будущее мировой ядерной энергетики

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 58** Опыт применения технологий искусственного интеллекта для систематизации знаний и подготовки кадров в области энергетики
П.А. Сазонов, Л.С. Лазута

БЕЛАРУСЬ ПОМНИТ

- 61** Они приближали Победу
К 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО

- 65** Пересмотрены требования к обеспечению безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования. Часть 2
Комментарии к ТКП 608-2025 (33240)
В.В. Гордиенко
- 70** Внесены изменения в положения ТКП 339
Комментарии к ТКП 339-2022 (33240)
В.П. Орлова
- 71** Новости законодательства (июль – август)



УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

От имени Министерства энергетики Республики Беларусь и от себя лично поздравляю вас с Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности.

Этот день объединяет многотысячные коллективы предприятий, успешное функционирование которых является драйвером социально-экономического развития и залогом энергетической безопасности нашей страны.

Сегодня организациями газовой и торфяной промышленности Беларуси на высоком уровне выполняются важные государственные и отраслевые задачи. Ежедневно усилиями каждого из вас создаются комфортные условия для жизни населения и работы реального сектора экономики, обеспечивается безопасное и устойчивое снабжение потребителей.

Благодаря поддержке Главы государства предприятия отрасли прошли важнейшие этапы модернизации, значительно укрепили свой производственный и научно-технический потенциал.

К этой дате мы подходим с достойными результатами. В республике газифицированы все города, районные центры и поселки городского типа, а также 3,8 тыс. агрогородков и деревень. Развивается газораспределительная система. На сегодняшний день протяженность сетей газоснабжения составляет свыше 68 тыс. км. Только в этом году газифицировано природным газом более 5 тыс. квартир.

Свой вклад в повышение энергетической независимости вносит торфяная промышленность. Созданная на предприятиях научно-производственная база позволяет успешно внедрять новые технологии, расширять ассортимент выпускаемой продукции, наращивать экспортный потенциал.

За каждым достижением стоят ваш труд, самоотдача и высокий профессионализм, благодаря которым отрасль уверенно развивается, реализует значимые проекты и вносит вклад в экономику страны.

Впереди – новые цели и задачи. Для их реализации у нас есть все необходимое: знания, опыт и желание двигаться вперед.

В этот праздничный день выражаю вам, дорогие друзья, искреннюю признательность за достигнутые успехи, верность своему делу, добросовестность и мастерство. Лучшие трудовые традиции и любовь к профессии передаются молодым специалистам, за что отдельные слова благодарности ветеранам отрасли.

От всей души желаю вам и вашим близким крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых профессиональных достижений!

**Министр энергетики Республики Беларусь
Д.Р. Мороз**

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ, ВЕТЕРАНЫ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ!

От имени аппарата управления государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз» и от себя лично сердечно поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности.



Главное достояние нашей отрасли – это надежные и трудолюбивые люди. От слаженной добросовестной работы коллективов предприятий, от личных и профессиональных качеств каждого из вас зависят показатели деятельности всего объединения.

Сегодня «Белтопгаз» – это крепкая команда единомышленников, сплоченных общей целью и готовых решать самые амбициозные задачи. Благодаря вашему труду и самоотдаче с начала года введено в эксплуатацию 364,2 км новых газопроводов, газифицировано более 5,4 тыс. квартир. Природный газ пришел в семь сельских населенных пунктов, включая два агрогородка. Эти результаты – яркое свидетельство эффективности работы газового комплекса, направленной на повышение качества жизни людей.

Динамично развивается торфяная промышленность республики. За шесть месяцев текущего года организациями ГПО «Белтопгаз» добыто 520 тыс. т торфа, произведено более 340 тыс. т торфяных брикетов и сушенки, а также порядка 89 тыс. т продукции нетопливного назначения.

Вместе с газовиками и торфяниками профессиональный праздник отмечают работники подрядных и проектных организаций объединения, а также организаций, занимающихся подготовкой кадров и повышением их квалификации. Их труд во многом определяет техническое состояние отрасли и вносит значительный вклад в общий успех.

Отдельные слова благодарности – нашим уважаемым ветеранам. Их беззаветное служение профессии, традиции и трудовой опыт служат основой для достижений нынешних поколений работников газовой и торфяной отраслей.

Желаю всем, кто причастен к созданию и развитию таких важных сфер экономики, как газоснабжение и торфяная промышленность, дальнейших успехов и новых побед! Пусть ваша энергия и профессионализм остаются надежной опорой для стабильной работы объединения и процветания нашей страны.

Крепкого здоровья, счастья и благополучия вам и вашим семьям!

**Генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
В.В. Ковалев**

ВЕЭС рассмотрел актуальные вопросы евразийской интеграционной повестки



27 июня в Минске состоялось первое в этом году заседание Высшего Евразийского экономического совета (ВЕЭС). Главы государств – членов ЕАЭС рассмотрели вопросы интеграционной повестки, в том числе реализацию стратегии экономической интеграции, совершенствование права Союза, развитие торговли и рынка услуг, регулирование деятельности субъектов естественных монополий, взаимодействие в области спорта и другие аспекты сотрудничества.

Обсуждая ход выполнения Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции до 2025 года, члены ВЕЭС отметили, что реализация документа придала импульс интеграции по всем ключевым направлениям.

В рамках мероприятия главы государств подписали IV Большой Протокол, которым внесены поправки в Договор о ЕАЭС. Изменения направлены на устранение пробелов в правовом регулировании и касаются, в частности, технического регулирования, электроэнергетики, конкуренции и финансовых рынков.

В ходе заседания был принят доклад о реализации планов либерализации по отдельным секторам услуг в рамках ЕАЭС, подведены итоги применения Правил регулирования торговли услугами за 2023–2024 годы, а также итоги прошлого года в сфере регулирования естественных монополий. При рассмотрении основных направлений международной деятельности ЕАЭС было отмечено, что за прошедшие годы позиции Союза на международной арене значительно укрепились.

Беларусь намерена вносить весомый вклад в деятельность ШОС

Впервые в истории своего полноформатного членства в Шанхайской организации сотрудничества Беларусь приняла участие в заседании Совета министров иностранных дел государств – членов ШОС. Мероприятие состоялось 15 июля в г. Тяньцзине (Китай). Белорусская сторона была представлена делегацией во главе с Министром иностранных дел Максимом Рыженковым.

В ходе заседания глава МИД республики заявил, что Беларусь намерена вносить весомый вклад в деятельность ШОС, используя свой транзитный, промышленный и научный потенциал. Министр также озвучил готовность страны стать постоянной площадкой для профильных мероприятий организации, содействовать в ее рамках упрощению торговли, развитию цифровой экономики и искусственного интеллекта, формированию финансовой инфраструктуры.

В этом контексте Максим Рыженков напомнил об инициативе Президента Беларуси о создании на евразийском пространстве глобального транзитного хаба. Кроме того, принимая во внимание изначальную миссию ШОС – обес-



печение региональной безопасности, глава белорусской дипломатии предложил активнее задействовать организацию в качестве площадки для обсуждения положений Евразийской хартии многообразия и многополярности в XXI веке.

По итогам заседания принят ряд решений по подготовке предстоящего саммита ШОС, который пройдет в Китае с 31 августа по 1 сентября.

ГОСУДАРСТВО И ОБЩЕСТВО

Беларусь поддерживает механизмы экономического взаимодействия БРИКС

6–7 июля в Бразилии прошел XVII саммит БРИКС. Беларусь впервые приняла участие в мероприятии в статусе государства – партнера объединения. Республику представил Министр иностранных дел Максим Рыженков.

Одним из важнейших вопросов повестки саммита стало создание независимых механизмов экономического взаимодействия. Последние инициативы БРИКС обозначили

Выступая на расширенной сессии «Укрепление многостороннего сотрудничества, финансово-экономические отношения, искусственный интеллект», Максим Рыженков сделал ряд важных заявлений. В частности, он отметил, что Беларусь видит в БРИКС стратегическую платформу будущего и готова внести вклад в построение суверенной экономической архитектуры объединения. В связи с этим

в марте текущего года Беларусь подала заявку на вступление в состав членов Нового банка развития БРИКС.

Министр иностранных дел Беларуси также заявил о готовности страны стать платформой для создания современных логистических хабов БРИКС, и особо подчеркнул критическую важность роли объединения как опоры многополярного мира.



курс на построение финансовой архитектуры, основанной на суверенитете, взаимном доверии и технологической независимости. Сотрудничество государств-членов в платежной сфере развивается по трем ключевым направлениям: расширение расчетов в национальных валютах, гармонизация финансовых рынков и обеспечение кибербезопасности платежных систем. На практике это выражается в заключении двусторонних соглашений о взаиморасчетах, разработке общих стандартов и создании защищенной финансовой инфраструктуры.

По итогам саммита главы государств-членов приняли декларацию «Укрепление сотрудничества Глобального Юга для более инклюзивного и устойчивого управления». В ней лидеры БРИКС выступили против гонки вооружений в космосе, а также за создание безопасной и стабильной цифровой среды, подтвердили приверженность борьбе с любыми видами терроризма и отвергли односторонние меры, принимаемые под предлогом решения экологических проблем.

Межправсовет ЕАЭС рассмотрел ход реализации стратегии экономической интеграции Союза

14–15 августа 2025 года в г. Чолпон-Ате (Кыргызстан) под председательством Премьер-министра Республики Беларусь Александра Турчина состоялось заседание Евразийского межправительственного совета (ЕМПС).

На мероприятии было рассмотрено 20 ключевых тем, касающихся развития интеграционных процессов в рамках ЕАЭС. В узком составе участники обсудили реализацию Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции до 2025 года, а также актуальные вопросы в сфере таможенного и налогового регулирования. В расширенном составе был предметно рассмотрен ряд документов, в том числе Программа развития биржевых торгов на общем организованном рынке товаров ЕАЭС, годовой отчет ЕЭК о состоянии конкуренции на трансграничных рынках и мерах по пресечению нарушений общих

правил, доклады о ходе формирования в 2024 году общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов и др.

Со стороны Республики Беларусь был предложен ряд инициатив и озвучены важные тезисы. В частности, Александр Турчин сделал акцент на необходимости быть на шаг впереди в вопросах цифровизации. Он предложил проанализировать состояние и развитие этого направления в Союзе и рассмотреть возможность кодификации данной работы как отдельной главы в базовом договоре. «Это упростит восприятие регуляторики и одновременно увеличит скорость процессов и повысит их качество, подчеркнет особую важность цифровизации как безусловного приоритета Евразийского экономического союза», – отметил глава Правительства Беларуси.

ТЭК БЕЛАРУСИ

Одобрён план программы сотрудничества стран СНГ в атомной отрасли

18 июля в рамках 106-го заседания Экономического совета СНГ в г. Москве одобрен проект Плана мероприятий по реализации второго этапа (2026–2030 годы) Рамочной программы сотрудничества государств – участников СНГ в области использования атомной энергии в мирных целях на период до 2030 года. Участником программы является и Беларусь. Проект документа будет внесен на рассмотрение Совета глав правительств СНГ, заседание которого пройдет в Минске в сентябре.



Планируется, что основные усилия будут направлены на развитие и совершенствование ядерных инфраструктур, систем безопасности на объектах атомной энергетики, а также расширение применения ядерных технологий в медицине, сельском хозяйстве и промышленности.

Статус базовой организации государств – участников СНГ по вопросам развития национальных ядерных инфраструктур получила компания «Росатом – Международная сеть». Она будет курировать разработку совместных программ для стран Содружества.

Беларусь и Узбекистан планируют развивать сотрудничество в атомной энергетике

5 августа в Министерстве энергетики Беларуси Министр Денис Мороз провел встречу с делегацией агентства «Узатом» под руководством директора Азима Ахмедхаджаева. Стороны обсудили возможности взаимодействия в области развития ядерной энергетической инфраструк-

туры, подготовки кадров, обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, интеграции АЭС в энергосистему.

«Беларусь открыта для партнерства и готова обмениваться опытом», – отметил Министр и заявил, что белорусская сторона может принять участие в реализации проекта по сооружению АЭС в Узбекистане в случае заинтересованности узбекской стороны. Денис Мороз подчеркнул, что строительство и ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС обеспечили не только энергетическую безопасность страны, но и динамичное развитие смежных отраслей, электрификацию жилфонда для целей отопления, расширение электромобильности, а также стало стимулом для реализации инновационных проектов в ключевых секторах экономики.

6 августа делегация «Узатома» посетила Белорусскую АЭС, где состоялась встреча с главным инженером станции Анатолием Бондарем, представителями Департамента по ядерной энергетике Минэнерго и ГПО «Белэнерго».

Белорусская АЭС подписала соглашения о научно-техническом сотрудничестве

12 июля на Белорусской АЭС состоялась рабочая встреча руководства станции с представителями ГПО «Белэнерго», РУП «БЕЛТЭИ» и Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси (ИТМО).

Участники встречи рассмотрели вопросы научно-технического сопровождения эксплуатации БелАЭС, обсудили задачи его дальнейшего развития и предложения по их решению, а также наметили ряд перспективных направлений деятельности. Была отмечена необходимость постоянного научного мониторинга для поддержания высокого уровня безопасности и эффективности работы энергоблоков на протяжении всего жизненного цикла станции.

По итогам мероприятия РУП «Белорусская атомная электростанция» подписало соглашения о научно-техническом сотрудничестве с РУП «БЕЛТЭИ» и ИТМО. Договоренности позволят объединить усилия сторон для реализации проектов в области научно-технического сопровождения БелАЭС, создать условия для обучения, повышения квалификации и стажировок персонала, а также совместно участвовать в мероприятиях, способствующих повышению качества выполнения работ (услуг).

Парламентарии обсудили практику применения законодательства в области использования атомной энергии

14 августа в ходе заседания Постоянной комиссии по промышленности, энергетике, транспорту, связи и цифровому развитию Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь парламентарии обсудили вопросы совершенствования законодательства в области обеспечения безопасности при использовании атомной энергии,





Состоялось заседание Экономического совета ГПО «Белтопгаз»

31 июля – 1 августа 2025 года на базе филиала ТП «Березинское» УП «МИНСКОБЛГАЗ» под председательством заместителя генерального директора ГПО «Белтопгаз» – председателя экономического совета Владимира Скворцова состоялось выездное заседание Экономического совета объединения.

Среди ключевых тем – оптимизация структуры и штатного расписания, актуализация должностных инструкций и устранение дублирующих функций; коллективные договоры и порядок оплаты труда, включая тарификацию, применение коэффициентов и системы премирования, внедрение сдельной оплаты труда и выплаты материальной помощи с контролем их соответствия нормативам.

Участники заседания также проанализировали выполнение бизнес-плана за первое полугодие 2025 года. По итогам мероприятия приняты решения, направленные на повышение эффективности и устойчивого развития предприятий торфяной промышленности.

регулирования работы оптового и розничного рынков электроэнергии, а также формирования государственной программы «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы. Мероприятие прошло на базе учебно-тренировочного центра Белорусской АЭС с участием Министра энергетики Дениса Мороза.

Было отмечено, что национальное законодательство обеспечивает надежную основу для эффективного и безопасного развития атомной отрасли. В ходе формирования ядерного права был использован лучший международный опыт, учтены рекомендации МАГАТЭ.

Работа по дальнейшему развитию и совершенствованию законодательной базы продолжается. В настоящее время идет детальное обсуждение технико-экономического обоснования сооружения новой АЭС или третьего энергоблока на действующей. «Наше активное взаимодействие с депутатским корпусом будет содействовать достаточно быстрой подготовке всей необходимой нормативно-правовой базы, чтобы обеспечивать рост экономического благополучия страны за счет более эффективной энергетики, в том числе за счет использования атомной энергии», – подчеркнул Денис Мороз.

Объемы реконструкции электросетей удвоились

В Беларуси 100 % населения имеет доступ к электрической энергии. «Это уникальная возможность. Далеко не во всех странах мира она есть», – заявил Министр энергетики Денис Мороз в ходе встречи с трудовым коллективом Белорусской ГРЭС.

В контексте модернизации электросетевой инфраструктуры, Министр сообщил, что за первое полугодие текущего года было введено в эксплуатацию свыше 1000 км электрических и более 83 км тепловых сетей. До конца года планируется построить и модернизировать порядка 3500 и 240 км сетей соответственно, что станет важным шагом на пути к достижению стратегических целей в этом направлении.

Это сложная, но решаемая задача, с которой Министерство успешно справляется, отметил Денис Мороз. За последние три-четыре года удалось значительно увеличить производственные мощности по модернизации инфраструктуры, что позволило удвоить объемы реконструкции электросетей. К концу следующей пятилетки ставится амбициозная цель выйти на уровень реконструкции порядка 5000 км сетей в год, что необходимо для удовлетворения растущих потребностей населения и экономики.

Природный газ пришел еще в один агрогородок Гомельской области

Выступая 1 июля на торжественной церемонии, посвященной пуску газа в аг. Люденевичи Житковичского района, Министр энергетики Денис Мороз подчеркнул, что в стране уделяется большое внимание повышению комфорта проживания людей, особенно в сельской местности.

Люденевичи стали 145-м газифицированным агрогородком Гомельской области. Общая протяженность газопровода составляет более 16 км. Его строительство заняло 8 месяцев – на два меньше, чем планировалось. Реализация проекта обеспечит развитие газораспределительной системы Житковичского района и позволит перевести с сжиженного на природный газ четыре близлежащих населенных пункта (Березина, Дедовка, Загорбашье, Селко) с более чем 170 потребителями.

Перед Министерством энергетики стоит амбициозная задача – с 2021 по 2025 год повысить уровень комфортности для жителей более чем 1,8 тыс. населенных пунктов.



Вручены награды победителям и лауреатам Премии Правительства за достижения в области качества



Поздравляем победителей с заслуженной наградой!

18 июля во Дворце Республики в торжественной обстановке заместитель Премьер-министра Виктор Каранкевич вручил награды 40 организациям – победителям и лауреатам Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества за 2024 год.

Среди организаций, входящих в систему Министерства энергетики, звания лауреата Премии Правительства удостоились РУП «Белорусская атомная электростанция» и УП «Витебскоблгаз».

Хрустальный кубок и диплом победителя из рук заместителя Премьер-министра получили генеральный директор Белорусской АЭС Сергей Бобович и заместитель генерального директора по качеству Александр Ерин, а также первый заместитель генерального директора – главный инженер УП «Витебскоблгаз» Сергей Свириденко.

БелАЭС подтвердила соответствие международным стандартам ядерной безопасности

В Беларуси выдан первый сертификат соответствия системы менеджмента качества (СМК) СТБ ISO 19443-2023 – его получило РУП «Белорусская атомная электростанция». Сертификацию СМК провел Белорусский государственный институт метрологии.

СТБ ISO 19443-2023 устанавливает специальные, более строгие в части ядерной безопасности, требования к СМК организаций, участвующих в цепи поставок атомной энергии. Его применение показывает, что Беларусь стремится обеспечить максимальный уровень безопасности на БелАЭС и в целом в сфере использования атомной энергии, демонстрируя соответствие национальных требований международным стандартам.

В ГПО «Белтопгаз» обсудили вопросы интеллектуальной собственности

С 13 по 15 августа на базе РУП «СГ-ТРАНС» состоялось 12-е заседание Юридического совета ГПО «Белтопгаз», посвященное актуальным вопросам интеллектуальной собственности и цифрового развития.

Участники обменялись опытом, поделились лучшими практиками и выработали рекомендации по совершенствованию системы защиты интеллектуальной собственности в объединении. В ходе обсуждения также были рассмотрены практические кейсы, связанные с нарушением прав интеллектуальной собственности, и способы их защиты.

Полученные знания и навыки позволят участникам эффективно реагировать на вызовы цифровой экономики и обеспечивать надежную защиту интеллектуальной собственности, что будет способствовать устойчивому развитию отрасли.

Состоялись переговоры о сотрудничестве в сфере газоснабжения

С 8 по 10 июля делегация ООО «Газпром межрегионгаз» (Россия) во главе с генеральным директором Сергеем Густовым посетила ГПО «Белтопгаз» и газоснабжающие организации Беларуси. В ходе визита прошли переговоры, направленные на укрепление сотрудничества и развитие совместных проектов. Особое внимание было уделено расширению присутствия организаций объединения на рынке России для оказания услуг по проектированию и строительству объектов газораспределительной системы в российских регионах, в том числе по программам догазификации.



В результате реализации совместных белорусско-российских проектов в 2023–2024 годах было построено свыше 90 км газовых сетей, газифицировано 555 объектов. Экспорт строительных услуг в прошлом году вырос более чем в 4 раза и превысил \$ 2,5 млн.

В завершение визита Сергей Густов отметил, что практики организаций ГПО «Белтопгаз» в области безопасности и инновационных решений заслуживают внимания. Трехдневный визит в Беларусь заложил основу для дальнейшего сотрудничества в сфере газоснабжения, производства оборудования и обмена опытом.

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



ИТОГИ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ МИНЭНЕРГО за январь – июнь 2025 года

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Выработка электроэнергии
энергоисточниками
ГПО «Белэнерго» **21,7 млрд кВт·ч**

Отпуск
тепловой энергии **18,7 млн Гкал**

Потребление электро-
энергии в республике **21,7 млрд кВт·ч**

Удельный расход условного топлива:

на отпуск электроэнергии **225,4 г/кВт·ч**

на отпуск тепловой
энергии **165,9 кг/Гкал**

Технологический расход энергии на ее транспорт:

в электрических сетях **7,52 %**

в тепловых сетях **6,28 %**

Модернизация инфраструктуры

Построено
и реконструировано
ВЛ 0,4–330 кВ **1000,7 км**

Заменено тепловых сетей **83,3 км**

Введены: ПС 220 кВ «Столбцы»
ПС 35/10 кВ «Станьково»,
ПС 35/10 кВ «Хиничев»
ТП 10 кВ в г. Шклове

Реконструкция ПС:

330 кВ «Микашевичи», «Полоцкая»,
«Орша», «Слуцк», «Лида»

110/10 кВ «Зеленый Луг», «Сторожевская»,
«Пинск-Западная», «Дзержинск»,
«Береговая», «Западное»,
«Заямное», «Лесковка»

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

ПОСТАВЛЕНО потребителям республики:

природного газа **8,8 млрд м³**

сжиженного газа **18,3 тыс. т**

Газифицировано
природным газом **5373 квартиры**

Переведено со сжиженного
на природный газ **1200 квартир**

Введено в эксплуатацию
газопроводов **364,2 км**

ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ПРОИЗВЕДЕНО
торфяной продукции **573,5 тыс. т**

в том числе:

топливной группы **481,1 тыс. т**

нетопливной группы **92,4 тыс. т**

РЕАЛИЗОВАНО
торфяной продукции: **522,5 тыс. т**

в том числе:

топливной группы **430,0 тыс. т**

нетопливной группы **92,5 тыс. т**

ОТВЕДЕНО
земельных участков
для добычи торфа **414,2 га**

ПОСТРОЕНО
полей добычи торфа **325,9 га**

По материалам Минэнерго

НА ПУТИ К ОБЩЕМУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ РЫНКУ ЕАЭС

По итогам IV Евразийского экономического форума



Знаковым событием повестки международного сотрудничества в рамках ЕАЭС стал IV Евразийский экономический форум, приуроченный к заседанию Высшего Евразийского экономического совета. Мероприятие прошло 26–27 июня в г. Минске в рамках председательства Республики Беларусь в органах Евразийского экономического союза в 2025 году. Участие в форуме приняли главы государств – членов ЕАЭС, а также государств-наблюдателей. Участники ЕЭФ-2025 обсудили актуальные направления экономической интеграции стран Союза, в том числе вопросы формирования общего электроэнергетического рынка.

Центральным событием форума стала пленарная сессия «Стратегия евразийской экономической интеграции: итоги и перспективы». Открывая заседание, Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко констатировал, что Евразийский экономический союз уже перешагнул десятилетний рубеж с момента его создания и вопреки скептикам показал способность к взаимоприемлемым решениям и рабочим компромиссам. Объединение не просто функционирует, но и добивается успеха по основным параметрам: более чем в два раза увеличился взаимный товарооборот стран-участниц, значительно вырос объем внешней торговли (на 37 %) и инвестиций (более чем на 40 %), почти вдвое снизился уровень безработицы. Но успокаиваться на достигнутом нельзя. Президент Беларуси заявил о необходимости как минимум удвоить долю ЕАЭС в объеме мирового ВВП за следующие 10 лет. «В нашем распоряжении есть все инструменты, которые многие страны только пытаются создавать. Сейчас основная задача – увеличить эффективность их использования на благо реальной интеграции», – отметил Глава государства.

Деловая программа форума включала 35 тематических мероприятий: панельные сессии, круглые столы, советы руководителей государственных органов, целевые мероприятия для бизнес-сообщества в различных форматах. Их участники обсудили широкий круг вопросов стратегического развития Союза – от экономического сотрудничества до состояния и перспектив евразийского права.

Общий электроэнергетический рынок ЕАЭС – взгляд в будущее

Одним из важных событий деловой повестки ЕЭФ-2025 стал круглый стол «Общий электроэнергетический рынок ЕАЭС – взгляд в будущее», посвященный перспективам интеграции рынков электроэнергии государств евразийской «пятерки». В его работе приняли участие представители более 50 отраслевых организаций. В качестве спикеров выступили руководители и эксперты инфраструктурных и биржевых организаций, а также руководители энергетических ведомств стран ЕАЭС, в том числе Министр энергетики Республики Беларусь Денис Мороз.

Справочно:

Формирование общего электроэнергетического рынка (ОЭР) ЕАЭС происходит в несколько этапов, включая разработку и принятие нормативно-правовых документов, создание инфраструктуры для торговли электроэнергией, гармонизацию технических регламентов и правил эксплуатации электроэнергетических систем.

Приветствуя участников круглого стола, Министр по энергетике и инфраструктуре ЕЭК Арзыбек Кожошев отметил, что электроэнергетика – это базис экономики, одна из основных сфер экономической деятельности, оказывающая

весомое влияние на весь реальный сектор. Он констатировал, что ЕАЭС создает уникальный, беспрецедентный электроэнергетический рынок и уже добился серьезных результатов. Так, за последние два года были приняты четыре важнейших для функционирования ОЭР документа:

- правила определения и распределения пропускной способности межгосударственных сечений;
- правила доступа к услугам по межгосударственной передаче электрической энергии (мощности);
- правила взаимной торговли электрической энергией;
- правила информационного обмена.

Определены три оператора централизованной торговли по срочным контрактам (российский, белорусский и казахстанский) и операторы торговли «на сутки вперед». В настоящее время ведется разработка Договора о присоединении к общему электроэнергетическому рынку. Из 10 регламентов документа четыре уже приняты, и есть предпосылки к тому, что до конца текущего года стороны примут остальные. Арзыбек Кожошев констатировал, что темпы формирования ОЭР в рамках Союза опережают темпы создания прочих рынков энергоресурсов. Планируется, что в следующем году рынок пройдет тестирование и с 1 января 2027 года начнет работать.



На текущем этапе интеграционного процесса важнейшим фактором становится практическая готовность инфраструктурных организаций ЕАЭС к функционированию полноценного ОЭР, который обеспечит равный доступ к различным видам трансграничной торговли электроэнергией. В совокупности это позволит выровнять графики нагрузок в энергосистемах и в конечном итоге повысит энергетическую безопасность государств Союза.

Справочно:

Ожидается, что ОЭР ЕАЭС позволит странам-участницам отказаться от избыточного строительства генерирующих мощностей, оптимизировать структуру производства и потребления электроэнергии и снизить цены на нее для конечных потребителей.

Участники круглого стола отметили прогресс в формировании нормативной базы ОЭР ЕАЭС и в создании биржевых инструментов торговли на нем, рассмотрели особенности реформирования и развития внутренних рынков электроэнергии в контексте интеграции, обсудили перспективы и приоритеты развития реального сектора экономики и бизнес-сообщества Союза в условиях работы ОЭР.

Справочно:

Основополагающие принципы ОЭР ЕАЭС включают свободу перемещения электроэнергии, прозрачность правил торговли этим ресурсом и обеспечение равных, недискриминационных условий для всех субъектов рынка.

Электроэнергетический рынок. Белорусский контекст

Министр энергетики Беларуси Денис Мороз поддержал тезис о том, что электроэнергетика – это базис экономики. Именно электрическая энергия является наиболее удобным и универсальным ресурсом для преобразования в любой другой вид энергии (механическую, химическую и пр.) с целью последующего применения в реальном секторе. Поэтому каждое из государств ЕАЭС уделяет пристальное внимание формированию электроэнергетического рынка, и Республика Беларусь не является исключением.

Денис Мороз напомнил, что еще в начале 2010-х годов Беларусь, будучи энергодефицитной страной, была вынуждена импортировать достаточно большой объем электроэнергии из соседних государств. Эта ситуация создавала определенные угрозы энергетической безопасности. В связи с этим была принята соответствующая концепция, разработан и реализован план строительства Белорусской АЭС, которая была введена в промышленную эксплуатацию в 2023 году. В результате на настоящий момент вопрос импорта электроэнергии для нас закрыт, при этом создан необходимый потенциал для ее экспорта. Несмотря на то что ряд стран по политическим причинам разорвал энергетические связи с Беларусью, она открыта для сотрудничества по этому направлению в рамках ЕАЭС, Союзного государства и прочих форматов экономических отношений с соседями.

Важной составляющей ОЭР ЕАЭС являются внутренние рынки стран-участниц. Что касается Беларуси, то республика имеет хорошо развитую энергосистему установленной мощностью 13,5 ГВт. Эта мощность сосредоточена в шести вертикально интегрированных организациях, которые отвечают и за генерацию, и за сетевую инфраструктуру, и за сбыт электроэнергии. Такой принцип построения энергосистемы существенно влияет на экономические отношения между субъектами хозяйствования, занятыми выработкой электроэнергии. Некоторые из них являются энергодефицитными, другие – энергоизбыточными. Как следствие, между ними происходит перераспределение (купля-продажа) энергии для того, чтобы реализовывать ее конечному потребителю.

Министр отметил, что вопросами формирования электроэнергетического рынка Беларусь занимается продолжительное время, проявляя при этом осторожность, как и при любых других преобразованиях, которые могут привести к резким системным изменениям. В части электроэнергетики республика стремится сохранить тот ее функционал и принципы, которые на настоящий момент обеспечивают главное – надежную работу, снабжение потребителей энергией в достаточном количестве и по приемлемым тарифам, что в конечном итоге составляет основу конкурентоспособности экономики страны.



Факт подписания Республикой Беларусь в рамках ЕАЭС и Союзного государства документов, касающихся развития общего (объединенного) рынка электроэнергии, говорит о том, что страна созрела для следующих шагов. «Нам нужно формировать оптовый электроэнергетический рынок внутри республики, новую систему экономических взаимоотношений между производителями электроэнергии и ее оптовыми покупателями, – заявил Министр. – Так мы сможем добиться еще большего повышения экономической эффективности и надежности работы энергосистемы. Это то, чего от нас требует Президент: более эффективной и экономичной работы».

Денис Мороз подчеркнул, что развитие отечественного электроэнергетического рынка на этом не прекратится. Его последующее совершенствование будет включать регулирование отношений оптовых и индивидуальных покупателей электроэнергии.

Основные итоги

По мнению экспертов, Евразийский экономический форум стал значимой международной площадкой для открытого диалога. В мероприятиях ЕЭФ-2025 приняли участие более 2700 представителей 26 государств. Участники форума получили актуальную информацию о возможностях взаимовыгодного сотрудничества и обменялись опытом интеграционных процессов. Особый интерес вызвало обсуждение таких вопросов, как кооперация и технологическое сотрудничество, цифровая трансформация, развитие транспортной инфраструктуры и логистики, поддержка предпринимательства, формирование общих рынков и др.

Традиционно на полях мероприятия состоялись заседания президиума Делового совета ЕАЭС и консультативного комитета по взаимодействию ЕЭК и Делового совета.

В рамках форума Беларусь выступила с рядом инициатив, в частности внесла в ЕЭК предложения о разработке



единой программы развития кооперации и импортозамещения, а также комплекса мер по созданию благоприятных условий для взаимных капиталовложений.

Последний день форума был ознаменован подписанием двух важных международных документов – соглашения об экономическом партнерстве с Объединенными Арабскими Эмиратами и временного торгового соглашения с Монголией. Всего по итогам форума было подписано 13 соглашений и меморандумов, в том числе с участием белорусских компаний.

Ярким событием стало подведение итогов конкурса «Зеленая Евразия», организованного ЕЭК и Агентством стратегических инициатив по продвижению новых проектов. Лауреатами конкурса стали более 40 участников, в том числе пять – из нашей страны. Наградами отмечены 57 лучших климатических практик из Беларуси, Египта, Индонезии, Ирана, Казахстана, Кыргызстана, России и Узбекистана.

Организаторы форума отмечают, что он стал важным практическим инструментом взаимодействия деловых кругов и государственных органов стран ЕАЭС. Форум позволяет представителям власти, бизнеса и экспертного сообщества Союза сверить свои позиции по актуальным вопросам, установить деловые контакты и открыть новые перспективы для взаимовыгодного сотрудничества.

Подготовили Олег Соболев, Ольга Гончар

СОЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ МИНЭНЕРГО – НОВЫЙ ЭТАП ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ

По итогам заседания коллегии Министерства энергетики



18 июля на базе Государственного института повышения квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения «ГАЗ-ИНСТИТУТ» состоялось заседание коллегии Минэнерго по вопросам цифрового развития отрасли. Мероприятие прошло под председательством Министра энергетики Дениса Мороза с участием его заместителей Сергея Адаменко, Владислава Долгого, Сергея Реентовича и Константина Аношенко. В заседании также участвовали заместитель Министра связи и информатизации Юлия Шапкина, работники центрального аппарата Минэнерго, руководители и специалисты объединений и организаций отрасли, а также председатель Белорусского профсоюза работников энергетики, газовой и топливной промышленности Александр Кравченко. Еще более 500 руководителей и специалистов разного уровня приняли участие в мероприятии в формате видеоконференции. Для коммуникации было задействовано 120 студий по всей республике.

Участники заседания обсудили актуальные темы цифровой трансформации отрасли, в том числе создание единой ведомственной цифровой платформы, унификацию разработки программного обеспечения для отраслевых нужд, цифровизацию «жизненных ситуаций» и документооборота, информационную безопасность, потенциал использования искусственного интеллекта.

Открывая заседание коллегии, Денис Мороз отметил, что вопрос цифровизации энергетической сферы впервые рассматривается на коллегии Минэнерго комплексно, в том числе с точки зрения взаимодействия с другими органами государственного управления, и подчеркнул, что Министерство и подведомственные организации уделяют этой теме большое внимание. В производственных объединениях отрасли разработаны соответствующие стратегии, определены цели, задачи и порядок действий по переводу многих процессов, преимущественно технологических, в цифровые. В том или ином виде цифровизация затронет все отраслевые структуры: от центрального аппарата Министерства энергетики до районов электрических и газовых сетей.

Справочно:

Указом Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 года № 136 функции государственного управления процессами цифрового развития всех отраслей экономики возложены на Министерство связи и информатизации. Новые полномочия ведомства касаются регулирования деятельности по созданию и развитию государственных цифровых платформ, информационных систем и ресурсов, определения единой технической и технологической политики, в том числе единой архитектуры государственных цифровых платформ и требований к присоединяемым к ним информационным системам, и др.

Стратегические задачи построения единой информационной платформы Минэнерго

Выступая с докладом, Министр энергетики сообщил, что для обеспечения комплексного и гармоничного цифрового развития предложена доменная структура цифровизации экономики. Для каждой отрасли будет выделен свой домен, правила построения которого и его взаимодействие с другими доменами будут регулироваться на государственном уровне таким образом, чтобы между ними был обеспечен бесшовный транзит данных. К примеру, информация из домена Минэнерго будет доступна министерствам ЖКХ, здравоохранения, облисполкомам или другим органам госуправления, если в этом возникнет необходимость.

Домен энергетической отрасли будет построен на базе единой государственной информационной платформы Министерства энергетики (далее – ЕИП), которая объединит в общем цифровом пространстве все отраслевые управленческие структуры, производственные объединения и организации.

Денис Мороз подчеркнул, что реализация фундаментальных требований к формируемой платформе потребует в первую очередь временных, интеллектуальных и организационных ресурсов, и сформулировал стратегические задачи, которые предстоит решить.

Важной задачей в рамках построения ЕИП является формирование цифровых профилей физических и юридических лиц, что необходимо для обеспечения надлежащей коммуникации с потребителями. Сегодня в разных отраслевых организациях их идентификация происходит по-разному, вертикальной интегрированной структуры управления этими данными нет, ее предстоит разработать. Для работников системы Минэнерго необходимо создать единую систему идентификации и управления доступом к информации, что также предполагает создание цифрового профиля каждого работника. Эта задача будет решаться на основе программ учета кадров.

Учитывая количество и разноплановость технических, организационных и других задач, подлежащих решению посред-



ством ЕИП, для ее построения предполагается использовать микросервисную архитектуру, то есть отдельные функции, связанные с электроэнергетикой, газоснабжением и другими направлениями, будут реализованы в виде соответствующих цифровых сервисов, взаимодействие между которыми будет осуществляться на основе установленных протоколов передачи данных.

На ведомственном уровне будут определены единые требования и правила для разработки программного обеспечения для ЕИП. При этом каждая организация отрасли в той или иной степени сохранит возможность самостоятельно заниматься развитием ПО для обеспечения своей деятельности. С другой стороны, соблюдение единых требований позволит разным программным продуктам взаимодействовать в рамках «цифрового периметра» Минэнерго. Что касается уже разработанного и эксплуатируемого ПО, особого внимания потребует его бесшовная интеграция в ЕИП без потери данных и нарушения технологических процессов, которыми это ПО управляет.

Важным шагом должен стать переход к ускоренному циклу разработки ПО с минимизацией временных промежутков между постановкой конкретной задачи, формированием рабочей группы для ее решения, разработкой программного продукта, его апробированием и внедрением во всей системе Минэнерго. Дискретность разработки ПО для ЕИП должна составлять около трех месяцев. Чтобы выйти на такой темп, возможно, понадобится разбивать сложные программные комплексы на более простые модули.

Одним из ключевых требований к ЕИП является однократный ввод информации. Необходимо исключить ситуации, при которых данные, которые введены на низовом уровне, повторно вносятся на других уровнях или в других модулях ПО.

Новый этап цифровой трансформации отрасли должен привести к оптимизации всех бизнес-процессов, а также к упрощению работы руководителей и специалистов на разных уровнях, включая низовой. Работа инженера, мастера должна стать легче – они получают более быстрый доступ к информации для принятия управленческих решений либо организации работы.

Кроме того, внедрение ЕИП приведет к повышению эффективности взаимодействия Министерства энергетики и подведомственных организаций с другими госорганами, в том числе к сокращению документооборота как внутри системы Минэнерго, так и со сторонними организациями. В целом новый этап цифровизации повысит качество информации, используемой для выработки производственных,

ЗАДАЧИ информационной платформы

1. Обеспечение функционирования и взаимодействия всех элементов платформы
2. Обеспечение взаимодействия с госорганами, потребителями
3. Повышение управляемости отрасли
4. Формирование качественной аналитики
5. Создание системы формирования отраслевых заказов в целях стимулирования унификации закупок
6. Использование отраслевой технологической статистики в научных целях



**ОСНОВА
(ФУНДАМЕНТ)
ИНФОРМАЦИОННОЙ
ПЛАТФОРМЫ**

КОМПОНЕНТЫ и ТРЕБОВАНИЯ

1. Единая система идентификации и управления доступом

2. Микросервисная архитектура

3. Проинвентаризированные данные

4. Метаданные (каталог с описанием полей, справочники)

5. Унифицированная шина передачи данных

6. Единая облачная инфраструктура

7. Единые стандарты при разработке ПО

8. ПО с открытым исходным кодом

9. Центры компетенции по разработке и сопровождению платформы



10. Единообразие ведения бизнес-процессов

11. Безвозмездное распространение ПО

12. Создание аналитических платформ

административных и других решений, что, в свою очередь, повысит качество этих решений.

Технологические аспекты

С докладом «Технологические аспекты создания и функционирования единой информационной платформы Министерства энергетики» выступил директор филиала ПУ «АйТиГаз» – заместитель генерального директора УП «Витебскоблгаз» Владислав Васильев. В частности, он отметил, что разместить ЕИП планируется в облаке, которое управляется Республиканским центром обработки информации. Для повышения правового суверенитета и информационной безопасности компоненты ЕИП должны быть реализованы только на отечественном ПО с открытым исходным кодом. Это позволит избежать зависимости от сторонних поставщиков. Прикладное ПО платформы должно создаваться только офисными разработчиками организаций Минэнерго и распространяться между отраслевыми структурами на безвозмездной основе, а его исходные коды должны принадлежать Министерству.

Для создания ЕИП необходимо решить ряд важных технических вопросов, в том числе обеспечить доступ к ней со всех рабочих мест ведомственных предприятий, сформировать единую систему входа на платформу, создать уникальные базы и справочники, которые будут использоваться во всех программных комплексах одновременно. В первую очередь это единый справочник организационных структур предприятий, справочники сотрудников, адрес-

Организационные мероприятия

Разработка организационных, правовых и технических мероприятий по созданию и сопровождению платформы

Создать научно-технический совет по разработке ЕИП в составе замминистра, курирующего вопросы цифрового развития, офисов цифровизации, ЦКБ РУП «Минскэнерго», представителей ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», Госэнергонадзора, технических специалистов РУП

Разработка технического задания и пилотного проекта с тестированием (итерации по 3 месяца) с выбором области по пилотированию

Создать экспертный совет по разработке бизнес-процесса (услуга подключения к сети электроснабжения)

Технические мероприятия

1. Аренда ЦОД (beCloud)

2. Создание каналов связи, их шифрование белорусскими алгоритмами

3. Создание и ведение единых справочников в рамках Министерства энергетики (предприятий, адресов, абонентов и сотрудников)

4. Создание единой системы аутентификации и авторизации в рамках Минэнерго

5. Программное обеспечение для назначения прав

6. Обеспечение платформы виртуализацией, докеризацией, оркестрацией без использования проприетарных инструментов

7. Создание необходимой DNS-зоны для платформы

8. Обеспечение микросервисной архитектуры

9. Обеспечение документированного API для взаимодействия с ИС РУП и госорганов в рамках домена «Энергетика»

10. Развертывание и поддержание системы разработки и автоматической доставки кода

11. Отображение выданных ТУ и потенциальных потребителей на картографической основе

влекать субподрядчиков допустимо только для решения некоторых локальных задач. При этом в ходе внедрения различных программных средств, общих для всей системы, важно обеспечить стыковку их прикладных интерфейсов с существующими базами данных.

Стратегической целью Денис Мороз назвал внедрение искусственного интеллекта. Его использование позволит выявлять скрытые закономерности и прогнозировать изменения в технологических процессах, анализировать большие объемы данных, что важно для принятия управленческих решений, упростит работу по ряду направлений и улучшит качество обслуживания клиентов. Сегодня ИИ в автоматическом режиме может генерировать первичную информацию для последующей подготовки ответов на обращения граждан. В дальнейшем с его помощью могут быть реализованы подготовка и выдача ТУ, а также более сложные технологические и технические задачи.

ного пространства Республики Беларусь, потребителей, физических и юридических лиц.

ЕИП начнет полноценно функционировать после разработки и запуска бизнес-приложений. Прежде всего это касается документооборота и выдачи технических условий. Приложения должны соответствовать принципам микросервисной архитектуры, которая обеспечит слаженную работу разного ПО, позволит вносить данные в одном месте и использовать многократно в других местах. При этом важно не разрушить существующие на предприятиях системы цифровизации и автоматизации.

Кроме того, необходимо иметь центры компетенций по разработке и сопровождению платформы.

Денис Мороз, рассматривая в своем докладе данный вопрос, отметил, что многие из технических мероприятий, необходимых для создания ЕИП, в том или ином виде уже реализованы в структурных подразделениях отрасли. На следующем этапе нужно на уровне областных энергоснабжающих организаций и объединений провести инвентаризацию принятых решений и привести их к единообразию.

Министр подчеркнул, что в краткосрочной перспективе для запуска процесса создания ЕИП следует в рамках научно-технического совета при Минэнерго создать секцию по вопросам информатизации отрасли, а также экспертные группы по разработке соответствующих программных комплексов, интегрируемых в единую платформу. Ключевое требование – «авторами» всех сервисов, связанных с формированием ЕИП, должны быть офисы цифровизации Минэнерго и профильные специалисты отрасли. При-

Обеспечение кибербезопасности

С докладом о ключевых аспектах обеспечения кибербезопасности ЕИП Минэнерго выступил директор филиала «Центр кибербезопасности» РУП «Минскэнерго» Михаил Бусько. Основными задачами в области кибербезопасности он назвал защиту национальных интересов и развитие национальных компетенций, взаимодействие в рамках национальной системы обеспечения кибербезопасности, а также обеспечение защиты персональных данных и критически важных объектов информатизации (КВОИ).

В развитие темы Денис Мороз отметил, что рамках ЕИП будет обрабатываться большой массив информации, в том числе чувствительной и ценной, которая должна быть надежно защищена. При этом важно, чтобы затраченные на это средства не превышали многократно ценность защищаемой информации.

Важной составляющей кибербезопасности является решение вопроса о перемещении персональных данных потребителей между юрисдикциями. Так как действующее законодательство не допускает такую передачу персональных данных, необходимо обеспечить нормативное регулирование, которое позволит снять эти ограничения в рамках ЕИП. Минэнерго готовит соответствующую законодательную инициативу и рассчитывает на поддержку в этом вопросе Министерства связи и информатизации, заявил Министр.

Для работников организаций отрасли – пользователей ЕИП приоритетной задачей становится переосмысление

ими информационной политики и неукоснительное соблюдение правил информационной безопасности при осуществлении любых действий в цифровом пространстве, поскольку уязвимость крупных IT-платформ определяется самым слабым звеном. От любого работника может исходить угроза безопасности всей ЕИП, а значит, вопросами соблюдения персоналом информационной политики придется заниматься руководителям на всех уровнях.

Министр сделал акцент на необходимости продолжить работы по повышению кибербезопасности объектов информационной инфраструктуры системы Минэнерго, включая низовые структурные единицы, такие как районы электрических и газовых сетей.

Цифровизация «жизненных ситуаций»

Доклад о цифровизации «жизненных ситуаций» в энергетической отрасли представил директор филиала «Предприятие средств диспетчерского и технологического управления» РУП «Гродноэнерго» Александр Шатерник. Докладчик напомнил, что Стратегия цифрового развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы и на период до 2035 года предусматривает человекоцентрический подход, то есть ориентацию на потребности и благополучие граждан в процессе цифровой трансформации. Развитие цифровых технологий и услуг должно быть направлено на улучшение качества жизни людей, повышение их цифровой грамотности и равный доступ к цифровым возможностям.

Для обеспечения потребителя нужной информацией или услугой необходимо создание его цифрового профиля и формирование канонических правил, которые опишут данный профиль в полном или нужном объеме.

Цифровой профиль будет отражать не только объем потребления энергии, но и поведенческие предпочтения, технические характеристики подключения, а также участие потребителя в энергоэффективных инициативах. С помощью ИИ можно будет отслеживать рейтинг обращений, эффективность работы определенных структур, а также реакцию на изменения тарифов и введение гибкой тарифной политики. Наличие цифрового профиля позволит также реализовать задачу однократного входа в систему: один раз введя логин или пароль, потребитель получит доступ ко всем услугам.

Докладчик подробно остановился на технических нюансах цифровизации процесса выдачи ТУ на подключение к электроснабжению. Он рассказал о работе, которую ведет офис цифровизации РУП «Гродноэнерго» для создания ЕИП, назвал мероприятия, необходимые для размещения сервисов на платформе и создания основы для масштабирования успешных проектов по цифровизации отрасли.

Заостряя внимание на важности обсуждаемого вопроса, Денис Мороз подчеркнул один из основных посылов общей государственной политики: цифровизация в стране должна повернуться к человеку. Каждый житель республики должен

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Обеспечение безопасности персональных данных

Репликация особо важных данных на физических носителях

Системный подход к защите данных

Соответствие стоимости системы защиты и ценности защищаемых данных



почувствовать понятный и осязаемый эффект от ее проведения. Для этого и предусмотрена цифровизация «жизненных ситуаций», благодаря которой многие действия, ранее требовавшие физического присутствия человека, будут проходить в электронном виде.

Так, перед Минэнерго стоит задача до 2030 года оцифровать процедуру доступа к энергообеспечению (заключение договора на электро- или газоснабжение). Чтобы в электронном виде сформировать такой договор, необходимы ТУ на данную услугу, обращение за получением которых является начальной точкой «входа» потребителя в отраслевые цифровые сервисы и создания его цифрового профиля. Поэтому первоочередная задача – организовать в рамках ЕИП выдачу ТУ всеми предприятиями отрасли. Министр отметил, что в том или ином виде в отдельных организациях такая услуга уже реализована.

Предстоит интенсивная работа на всех уровнях

В завершение коллегии выступила заместитель Министра связи и информатизации Юлия Шапкина. Она отметила, что энергетическая отрасль является лидером цифрового развития как по уровню решений, так и по скорости их внедрения, и предложила совместно обеспечивать разработку цифровых решений и их объединение с республиканскими проектами.

Подводя итоги коллегии, Денис Мороз подчеркнул, что развитие цифровизации энергетики с учетом обозначенных сложных и амбициозных задач предполагает интенсивную работу на всех уровнях. Именно этим обстоятельством обусловлено привлечение к участию в заседании в очном и дистанционном формате столь широкого круга руководителей и специалистов. От каждого потребуются определенные усилия, чтобы, сохранив все существующие наработки и данные, встроить их в архитектуру будущей ЕИП.

Учитывая имеющиеся у отрасли ресурсы и возможности, нынешний уровень коммуникации с населением и юридическими лицами и другие факторы, система Министерства энергетики должна остаться в авангарде процессов цифровизации в стране. Денис Мороз также заявил, что верит в компетенции, знания специалистов отрасли и их способность решить эту задачу.

*Подготовили Олег Соболев, Ольга Гончар.
В материале использованы слайды,
предоставленные Минэнерго*

ЛИЧНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КАЖДОГО – ЗАЛОГ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИРЕКТИВЫ № 1

По итогам заседания коллегии Министерства энергетики

15 августа на базе ОАО «Белэнергоремналадка» под председательством Министра энергетики Дениса Мороза состоялось заседание коллегии Минэнерго по вопросам реализации в первом полугодии 2025 года требований Директивы Президента Республики Беларусь № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины». В мероприятии приняли участие заместители Министра, представители предприятий отрасли, структурных подразделений аппарата Минэнерго, а также Белорусского профсоюза работников энергетики, газовой и топливной промышленности.

В энергетической отрасли продолжается системная работа по выполнению положений Директивы № 1, отметил в своем докладе заместитель Министра Сергей Адаменко, представивший обстоятельный анализ реализации требований документа по отрасли в целом. Он сообщил, что Минэнерго утвержден и реализуется комплексный план мероприятий на 2025 год, направленный на усиление мер по охране труда и предупреждению производственного травматизма, повышение уровня трудовой и исполнительской дисциплины, профилактику нарушений пожарной и промышленной безопасности, безопасности дорожного движения, формирование здорового образа жизни. В первом полугодии было запланировано 2148, а фактически проведено 2334 мониторинга выполнения мероприятий в рамках Директивы № 1.

С информацией о положении дел в производственных объединениях и организациях отрасли выступили заместитель главного инженера ГПО «Белэнерго» Александр Михнюк, первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» Дмитрий Шавловский, заместитель генерального директора – главный инженер Госэнергогазнадзора Александр Гулевич, генеральный директор РУП «Минск-энерго» Павел Горудко и директор ОАО «Житковичский ТБЗ» Сергей Тоболич.

В качестве устойчивой положительной тенденции спикеры отметили снижение числа нарушений трудовой дисциплины (до 563 за полугодие против 745 за аналогичный период прошлого года), в том числе прогулов, случаев нахождения на рабочем месте в состоянии алкогольного или наркотического опьянения и др.

Вместе с тем Денис Мороз заметил, что если в 2024 году было обеспечено значительное снижение травматизма и в течение всего года не было смертельных случаев на производстве, то в 2025-м есть рост травматизма, связанного с выполнением профессиональных обязанностей, в том числе уже имел место случай со смертельным исходом.

Что касается исполнительской дисциплины, соблюдения сроков выполнения мероприятий, поручений и задач, при-



мером для всей отрасли остается центральный аппарат Минэнерго, не допустивший ни одного нарушения. Между тем в отрасли отмечены случаи, когда работники организации, нарушившие исполнительскую дисциплину, не были привлечены к ответственности.

Использование сети Интернет и телефонной связи в целом осуществлялось по назначению, нарушения носили единичный характер. Ко всем работникам, допустившим нарушения, применены меры дисциплинарного и иного воздействия.

В рамках профилактики суицидального поведения, пьянства и наркомании, формирования здорового образа жизни проведен ряд тематических семинаров с участием 620 приглашенных сотрудников профильных организаций, из них 195 – специалисты учреждений здравоохранения.

В части предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций проводились мероприятия по совершенствованию работы отраслевой подсистемы ГСЧС. Режимы функционирования ГСЧС непосредственно на объектах Минэнерго не вводились.

На предприятиях отрасли не зарегистрированы пожары (за аналогичный период прошлого года их было 2). Реализован комплекс мероприятий, направленных на выполнение требований промышленной безопасности, а также организационные и технические мероприятия по обеспечению ядерной и радиационной безопасности под контролем Госатомнадзора.

Количество дорожно-транспортных происшествий с участием служебного транспорта (22) примерно соответствует показателям прошлого года, в то время как нарушений правил дорожного движения (310) стало существенно меньше – на 57 случаев. Профилактическая работа в этой области во всех организациях продолжена.

На заседании были обсуждены конкретные шаги и инициативы, касающиеся повышения безопасности при выполнении отдельных технологических операций и видов работ, принятия профилактических, административных и других мер.

В их реализации должны быть задействованы все, начиная от руководителей и заканчивая рядовыми работниками, отметил Министр. Необходимо также дополнительно проанализировать роль общественных инспекторов в решении вопросов охраны труда в отрасли, чтобы в полной мере задействовать потенциал этого института. «Важно, чтобы каждый работник чувствовал личную ответственность за соблюдение требований Директивы № 1, – подчеркнул Министр. – Речь идет о жизни и здоровье людей, и здесь не может быть формального подхода».

В рамках мероприятия участники также ознакомились с выставкой спецтехники и продукции ОАО «Белэнерго-ремналадка», передовыми практиками и достижениями предприятия.



Подготовил Олег Соболев

ИСПЫТАНИЕ СТИХИЕЙ. УРОКИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ УЧТЕНЫ

Непогода каждый сезон испытывает энергетиков на прочность, поэтому механизм оперативных действий при реагировании на экстремальные явления в отрасли отработан четко.

Разгул стихии 9–11 июля охватил значительную часть Беларуси, но самый большой урон был нанесен Могилевскому региону: пострадало электроснабжение более 1,3 тыс. населенных пунктов, было разрушено свыше 500 опор ВЛ, ветровой нагрузкой повреждены все 6 линий электропередачи от Могилевской ТЭЦ-2, в результате чего станция остановилась. Работа энергетиков осложнялась тем, что грозовой фронт перемещался по территории страны, вызывая всё новые технологические нарушения.

На протяжении всего периода борьбы со стихией ситуация находилась на особом контроле Министерства энергетики и органов власти. Были задействованы все энергоснабжающие, проектные и строительно-монтажные организации энергокомплекса. Работы по устранению последствий урагана не прекращались и в ночное время.

Уже 12 июля Министр энергетики Денис Мороз сообщил, что система электроснабжения восстановлена в полном объеме. Электроэнергия подана во все населенные пункты, всем организациям и промышленным предприятиям, за исключением ОАО «Могилевхимволокно». Техническое ре-

шение по восстановлению токопровода предприятия найдено, но реализация всех мер потребует времени, так как объект проходит по участку, насыщенному другими коммуникациями.

Отвечая на вопросы журналистов, первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Юрий Шмаков отметил, что оперативно справиться с последствиями стихии этим летом помогли выводы, сделанные по результатам восстановления электроснабжения после прошлогоднего урагана. На этот раз своевременно оценить обстановку удалось с помощью беспилотного летательного аппарата. Все аварийные бригады были оснащены спецтехникой, спецтранспортом и спецсвязью.

Определен также ряд мер, которые еще предстоит реализовать. В перспективе необходимо перестраивать городские электросети и отказываться от воздушных линий 35–330 кВ, переходя на кабельные. Это трудоемко и дорого, но более надежно. Для электроснабжения предприятий, остановка которых может вызвать экологические последствия, целесообразно прокладывать одну воздушную и одну кабельную ЛЭП. Юрий Шмаков сказал, что технические решения для этих задач есть, нужно только время для их поэтапной реализации.

Подготовила Ольга Гончар

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Нефтегазовые компании сокращают инвестиции в ВИЭ

Ведущие нефтегазовые корпорации пересматривают свои стратегии инвестирования, отказываясь от расширения проектов в области ВИЭ и сосредотачиваясь на традиционных энергоресурсах. Согласно обзору консалтинговой группы Kert, стимулами к ревизии планов для крупнейших игроков являются устойчивый мировой спрос на нефть и необходимость повышения эффективности капиталовложений.

Так, британо-нидерландская Shell заявила о низкой прибыльности инвестиций в низкоуглеродную энергетику и планирует ограничить их долей менее 10 % от общего портфеля вложений. Норвежская Equinor скорректировала свои планы по вводу новых мощностей ВИЭ к 2030 году, снизив соответствующие целевые показатели примерно на четверть. Американская Chevron урежет финансирование низкоуглеродных инициатив на 25 %, сократив его до \$ 1,5 млрд. Поступить подобным образом намерена также британская BP.

Мировое электропотребление продолжает расти

Согласно очередному прогнозу МЭА «Электроэнергетика: полугодовой обзор», глобальный спрос на электроэнергию вырастет на 3,3 % в 2025 году и на 3,7 % в 2026-м. Это значительно превышает аналогичный средний показатель за 2015–2023 годы (2,6 %). Основные драйверы роста спроса наряду с производственными потребностями – бытовая техника, системы охлаждения зданий, центры обработки данных, электротранспорт.

Наибольший вклад в увеличение электропотребления продолжают вносить развивающиеся экономики Азии. Ожидается, что 60 % его прироста в ближайшие два года обеспечат Китай и Индия. В США на фоне быстрого развития ЦОД рост в аналогичном периоде составит более 2 % ежегодно, что выше средних показателей за последнее десятилетие. Потребление электроэнергии в Европейском союзе в текущем году будет расти медленнее, на уровне около 1 %.

Страны БРИКС лидируют в области солнечной энергетики

По данным международного аналитического центра Ember, страны БРИКС по итогам 2024 года стали лидерами в области гелиоэнергетики.

Суммарно на 10 государств блока пришлось около 51 % мировой генерации СЭС. Драйвером роста солнечных мощностей стал Китай – на его долю пришлось 39 % глобальной выработки (в 2014 году этот показатель не превышал 12 %). Существенный прогресс за последние 10 лет



продемонстрировали Индия (6,3 % мировой генерации против 2,5 % в 2014 году) и Бразилия (3,5 % против 0,01 %).

В прошлом году Китай, Индия и Бразилия вошли в пятерку крупнейших производителей солнечной энергии с выработкой 834, 133 и 75 ТВт·ч соответственно. Кроме того, в топ-20 рейтинга вошли ЮАР (20 ТВт·ч) и ОАЭ (15,2 ТВт·ч). На остальные пять стран БРИКС в совокупности пришлось 0,5 % общемирового объема солнечной генерации.

Спрос на уголь достиг исторического максимума

Мировой спрос на уголь в 2024 году достиг нового максимума – около 8,8 млрд т – и в ближайшее время останется неизменным, несмотря на краткосрочные колебания на основных рынках в первой половине текущего года. Такой прогноз сделали эксперты МЭА в полугодовом обзоре рынка угля.



Мировой тренд по-прежнему задает Китай, который потребляет почти на 30 % больше угля, чем все остальные страны, вместе взятые. Ожидается, что в течение 2025 года спрос на этот вид сырья в КНР снизится менее чем на 1 % (в Европейском союзе он упадет почти на 2 %, а в США вырастет примерно на 7 %).

Добыча угля в прошлом году также показала рекордные значения (9,15 млрд т). По мнению экспертов, в 2025-м она вырастет до 9,2 млрд т за счет развития производств в Китае и Индии. Вместе с тем прогнозируется, что уже в 2026-м добыча снизится ввиду профицита предложения и низких цен, которые упали до уровня начала 2021 года. Наибольшее сокращение добычи ожидается в Индонезии, с серьезными трудностями столкнулись также российские производители и экспортеры угля.

Опубликованы результаты анализа причин блэкаута на Пиренейском полуострове

Системный оператор Испании REE опубликовал отчет с результатами первичного анализа аварии в энергосистеме Пиренейского полуострова, которая произошла 28 апреля текущего года.



Основной вывод заключается в том, что к аварии привел ряд событий, которые в совокупности намного превысили критерий надежности и вызвали перенапряжения в электросети и каскадные отключения. При этом оператор исключил из числа причин недостаточную инерцию и неустраняемый дисбаланс активной мощности – имеющихся ресурсов было достаточно для удовлетворения спроса, обеспечения запаса инерции, управления перетоками электроэнергии (мощности) и динамического регулирования напряжения в передающей сети.

По мнению REE, к системной аварии привело неправильное действие устройств защиты. Они сработали на отключение раньше, чем напряжение в сети вышло за пределы допустимого диапазона. Ситуацию усугубило то, что ряд объектов генерации не выполнили установленные требования по участию в динамическом регулировании напряжения и не отреагировали должным образом на отклонение показателей.

Между тем Европейская ассоциация системных операторов (ENTSO-E) продолжает собственное расследование причин блэкаута.

Китай совершил технологический прорыв в области ветроэнергетики

Китай представил самую мощную в мире плавучую ветряную турбину с прямым приводом. Новая установка мощностью 17 МВт разработана государственной энергетической корпорацией China Huaneng Group совместно с Dongfang Electric Corporation. Все ключевые компоненты, включая генератор, лопасти, трансформаторы и главный подшипник большого диаметра, – китайского производства.



Высота ветроустановки до втулки превышает 152 м, диаметр ротора составляет 262 м, общая площадь, охватываемая лопастями, – 53 тыс. м². Согласно расчетам China Huaneng Group, одна такая ВЭУ способна вырабатывать 68 млн кВт·ч в год. Этого достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией около 40 тыс. домохозяйств.

Установка спроектирована для эксплуатации в глубоких водах и сложных погодных условиях: ее платформа выдерживает волны высотой более 24 м и ураганный ветер. Инженеры внедрили систему стабилизации, которая позволяет продолжать выработку энергии даже при существенном наклоне конструкции.

Планируется, что турбина будет установлена у побережья округа Янцзян в провинции Гуандун для проведения испытаний в реальных условиях эксплуатации. На фоне растущей международной конкуренции за доминирование в области морской ветроэнергетики успешный запуск новой турбины будет означать важный технологический прорыв Китая и укрепление позиций страны на глобальном энергетическом рынке.

У побережья Польши обнаружено крупное месторождение нефти и газа

В Балтийском море у побережья Польши обнаружено новое нефтегазовое месторождение. Его общие запасы, по оценке национального оператора, составляют 33 млн т нефти и 27 млрд м³ газа, из них для промышленной добычи пригодны 22 млн т и 5 млрд м³ соответственно. В ближайшее время планируется начать разработку геологической документации.

Открытие месторождения может снизить зависимость Польши от внешних поставщиков и положительно повлиять на ее энергетическую безопасность. По оценкам Министерства климата и окружающей среды страны, запасов хватит минимум на десятилетие, при этом они способны покрыть 4–5 % потребности национальной экономики в нефти и газе.

Согласно более сдержанным оценкам, новое месторождение не способно существенно изменить энергобаланс Польши с учетом текущего уровня потребления энергоресурсов – около 15 млрд м³ газа и 32 млн т нефти в год. Ряд экспертов считает, что себестоимость добычи на новом месторождении будет затратной из-за оживленного судоходства. Кроме того, текущая конъюнктура цен способствует вытеснению с мировых рынков трудноизвлекаемой и высоковязкой нефти. Следует также учитывать возможную негативную реакцию на планы разработки месторождения со стороны экологических организаций ЕС, имеющих большой вес в ряде стран, включая соседнюю с Польшей Германию.

В США активизируется развитие ядерной энергетики

Министерство энергетики США (DoE) заключило соглашение с компаниями Westinghouse и Radiant о проведении первых испытаний мини-реакторов на экспериментальном полигоне DoME (Demonstration on Microreactor Experiment), расположенном в Айдахской национальной лаборатории.



Характеристики мини-реакторов делают их потенциальными кандидатами для организации энергоснабжения небольших удаленных объектов. Они просты в сборке и транспортировке и могут быть востребованы в ситуациях отключения электроэнергии из-за стихийных бедствий или кибератак. В экспериментах будут задействованы два мини-реактора – eVinci (Westinghouse) и Kaleidos (Radiant) мощностью всего 5 и 1,2 МВт соответственно. Первые испытания заправленных топливом образцов запланированы на весну 2026 года.

DoE планирует использовать eVinci и Kaleidos для электропитания удаленных центров обработки данных и в качестве альтернативы дизельным генераторам.

В ходе первого Энергетического саммита Пенсильвании, который прошел 15 июля в Питтсбурге, компания Westinghouse сообщила также о планах к 2030 году начать строительство в стране 10 новых реакторов большой мощности AP1000. Инициатива соответствует четырем исполнительным указам президента США от 23 мая, направленным на поддержку национальной ядерной энергетики.

Выход из БРЭЛЛ поставил сложные задачи перед Латвией и Литвой

Согласно материалам информационного портала Baltnews, выход стран Балтии из БРЭЛЛ в начале этого года уже повлиял на экономику региона. Так, в Латвии, по прогнозам экспертов, выросшие тарифы на электроэнергию приведут к очередной волне инфляции уже этой осенью. Отмечается, что в счетах за электроэнергию появилась новая графа: плата за балансировку электросетей по частоте и мощности. Ее доля до конца года, по информации латвийского оператора AST, составит 4–5 % от основной суммы счета. Не исключено, что в следующем году она может вырасти до 20 %.

В свою очередь Литва рассматривает возможность возвращения к атомной энергетике. Согласно Национальной стратегии энергетической независимости, спрос на электроэнергию в стране увеличится до 24 ТВт·ч к 2030 году и до 74 ТВт·ч – к 2050-му. В связи с этим правительство создает рабочую группу для изучения перспектив сооружения в Литве малых модульных реакторов (ММР) мощностью до 1,5 ГВт. Решение по данному вопросу должно быть принято к 2028 году, а первый реактор предполагается ввести в эксплуатацию к 2038-му.

Между тем Еврокомиссия планирует выделить дополнительные средства на демонтаж Игналинской АЭС, которая ранее обеспечивала 70 % потребности страны в электро-

энергии. По сообщению литовского Минэнерго, на эти цели в проекте бюджета ЕС на 2028–2034 годы предусмотрено € 678 млн.

Искусственный интеллект поможет снизить аварийность ЛЭП

Группа исследователей, включающая специалистов Центра практического искусственного интеллекта Сбербанка, разработала инновационный подход к мониторингу состояния изоляторов воздушных линий электропередачи с применением ИИ.

Для прогнозирования пробоя изоляторов используются данные о токе утечки и напряжении. Алгоритм работы ИИ состоит из двух этапов: классификации состояния поверхности (сухая или влажная) и оценки риска аварии. Точность оценки составляет более 98 %, ошибка прогнозирования пробоя – менее 1,16 %. По этим показателям новый метод диагностики значительно превосходит традиционные (визуальный осмотр и сканирование инфракрасными камерами), которые требуют значительных ресурсов и не всегда точны.



По мнению ученых, метод можно адаптировать для различных типов изоляторов и уровней напряжения. В целом использование ИИ для мониторинга электросетей позволит повысить их надежность и снизить затраты на обслуживание, а также создаст основу для интеллектуальных энергосистем будущего.

В Индии создано устройство для массового производства зеленого водорода

Исследователи из г. Бангалора (Индия) разработали устройство нового поколения для получения зеленого водорода путем расщепления молекул воды с использованием солнечной энергии.

Отмечается, что устройство не требует применения ископаемого топлива, дорогостоящих и труднодоступных материалов. В его основе – специальный кремниевый элемент, состоящий из трех слоев, которые оптимизируют захват солнечного света и обеспечивают эффективную передачу энергии для производства водорода.

Команда ученых считает, что в дальнейшем эта разработка может стать основой экологически чистых водородных систем для энергетики, промышленности и транспорта.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

Д.И. ЗАЛИЗНЫЙ,
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение»
ГГТУ им. П.О. Сухого

Ю.А. РУДЧЕНКО,
к.т.н., доцент, декан заочного факультета
ГГТУ им. П.О. Сухого

А.А. КАПАНСКИЙ,
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение»
ГГТУ им. П.О. Сухого

Д.Г. КРОЛЬ,
к.ф.-м.н., доцент, первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого

В.В. ПАВЛОВ,
студент ГГТУ им. П.О. Сухого

Д.А. СПИВАК,
начальник службы электрических сетей
РУП «Гомельэнерго»

Ю.И. КРУГОЛЬ,
заместитель главного инженера филиала
«Жлобинские электрические сети»
РУП «Гомельэнерго»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЧАСТНОГО ЖИЛОГО ФОНДА

В связи с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС в республике возросла актуальность дополнительного использования электроэнергии потребителями частного сектора для целей отопления домов, подогрева воды, приготовления пищи и других бытовых нужд. В статье представлена методика оценки пропускной способности электрических сетей 0,4 кВ в условиях роста электропотребления бытовых потребителей частного жилого фонда, разработанная в рамках научно-исследовательской работы.

Согласно СТБ 33240.20.178-20 [1] потребители частного сектора, использующие электроэнергию для целей отопления домов, подогрева воды, приготовления пищи и других бытовых нужд, классифицируются как потребители с комплексным использованием электроэнергии (КИЭ).

Службы электрических сетей перед выдачей разрешения и технических условий (ТУ) на подключение потребителя с КИЭ должны оценить пропускную способность его электросети. Данная задача решается в два этапа.

Первый этап – **расчет нагрузок потребителей** – может быть реализован с использованием методик, описанных в нормативных документах, например в [1, 2]. Однако эти методики не всегда удобны для применения на практике. Так, для выполнения расчета согласно [1] необходимо знать площадь помещения абонента, а также перечень его основных электроприемников. Очевидно, что у отдельного абонента, запрашивающего подключение, предоставление необходимых сведений, как правило, не вызывает затруднений. Однако для оценки пропускной способности сети в целом нужна информация по всем потреби-

телям, подключенным к одному трансформатору. Получение таких данных требует значительных временных и организационных затрат и зачастую неосуществимо.

Второй этап – собственно **оценка пропускной способности сети** – в настоящее время не регламентируется нормативными документами. Данная процедура требует выработки четких критериев и алгоритмов и может быть выполнена с использованием современной вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения.

В связи с этим целью настоящего исследования была определена разработка методики оценки пропускной способности электрических сетей 0,4 кВ с учетом особенностей потребления электроэнергии в частном секторе, ограниченности доступной информации и возможности применения современных вычислительных инструментов.

Расчет нагрузок потребителей

В ходе исследования службой Энергосбыта РУП «Гомельэнерго» за период с 1 июня 2023 года по 31 января

2025 года были сформированы получасовые и трехминутные графики электропотребления для ряда потребителей частного жилого фонда Жлобинского района. Эти графики прошли статистическую обработку и анализ на кафедре «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого.

В результате всех бытовых потребителей предложено разделить на две категории: без КИЭ и с КИЭ. Ввиду выраженной сезонной специфики электропотребления и влияния температуры наружного воздуха на режимы электроснабжения для каждой категории рекомендовано выделить два расчетных периода:

- летний (май – сентябрь) – месяцы с максимальными значениями температуры воздуха;
- зимний (октябрь – апрель) – месяцы с максимальными значениями нагрузок.

Для обеих категорий потребителей получены типовые значения нагрузки (мощности) – получасовые максимумы типовых суточных графиков нагрузки в месяц расчетного периода (летнего или зимнего), когда наблюдалось максимальное значение получасового максимума. Определены также типовые значения годового электропо-

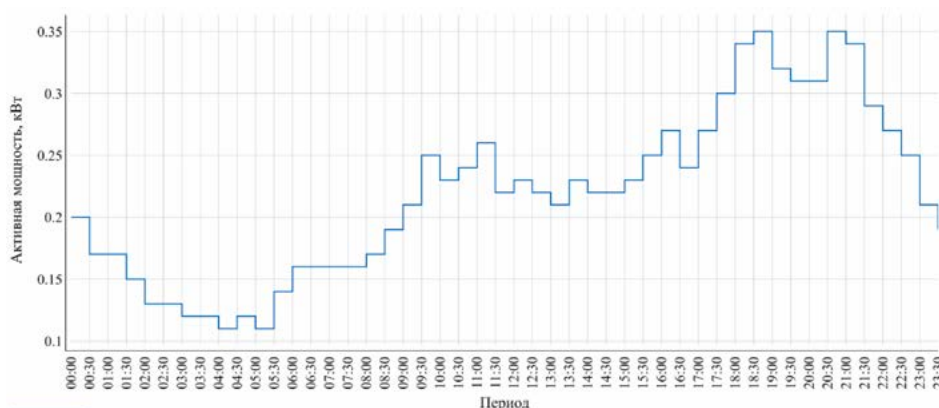


Рис. 1. Типовой график нагрузки потребителя без КИЭ за январь

Типовые параметры электропотребления

Тип бытового потребителя	Расчетный период	Типовая мощность нагрузки, кВт	Типовое годовое потребление, кВт·ч	Типовая мощность утяжеления нагрузки, кВт
Без КИЭ	Зимний	0,35	1616	2,6
	Летний	0,31		
С КИЭ	Зимний	4,15	10 634	—
	Летний	0,85		

ребления. На рисунке 1 показан типовой график нагрузки потребителя без КИЭ за январь.

Для учета влияния на пропускную способность сети кратковременного подключения мощных бытовых электроприборов (утюгов, электрочайников, пылесосов, микроволновых печей и т.п.) введено понятие мощности утяжеления нагрузки. Это дополнительное значение мощности, которое необходимо прибавить к типовому значению нагрузки потребителя без КИЭ. На основе статистической обработки трехминутных графиков нагрузки ряда потребителей было определено типовое значение мощности утяжеления нагрузки – 2,6 кВт.

Поскольку очевидно, что ситуация с одновременным включением мощных бытовых устройств всеми потребителями статистически маловероятна, предлагается учитывать утяжеление нагрузки на каждой фазе потребителей без КИЭ только в конце каждой ЛЭП, отходящей от трансформаторной подстанции (ТП). С точки зрения пропускной способности сети это эквивалентно режиму максимальных нагрузок.

Полученные типовые значения мощности нагрузки и годового потребления выделенных категорий потребителей для двух расчетных периодов приведены в таблице.

Очевидно, что с течением времени у некоторых потребителей электропотребление может существенно изменяться. С учетом этого типовые значения мощности необходимо корректировать по формуле

$$P_{\text{тип.корр}} = \frac{W_{\text{тек}}}{W_{\text{тип}}} \cdot P_{\text{тип}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{тип.корр}}$ – типовая мощность нагрузки после корректировки, кВт;

$W_{\text{тек}}$ – годовое потребление данного типа потребителя за последний год (или среднегодовое за последние несколько лет), кВт·ч;

$W_{\text{тип}}$ – типовое годовое потребление данного типа потребителя из таблицы, кВт·ч;

$P_{\text{тип}}$ – типовое значение мощности нагрузки из таблицы, кВт.

Программное обеспечение для анализа пропускной способности сети

В рамках выполнения исследования была разработана компьютерная программа LineCapacity [3], предназначенная для анализа пропускной способности электрических сетей 0,4 кВ с учетом специфики бытового

электропотребления. Функциональные возможности данного программного продукта охватывают моделирование сети, расчет установившихся режимов, тепловой анализ и оценку запаса мощности.

Ниже представлены основные функции программы LineCapacity, сгруппированные по направлениям.

1. Моделирование сети и ввод данных. Реализован графический редактор для создания схем сетей, предусмотрен ввод параметров трансформаторов и ЛЭП как вручную, так и из базы данных, а также ввод всех необходимых характеристик потребителей с учетом температурной зависимости сопротивлений проводов.

2. Расчет установившихся режимов. Программа выполняет расчет установившихся режимов трехфазной сети с учетом несимметрии нагрузок и сопротивлений всех ответвлений, включая нулевой провод. Поддерживается анализ режимов для летнего и зимнего периодов, а также для периода минимальных нагрузок. Определяются токи во всех ветвях, напряжения по фазам у каждого потребителя и на шинах ТП, а также максимальные потери напряжения и процент загрузки фазных шин.

3. Тепловой расчет. Выполняется определение температур проводов и силового трансформатора с учетом климатических условий. Отдельно производится расчет суточного теплового износа изоляции трансформатора.

4. Оценка нагрузки и пропускной способности сети. Реализована возможность расчета как типовых, так и индивидуальных нагрузок потребителей, а также определения запаса пропускной способности сети для каждого конкретного случая. В итоге формируется заключение о достаточности или недостаточности пропускной способности.

Вид главного окна программы LineCapacity со схемой населенного пункта и результатами расчета, а также окно параметров силового трансформатора показаны на рисунках 2 и 3 соответственно.

Текущая версия программы предназначена для использования инженерно-техническими специалистами, обладающими достаточными компетенциями в данной области.

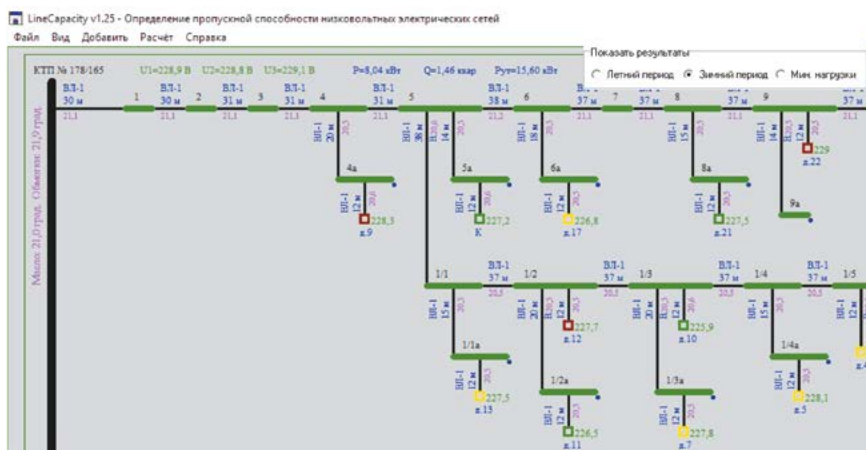


Рис. 2. Главное окно программы LineCapacity с результатами расчета

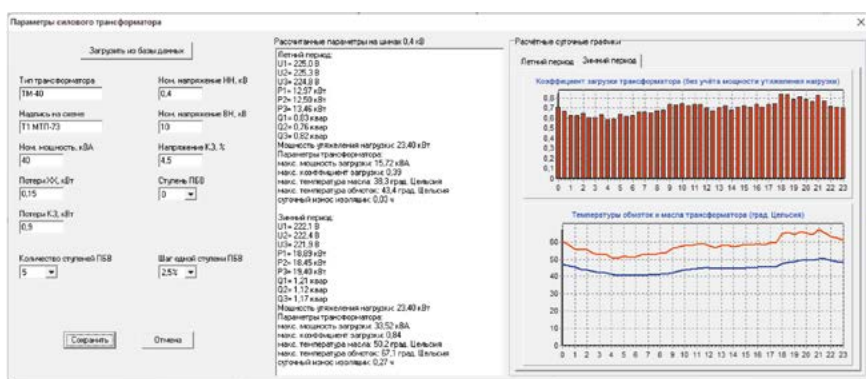


Рис. 3. Окно параметров силового трансформатора

Порядок проведения оценки пропускной способности сети потребителя

Предлагаемая методика оценки пропускной способности низковольтной электросети с помощью программы LineCapacity включает:

- расчет наиболее тяжелых (статистически обоснованных) режимов работы сети;
- сравнение основных расчетных параметров этих режимов с допустимыми значениями.

При оценке пропускной способности сети с использованием программы LineCapacity предлагается следующая последовательность действий.

1. В программе открыть (или создать) схему сети, к которой подключен рассматриваемый потребитель. Убедиться в актуальности текущих параметров сети и данных по всем потребителям в этой сети, в том числе по рассматриваемому.

2. Выполнить пункт меню, присваивающий всем потребителям типовые значения нагрузки.

3. Если рассматривается подключение нового потребителя или подключение дополнительной ЛЭП для обеспечения КИЭ существующего потребителя – добавить этого потребителя на соответствующее место в схеме, приняв ориентировочные параметры питающей его ЛЭП.

4. В окне параметров рассматриваемого потребителя задать индивидуальное значение его нагрузки, равное запрашиваемой мощности.

5. Запустить расчет режимов сети и дождаться его окончания (длительность расчета может составить более 1 мин).

6. Если по окончании расчета программа выдаст сообщение, что пропускная способность сети недостаточна или напряжения потребителей выходят за пределы допустимого диапазона – проанализировать результаты расчета и принять решение либо об отказе потребителю в выдаче разрешения на подключение, либо о проведении оптимизации в схеме сети. С целью симметрирования распределения нагрузок по фазам в программе можно выполнить переключения фаз одно-

фазных потребителей, в том числе рассматриваемого, с целью регулирования уровней напряжения – изменить ступень переключения без возбуждения (ПБВ) трансформатора. Следует также рассмотреть возможность увеличения сечений проводов магистральных ЛЭП или замены трансформатора на более мощный. В текущей версии программы операции по оптимизации сети можно выполнять только вручную. После оптимизации схемы следует повторить расчет.

7. Если пропускная способность сети достаточна для запрашиваемого значения мощности – сформировать технические условия на подключение потребителя.

8. Получить копию проекта системы внешнего электроснабжения потребителя и в программе внести соответствующие изменения в схему сети, а в окне параметров потребителя выбрать типовые параметры электропотребления и ввести необходимые данные (в качестве исходной величины годового потребления указать типовое значение из таблицы). Впоследствии данные можно заменять на значения, полученные от АСКУЭ.

Выводы

Разработанная методика оценки пропускной способности электросетей и предназначенное для этого программное обеспечение могут быть использованы при выдаче потребителям частного жилого фонда разрешений и технических условий на подключение электрокотлов, электрообогревателей, электроплит и других средств комплексного использования электроэнергии.

Список литературы

1. Электрические сети 0,38–110 кВ сельскохозяйственного назначения. Порядок расчета электрических нагрузок: СТП 33240.20.178-20. – Введ. 01.03.2021. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2021. – 96 с.
2. Расчет электрических нагрузок для жилых зданий: П1-2019 к ТКП 45-4.04-326-2018. – Введ. 07.06.2019. – Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 16 с.
3. Зализный, Д.И. Автоматизация расчета режима низковольтной электрической сети / Д.И. Зализный [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П.О. Сухого. – 2025. – № 1 (100). – С. 104–115.

И.В. ВАСИЛЕВСКИЙ,
старший инспектор энергогазинспекции
Островецкого МРО филиала Госэнергонадзора
по Гродненской области



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННОЙ И ЖИДКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

В Беларуси, как и в других странах, жидкая теплоизоляция появилась сравнительно недавно, примерно в начале 2000-х годов, но уже используется повсеместно: в промышленности, строительстве и ЖКХ, нефтегазовой отрасли и теплоэнергетике. В статье представлены результаты сравнительного анализа эффективности жидкой и классической теплоизоляции, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Выбор варианта зависит от конкретных условий применения и проектных требований.

Жидкая теплоизоляция (ЖТИ) или, как ее часто называют, «термокраска» представляет собой жидкое стеклокерамическое энергосберегающее и теплоотражающее покрытие, которое используется для снижения теплопотерь и защиты трубопроводов и емкостей от образования ржавчины. Теплоизоляционная эффективность такого покрытия достигается за счет свойств наполнителя и наличия связующих полимеров с низким уровнем теплопередачи.

Основу (80 %) ЖТИ составляют мельчайшие (10–120 мкм) стеклянные боросиликатные микросферы, наполненные газом. Они отвечают за теплофизические свойства покрытия, а также за сохранение его толщины. Благодаря своим свойствам ЖТИ ставит барьер всем трем способам передачи тепла (теплопроводности, конвекции, тепловому излучению).

Ее использование позволяет сформировать покрытие на поверхности любой сложности и конфигурации, которое характеризуется длительным временем эксплуатации (10–15 лет).

Теплопотери и толщина слоя ЖТИ трубопровода зависят от многих факторов: диаметра и температуры поверхности трубы, температуры окружающей среды, площади поверхности трубопровода, а также теплотехнических задач, стоящих перед потребителем.

Потенциал жидкой теплоизоляции

Государственным научным учреждением «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси были проведены испытания ЖТИ с определением температуры на наружной поверхности металлической трубы, а также плотности теплового потока, проходящего через поверхность трубы, до и после нанесения теплоизоляции. Исследовалась ЖТИ одного из производителей, представленных на рынке.

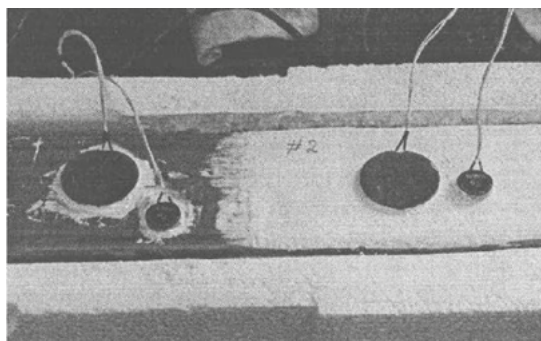
Покрытие наносилось кистью на наружную поверхность профильной металлической трубы прямоугольного сечения фрагментами длиной не менее 100 мм. Датчики

для измерения толщины слоев изоляции устанавливались на образец с применением теплопроводной пасты (см. рисунок). Температура и тепловой поток измерялись в центре окрашенных участков и для сравнения – на неокрашенном участке трубы. В момент проведения эксперимента горячая вода фиксированной температуры прокачивалась по замкнутому контуру. Измерения выполнялись через 30 мин после стабилизации температуры теплоносителя при температуре наружного воздуха 18,7 °С. Результаты представлены в таблице 1.

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, на сколько снижается температура поверхности металлической трубы при последовательном нанесении двух слоев ЖТИ одинаковой толщины. Можно сделать вывод, что снижение температуры поверхности за счет нанесения ЖТИ происходит нелинейно и зависит от температуры теплоносителя, протекающего в трубе. При более высокой температуре теплоносителя достигается большее в процентном соотношении снижение температуры, то есть более заметный эффект.

Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Для расчета требуемой толщины слоя традиционной и жидкой теплоизоляции металлического трубопро-



Датчики измерения толщины слоев изоляции, установленные на окрашенном и неокрашенном участках металлической трубы

Таблица 1. Результаты измерений температуры и теплового потока в зависимости от количества слоев покрытия и температуры подаваемого теплоносителя

Номер образца	Кол-во слоев покрытия	Толщина сухого покрытия, мм	Температура подаваемого теплоносителя, °C					
			42,5±0,5		56,0±0,5		71,5±0,5	
			Температура поверхности, °C	Тепловой поток, Вт/м²	Температура поверхности, °C	Тепловой поток, Вт/м²	Температура поверхности, °C	Тепловой поток, Вт/м²
1-15/3/18.0	0*	0*	39,6±0,2	364±32	52,2±0,2	451±26	65,5±0,2	665±55
1-15/3/18.1	1	0,6±0,1	36,4±0,2	308±26	48,1±0,2	406±33	60,4±0,2	614±31
1-15/3/18.2	2	1,1±0,2	34,7±0,2	243±29	44,8±0,2	370±28	55,5±0,2	565±32
1-15/3/18.3	3	1,6±0,2	33,1±0,2	217±14	42,4±0,2	362±20	51,3±0,2	542±30
1-15/3/18.4	4	2,2±0,3	32,8±0,2	189±12	41,1±0,2	343±22	48,7±0,2	482±25

* Поверхность трубы без покрытия.

Таблица 2. Снижение температуры поверхности трубы после нанесения ЖТИ при разных температурах теплоносителя

Температура теплоносителя	Снижение температуры поверхности трубы (от первоначальной) после нанесения ЖТИ		
	Первый слой в 1,1 мм	Второй слой в 1,1 мм	Слой в 2,2 мм (суммарно)
42,5 °C	4,9 °C (12 %)	1,9 °C (5 %)	6,8 °C (17 %)
56,0 °C	7,4 °C (14 %)	3,7 °C (8 %)	11,1 °C (21 %)
71,5 °C	10,0 °C (15 %)	6,8 °C (12 %)	16,8 °C (26 %)

вода возьмем два наиболее распространенных объекта – котельную с низкими параметрами теплоносителя и индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с высокими параметрами теплоносителя. Характеристики объектов, необходимые для расчета, приведены в таблице 3 согласно [1, п. 6.7.1].

В качестве классической теплоизоляции рассмотрим цилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем с покровным слоем из алюминиевой фольги. Коэффициент теплопроводности такой изоляции $\lambda_{из1}$ при $t_n = 10\text{--}12$ °C составляет 0,042 Вт/(м·°C).

Теплопроводность ЖТИ зависит от функционального наполнителя, то есть от объемного содержания в ней боросиликатных тонкостенных микросфер и их теплопроводности. Эти характеристики отличаются у разных производителей. Так, содержание микросфер в материале может составлять до 85 % объема [4]. Проанализировав предложения различных производителей ЖТИ, можно определить, что ее заявленный коэффициент теплопроводности $\lambda_{из2}$ составляет 0,0012–0,0020 Вт/(м·°C). В качестве примера рассмотрим образец с $\lambda_{из2} = 0,0018$ Вт/(м·°C).

Расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности классической изоляции примем $\alpha_{н1} = 7$ Вт/(м²·°C), от поверхности ЖТИ – $\alpha_{н2} = 10$ Вт/(м²·°C).

Расчет толщины теплоизоляционного слоя производят несколькими методами. Используем два из них:

- по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов (метод последовательных приближений);
- по заданной температуре на поверхности изоляции.

Определение толщины теплоизоляционного слоя по нормированной плотности теплового потока. Толщина теплоизоляции рассчитывается на основе норм плотности теплового потока через поверхность изоляции технологического оборудования, трубопроводов и тепловых сетей с учетом повышенных требований к теплозащите при строительстве, текущем и капитальном ремонте оборудования или самой изоляции.

Учитывая, что значение наружного диаметра теплоизоляционной конструкции $d_{н из}$ неизвестно, для расчета целесообразно использовать метод последовательных приближений.

Принимая начальное значение толщины теплоизоляции $\delta_{0из}$, с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ..., i вычисляем линейную плотность тепловых потоков $q_{11}, q_{12}, q_{13}, \dots, q_{1i}$ для толщины теплоизоляции $\delta_1 = \delta_{01}, \delta_2 = \delta_{02}, \delta_3 = \delta_{03}, \dots, \delta_i = \delta_{0i}$. При каждом шаге вычислений i проводим сравнение q_{1i} с заданным нормативным значением плотности теплового потока q_{1n} по [1, таблица 5]. При выполнении условия $q_{1i} - q_{1n} \leq 0$ заканчиваем вычисления, а найденную величину $\delta_{из} = \delta_{0i}$ считаем искомой.

Для теплового расчета изоляции используем уравнения стационарной теплопередачи через плоские и цилиндрические поверхности.

Для упрощения расчетов примем, что конструкция теплоизоляционного цилиндра однослойная, тогда для данной цилиндрической конструкции

$$q_l = \frac{t_b - t_n}{R_{вн}^L + R_{ст}^L + R_{из}^L + R_n^L},$$

где q_l – линейная плотность теплового потока через цилиндрическую конструкцию, Вт/м;
 t_b – температура среды внутри изолируемого трубопровода (оборудования), С;
 t_n – температура окружающей среды, С;
 $R_{вн}^L, R_n^L$ – линейное термическое сопротивление теплоотдаче

Таблица 3. Характеристики трубопровода котельной с низкими параметрами теплоносителя и ИТП с высокими параметрами теплоносителя

Характеристики	Котельная	ИТП
Наружный диаметр трубопровода	$d_n = 76$ мм (Dy 65)	$d_n = 76$ мм (Dy 65)
Температура теплоносителя (воды)	95/70 °C (расчетная $t_b = 95$ °C)	150/70 °C
Требуемая температура поверхности изоляции при температуре наружного воздуха	$t_n = 35$ °C при $t_n = 12$ °C	$t_n = 45$ °C при $t_n = 10$ °C

внутренней стенки изолируемого объекта и наружной поверхности изоляции соответственно, $(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;
 $R_{\text{ст}}^L, R_{\text{из}}^L$ – линейное термическое сопротивление цилиндрической стенки изолируемого объекта и цилиндрического слоя изоляции соответственно, $(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Термические сопротивления для цилиндрической конструкции определяем по следующим формулам:

$$R_{\text{вн}}^L = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{вн}}^{\text{ст}} \cdot \alpha_{\text{вн}}};$$

$$R_{\text{н}}^L = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{н}}^{\text{из}} \cdot \alpha_{\text{н}}};$$

$$R_{\text{из}}^L = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{ст}}};$$

$$R_{\text{ст}}^L = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{\text{ст}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}}{d_{\text{вн}}^{\text{ст}}};$$

$$R_i^L = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{\text{н}}^i}{d_{\text{вн}}^i},$$

где $\alpha_{\text{вн}}, \alpha_{\text{н}}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности

стенки изолируемого объекта и наружной поверхности изоляции соответственно, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
 $\lambda_{\text{ст}}, \lambda_{\text{из}}, \lambda_i$ – коэффициенты теплопроводности материала стенки изолируемого объекта, однослойной изоляции и i -го слоя n -слойной изоляции соответственно, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
 $d_{\text{н}}^{\text{ст}}, d_{\text{вн}}^{\text{ст}}$ – наружный и внутренний диаметры изолируемого объекта соответственно, м;
 $d_{\text{н}}^{\text{из}}$ – наружный диаметр изолируемого объекта, м;
 $d_{\text{н}}^i, d_{\text{вн}}^i$ – наружный и внутренний диаметры i -го слоя n -слойной изоляции соответственно, м.

Термическое сопротивление теплоотдаче от внутренней среды к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта для жидких и газообразных сред по сравнению с термическим сопротивлением теплоизоляции является незначительным, и его допускается не учитывать. Стенки изолируемого промышленного оборудования и трубопроводов изготовлены из металла, теплопроводность которого в 100 и более раз выше теплопроводности изоляции, вследствие чего значением термического

сопротивления стенки можно пренебречь без заметного снижения точности расчета.

Тогда расчетная формула для определения теплотерь изолируемого оборудования и трубопроводов диаметром менее 2 м примет вид

$$q_l = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_{\text{н}}^L}.$$

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции определяют по формуле

$$d_{\text{н}}^{\text{из}} = d_{\text{н}} + 2\delta_{\text{из}}.$$

Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной температуре на поверхности тепловой изоляции. Расчет толщины изоляции слоя по заданной температуре на ее поверхности следует производить в случаях, когда тепловой поток с поверхности изоляции не регламентирован, а изоляция необходима для обеспечения нормальной температуры воздуха в производственных помещениях и защиты работающих от ожогов.

Таблица 4. Определение требуемой толщины теплоизоляции по нормированной плотности теплового потока (метод последовательных приближений)

Цилиндры из минеральной ваты (принятая толщина цилиндра 50 мм [2, приложение Н]).

Котельная

$q_L, \text{Вт/м}$	$q_L^{\text{н}}, \text{Вт/м}$	Δ	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$R_{\text{н}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$R_{\text{из}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$\alpha_{\text{н}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	$\delta_{\text{из}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}^{\text{из}}, \text{м}$
31,3	25	6,3	95	12	0,334	2,315	7	0,04	0,03	0,076	0,136
27,5		2,5			0,291	2,725		0,042	0,04		0,156
24,1		-0,9			0,258	3,182		0,042	0,05		0,176
21,7		-3,3			0,232	3,590		0,042	0,06		0,196

ИТП

$q_L, \text{Вт/м}$	$q_L^{\text{н}}, \text{Вт/м}$	Δ	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$R_{\text{н}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$R_{\text{из}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$\alpha_{\text{н}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	$\delta_{\text{из}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}^{\text{из}}, \text{м}$
52,8	41	11,8	150	10	0,334	2,315	7	0,04	0,03	0,076	0,136
46,4		5,4			0,291	2,725		0,042	0,04		0,156
40,7		-0,3			0,258	3,182		0,042	0,05		0,176
36,6		-4,4			0,232	3,590		0,042	0,06		0,196

Жидкая теплоизоляция (принятая толщина слоя 1,5 мм)

Котельная

$q_L, \text{Вт/м}$	$q_L^{\text{н}}, \text{Вт/м}$	Δ	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$R_{\text{н}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$R_{\text{из}}^L, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$\alpha_{\text{н}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	$\delta_{\text{из}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}^{\text{из}}, \text{м}$
30,7	25	5,7	95	12	0,408	2,297	10	0,0018	0,0010	0,076	0,078
21,7		-3,3			0,403	3,423			0,0015		0,079

ИТП

$q_L, \text{Вт/м}$	$q_L^{\text{н}}, \text{Вт/м}$	Δ	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$R_{\text{н}}^L, \text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{\text{из}}^L, \text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$\alpha_{\text{н}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	$\delta_{\text{из}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}, \text{м}$	$d_{\text{н}}^{\text{из}}, \text{м}$
51,8	41	10,8	150	10	0,408	2,297	10	0,0018	0,0010	0,076	0,078
36,6		-4,4			0,403	3,423			0,0015		0,079

Таблица 5. Определение требуемой толщины теплоизоляции по заданной температуре на ее поверхности

Цилиндры из минеральной ваты (принятая толщина цилиндра 20 мм)

	$\lambda_{из}, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$	$\alpha_{из}, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	$t_{в}, \text{°C}$	$t_{п}, \text{°C}$	$t_{н}, \text{°C}$	$d_{н}, \text{м}$	$\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}} \cdot \ln \frac{d_{из}^{из}}{d_{н}}$	$\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}}$	$\delta_{из}, \text{м}$
Котельная	0,042	7	95	35	12	0,076	0,4119	1,355	0,013
ИТП			150	45	10		0,4737	1,400	0,015

Жидкая теплоизоляция (принятая толщина слоя 1,5 мм)

	$\lambda_{из}, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$	$\alpha_{из}, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	$t_{в}, \text{°C}$	$t_{п}, \text{°C}$	$t_{н}, \text{°C}$	$d_{н}, \text{м}$	$\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}} \cdot \ln \frac{d_{из}^{из}}{d_{н}}$	$\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}}$	$\delta_{из}, \text{м}$
Котельная	0,0018	10	95	35	12	0,076	0,0124	1,015	0,0006
ИТП			150	45	10		0,0142		

Толщину теплоизоляции $\delta_{из}, \text{м}$, для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м определяем по формуле

$$\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}} \cdot \ln \frac{d_{из}^{из}}{d_{н}} = \frac{2\lambda_{из} \cdot (t_{в} - t_{п})}{\alpha_{из} d_{н} \cdot (t_{п} - t_{н})},$$

где $t_{п}, t_{н}$ – температура поверхности изоляции и окружающей среды соответственно, °C.

Таким образом, формула для определения толщины теплоизоляции примет вид

$$\delta_{из} = \frac{d_{н}}{2} \cdot \left(\frac{d_{из}^{из}}{d_{н}} - 1 \right).$$

Для сравнения результаты расчетов сведены в таблицы 4 и 5.

Согласно требованиям нормативных документов [1, п. 4.2] теплоизоляционная конструкция должна обеспечивать следующие условия, которые учитываются при подборе толщины изоляции:

- требуемые параметры транспортируемой среды при эксплуатации;
- безопасная для человека температура на наружной поверхности изоляционной конструкции;
- нормативные уровни теплопотерь для оборудования и трубопроводов.

Для выбранных расчетных параметров одновременное выполнение всех трех условий обеспечивается изоляцией из минераловатных ци-

линдров с покрытием из алюминиевой фольги толщиной 50 мм или слоем ЖТИ толщиной 1,5 мм.

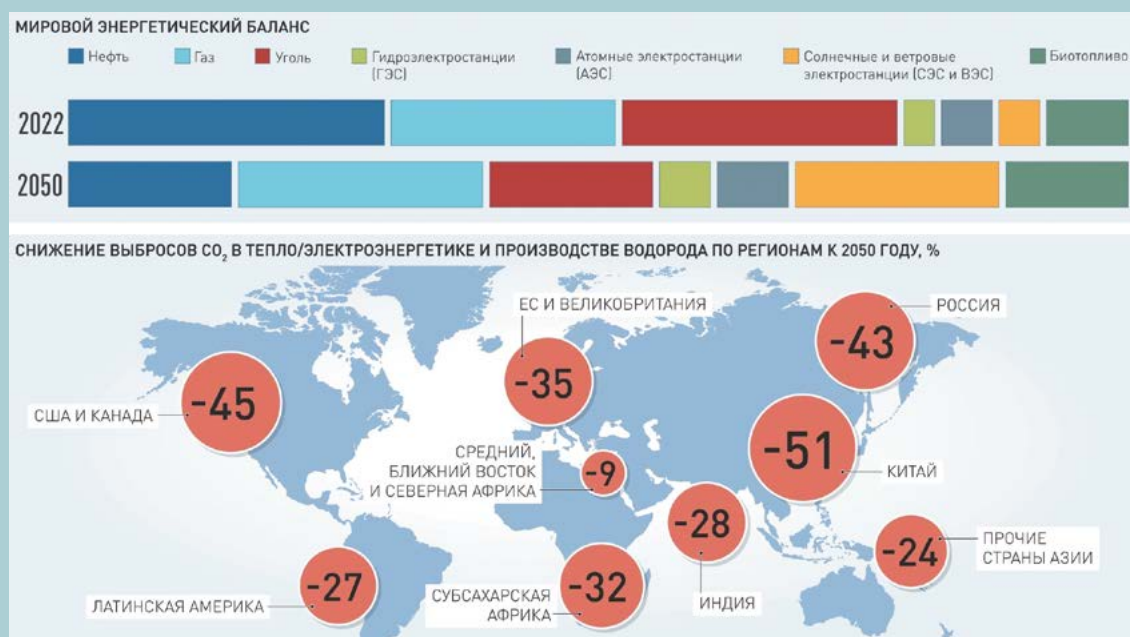
На сегодняшний день оба вида теплоизоляции представлены широкой линейкой продуктов разных производителей. Подбор теплоизоляционного материала для каждого конкретного случая должен производиться индивидуально с учетом особенностей объекта, а право выбора остается за потребителем.

Список литературы

1. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов: СН 4.02.02-2019. – Введ. 31.10.2019. – Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 27 с.
2. Расчет и устройство тепловой изоляции оборудования и трубопроводов: СП 4.02.04-2023. – Введ. 20.01.2024. – Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2023. – 106 с.
3. Протокол испытаний по определению плотности тепловых потоков № 1-15/3/18 от 18.04.2018, проводимых ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси.
4. Сравнение эффективности жидкого теплоизоляционного покрытия / Е.М. Таусенев [и др.] // Ползуновский вестник. – № 1.– 2016. – С. 108–111.

К сведению

Мировой энергобаланс и снижение выбросов в сценарии РЭА «Рациональный технологический выбор»



Источник: Российское энергетическое агентство, Минэнерго

А.В. КАБАНОВ,
ведущий инженер отдела
кибербезопасности филиала
«Центр кибербезопасности»
РУП «Минскэнерго»



КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ БОЛЬШИХ СИСТЕМ: КИБЕРУЧЕНИЯ КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Указ Президента Республики Беларусь от 14 февраля 2023 года № 40 положил начало созданию в республике национальной системы обеспечения кибербезопасности. Отраслевой центр кибербезопасности Белорусской энергосистемы в лице филиала «Центр кибербезопасности» РУП «Минскэнерго» (ЦКБ), координирующий работу по защите объектов информационной инфраструктуры в организациях ГПО «Белэнерго», ставит перед собой амбициозную задачу по созданию собственного киберполигона для отработки практических навыков специалистов по защите информации. Опыт таких тренировок и понимание задачи у команды ЦКБ уже есть: она принимала участие во многих киберучениях, в том числе в первом национальном кибермарафоне Cybermarathon-2025, который проходил с 30 июня по 1 июля в Минске.

Рост внимания к кибербезопасности повлек за собой формирование целого спектра совершенно новых для Белорусской энергосистемы производственных и управленческих бизнес-процессов. Один из важнейших – обучение и тренировки специалистов по кибербезопасности. В зависимости от задач и контекста их называют по-разному: экспертами по реагированию на киберинциденты, этичными или «белыми» хакерами, пентестерами, комплайнсерами. Эта смесь официальных и неофициальных названий отражает суть того, что профессионалы в этой области, как и «айтишники» в целом, имеют разные специализации, а их работа требует многосторонних знаний, владения современными технологиями и подходами, а также рядом личных качеств, необходимых для адекватного восприятия ситуации и принятия правильных решений. Поэтому и работают специалисты по кибербезопасности чаще всего командами.

Требования к таким работникам и их умениям были и всегда будут чрезвычайно высокими – такова специфика профессии. Постоянное и непрерывное обучение и тренировки являются ключевыми факторами, обеспечивающими как готовность к реагированию на киберугрозы, так и способность предупредить их появление.

Как только «кибербезопасник» останавливается в развитии и перестает следить за тенденциями, новыми угрозами и уязвимостями, его можно списывать. Он может остаться хорошим IT-специалистом, но на острие противодействия злонамеренным действиям в киберпространстве работать уже не сможет.

Учиться надо на виртуальных объектах

Для большинства людей киберучения – это нечто таинственное и малопонятное: серьезные белые, синие и красные «воротнички», а также те, кто без воротничков, в майках оверсайз и стоптанных кроссовках, погружаются в виртуальный мир. Лица освещены лишь светом мониторов, на которых непрерывно сменяются «окна». Работа идет исключительно в командной строке, текст на экранах малопонятный, но внушающий уважение. События развиваются стремительно, счет идет на минуты и секунды, звучит тревожная музыка и сатанинский хохот за кадром – это проникновение команды «Evil Hackers». Нужна срочная защита, но экраны уже «осыпаются» и заливаются красным цветом: «Alert!»

Поздно – система взломана и отказывается подчиняться. Картинка рисуется именно такая, особенно если являешься поклонником киберпанка и сам никогда не сталкивался с реалиями.

Действительность немного прозаичнее. Задолго до реальных баталий в виртуальном мире нужно создать обособленную и весьма сложную информационную систему – киберполигон. Это цифровая среда, специально предназначенная для проведения киберучений, моделирования кибератак и тестирования систем защиты, отработки навыков выявления, анализа и нейтрализации киберугроз, а также настройки влияющих на кибербезопасность параметров оборудования и программного обеспечения. Это масштабное платформенное решение, имитирующее в цифровом пространстве объекты информационной инфраструктуры (большие и малые информационные системы (ИС), серверы и серверные комплексы, корпоративные и технологические сегменты сетей передачи данных, средства защиты информации и т.п.) организаций различного масштаба и профиля деятельности.

Киберполигон обеспечивает возможность проведения тренинга в реальном времени и предназначен для обучения



не только специалистов по кибербезопасности, но и системных администраторов, специалистов по эксплуатации различных ИС, в том числе промышленных. Для этого создаются условия возникновения угроз кибербезопасности и непосредственной реализации кибератак, максимально приближенные к реальным инцидентам – причем без риска для функционирования продуктивных ИС, а также иных объектов информационной инфраструктуры.

Цель – создание собственного киберполигона

Киберполигон может быть виртуальным, физическим или гибридным. Современные его варианты – это всегда многослойные, модульные системы, состоящие из множества частей. Выделим основные уровни этих систем.

1. Инфраструктура. Это IT-база, на которой работает полигон: серверы и облачные ресурсы, виртуальные машины и контейнеры, хранилища данных, сетевые устройства, межсетевые экраны, специализированное оборудование.

2. Симулируемая корпоративная среда, модель инфраструктуры. Это уже имитация реальной IT-среды виртуальной организации: рабочие станции, серверы, почтовые системы, Active Directory, базы данных, ERP-системы, веб-сервисы, SCADA, АСУ ТП.

3. Сценарии. На этом уровне реализуется логика киберучений: определяются сценарии и общие правила, типы атак (фишинг, DDoS, ransomware,

SQL-инъекции, zero-day), задачи для участников по защите данных, восстановлению, расследованию инцидентов, проникновению в инфраструктуру.

4. Участники. Здесь определяются роли и правила взаимодействия между командами атакующих и защитников, организаторов и судей, а также координаторов взаимодействия между игроками.

5. Мониторинг и анализ. Этот уровень необходим для оценки эффективности учений. Это средства отслеживания, анализа и визуализации состояния имитируемой инфраструктуры: SIEM- и NTA-системы, системы логирования и трассировки трафика, панель Dashboards с показателями эффективности действий команд, оценкой времени реакции, полноты расследований, эффективности защиты, а также устройства видео- и телеметрии для «разбора полетов» и обратной связи.

6. Интеграция (API и внешние модули). На этом уровне обеспечивается возможность подключения внешних систем: реальных продуктов (антивирусов, систем защиты, бизнес-софта), внешних систем киберразведки Threat Intelligence (реализуют сбор, анализ и интерпретацию информации о киберугрозах и инструментах, используемых злоумышленниками), систем управления инцидентами класса SOAR, а также иных источников (например, MITRE ATT&CK – структурированной базы знаний, содержащей описания основных известных тактик и методов кибератак).

7. Обучение. Этот уровень (модуль) присутствует, если полигон ис-

пользуется в образовательных целях. Он включает базу теоретических знаний, интерактивные задания, автоматическую проверку решений, систему баллов и достижений.

И это только краткое описание! Создание киберполигона является настолько же сложной, насколько и актуальной задачей, причем не только для ЦКБ, но и для всей отрасли. Ведь для энергетиков полигон должен стать многофункциональной площадкой, на которой будут проводиться:

- учебные занятия и практические тренировки по кибербезопасности для работников энергосистемы;
- киберучения – соревнования между командами как энергетической, так и других отраслей (кибербитвы, состязания в формате Capture the Flag и аналогичные мероприятия);
- испытания и отработка новых средств и методов защиты, настройка оборудования в виртуальной среде, имитирующей реальную энергетическую IT-инфраструктуру;
- исследования методов кибератак и киберзащиты в контролируемой (изолированной) среде.

Все это планируется делать с ориентацией в первую очередь на промышленные системы, АСУ ТП, поскольку именно они представляют основной интерес как объект защиты. Не останутся без внимания и офисные системы.

Подходы к организации киберучений

Построить платформу киберполигона – это только часть работы, надо еще спланировать и организовать тренировки. Здесь возникает вопрос: кто должен поддерживать полигон и готовить киберучения? На практике все зависит от масштаба и зрелости организации, а также от типа полигона.

К решению вопроса есть три основных подхода.

1. Полигон обслуживает специальное подразделение (если полигон – постоянный ресурс). В корпорациях, крупных организациях поддержкой подобных объектов занимается выделенная команда. Обычно это либо специализированная группа, либо подразделения в структурах типа SOC (центр операций по безопасности), CERT (команда реагирования

на киберинциденты), ЦКБ. Их задача – развертывание и поддержка виртуальной инфраструктуры, разработка сценариев, заданий и атак, интеграция с системами безопасности, обслуживание платформы, логирование, оценка результатов, подготовка и обучение участников. Это работа постоянная и сложная, требующая квалификации и особых знаний.

Хороший организатор киберучений – не просто технический специалист. Это «архитектор» цифровых сражений, аналитик, педагог и методист в одном лице. Его задача – не только показать угрозу, но и научить, как с ней справиться в реальной жизни. И тут мы сталкиваемся с еще более сложным вопросом: кто будет учить самих учителей? Это большая тема для отдельного разговора, оставим ее за рамками статьи. Пока ЦКБ планирует использовать внутренних наставников и методику «обучение через сопровождение». Этот принцип (хочешь стать тренером – сначала участвуй, потом наблюдай, потом веди сам) используют многие.

2. На полигоне работают временные сборные команды (если полигон временный или арендованный). Этот вариант подходит для менее масштабных или менее зрелых организаций. В этом случае команды комплектуются из представителей разных подразделений: айтишников, DevOps (что-то вроде разработчика ПО, специалиста по его внедрению и сисадмина в одном лице), а также собственно специалистов по кибербезопасности. Они пишут сценарии, готовят среду и управляют процессом. Координатор (как правило руководитель киберполигона) следит за сроками, задачами и т.п.

3. Гибридный подход. Можно сформировать и задействовать базовое ядро поддержки (несколько постоянных специалистов), а на время учений привлекать внешних или внутренних экспертов для решения конкретных задач.

Главное, что следует понимать: киберучения – это не просто «атака и защита», это многоэтапный непрерывный процесс, в основу которого положен сценарий, как правило, базирующийся на реальных инцидентах или типичных угрозах. И при создании собственного киберполигона мы ставим целью задействовать его для обучения и тренировок не только «кибербезопасников», но и вообще всех работников

энергосистемы. При этом он должен соответствовать критериям, которые позволят проводить на его базе киберучения высокого уровня с участием представителей других отраслей.

Первый национальный кибермарафон



Первые национальные киберучения Cybermarathon-2025 были организованы на киберполигоне CyberBY. Сами битвы проходили в виртуальном городе Неонополис, где функционировало множество «фантомных» компаний различного профиля со своими ИС, в том числе: ТЭЦ со SCADA и АСУ ТП; нефтегазовая компания с системами мониторинга добычи, логистики и SCADA-контролем; исследовательская лаборатория с тестовыми стендами и прототипами разработок; железнодорожный оператор с системами диспетчеризации, биллинга и техобслуживания подвижного состава; аэропорт с элек-

злоумышленников, ищущих уязвимости, вторые – обеспечивали защиту, расследовали инциденты и восстанавливали системы. Команды размещались в отдельных залах и друг с другом не пересекались. В состав Red Team входило 10 команд, в состав Blue Team – 40. Команда ЦКБ играла на стороне «синих», в ней было пять игроков «на поле»

и двое – «на скамейке запасных» (чтобы давать возможность основным отдыхать и переключаться).

Команда «белых» – White Team (по стандартной терминологии киберучений, судьи) – наблюдала, управляла ходом учений, ее члены выступали в качестве координаторов. Если коснуться разделения ролей на любых киберучениях вообще, то помимо «красных», «синих» и «белых» бывают еще и «фиолетовые» – Purple Team. Это посредники, обеспечивающие взаимодействие между «красными» и «синими», причем взаимодействие с элементами обучения. Команды под руководством Purple Team обмениваются опытом и знаниями, чтобы выявить уязвимости и в конечном итоге повысить эффективность обороны и уровень компе-



тронной регистрацией, мониторингом багажа и диспетчеризацией полетов; банк с онлайн-банкингом; консалтинговая фирма с порталами управления и GitLab-репозиториями. А также медцентр, гостиница, маркетинговое агентство, стадион, кинотеатр и др.

Участники киберучений были разделены на две большие команды – Red Team («красные») и Blue Team («синие»). Первые выступали в роли

тенций. Использование в киберучениях «фиолетовых» – явление, в силу сложности реализации этого подхода, малораспространенное и, как правило, свидетельствующее о высоком уровне организации мероприятия.

Для защитников из Blue Team организаторы с различной периодичностью запускали в инфраструктуре киберполигона так называемые недопустимые события (киберинциденты),

за успешное расследование которых командам начислялись баллы.

Целью участников Red Team на этих учениях было не осуществление атак, они, скорее, проводили мероприятия по оценке эффективности защищенности объектов киберполигона. Баллы им начислялись не за взлом, а за каждое подтверждение наличия уязвимости и возможности ее злонамеренного использования.

Все участники были вооружены одинаковыми наборами программных инструментов для мониторинга и анализа событий. В их числе:

- система SIEM (собирает и анализирует данные о событиях информационной безопасности от всех виртуальных объектов и делает предварительный вывод о том, произошел ли киберинцидент);
- система мониторинга активов виртуальных объектов и отображения топологии сетевой инфраструктуры;
- система захвата и комплексного анализа сетевого трафика на всех уровнях передачи данных, за исключением физического.

Кроме того, все команды параллельно с проведением расследований решали задания в формате CTF и за их выполнение тоже получали баллы.

CTF (Capture The Flag, «захват флага») – это соревнования по кибербезопасности, на которых команды решают задачи, связанные со взломом, защитой и анализом компьютерных систем. Название пришло из военных



и спортивных игр, но в цифровом пространстве «флаг», который нужно найти или защитить, – это специальная строка или файл. Организаторы заранее сообщают формат флага, чтобы участники могли распознать правильный ответ. Решение должно быть стопроцентно точным, чтобы его засчитала автоматизированная система учета ответов. Ошибся при вводе строки в специальную форму – ничего не получишь.

Все задачи в формате CTF разные, и все содержат какую-нибудь хитрую «изюминку». Есть сложные, очень сложные и неподъемные. У всех задач разная «стоимость». Для их решения участники Cybermarathon-2025 могли использовать все доступные возможности, вплоть до искусственного интеллекта. Но организаторы предусмотрительно внесли в задания некоторые особенности, которые дали понять участникам, что не все так просто, как кажется: ИИ, конечно, вам поможет, но серое вещество задействовать все-таки придется.

Несмотря на то что роль у команд «одного цвета» была одинаковая – за-

щитники или злоумышленники, – все они при этом оставались конкурентами. Общее правило для киберучений: победитель тот, кто набрал больше всего призовых очков. При этом максимальное их число получает тот, кто раньше выполнил задания. Каждое последующее решение уменьшает число доступных очков. Поэтому серое вещество не просто должно работать – оно должно работать быстро.

Итоги: есть куда расти

В ходе учений 50 команд (как в режиме присутствия на киберполигоне, так и в режиме удаленного подключения к его инфраструктуре) в течение 28 часов (!) без перерыва принимали участие в кибербитве. За это время необходимо было выявить более 40 недопустимых событий в инфраструктурах 12 предприятий виртуального города и решить 16 заданий в формате CTF.

По итогам киберучений Cybermarathon-2025 команда ЦКБ заняла восьмое место из 50. Это весьма неплохо – есть куда расти! Хочется отметить, что в рамках соревнований CTF специалисты филиала «Центр кибербезопасности» РУП «Минскэнерго» решили максимально возможное количество задач. Такой результат показали только две команды, а по набранным очкам команда ЦКБ стала лидером, потому что решила задачи раньше.

Участие в марафоне – это очередная ступенька на пути совершенствования знаний наших «кибербезопасников», оттачивания практических навыков выявления кибератак и расследования инцидентов, определения направлений развития компетенций. Кроме того, это еще и опыт, необходимый для организации собственного киберполигона. Мы намерены сделать его лучшим. Возможно, это недостижимая цель, но мы будем стремиться к ней, прилагая все усилия.

Как говорил Конфуций: «Когда очевидно, что цель недостижима, не изменяйте цель – изменяйте план действий».



Фото Павла Русака

А.Г. РАДОВНЯ,
начальник управления систем
газоснабжения ГПО «Белтопгаз»



М.В. ХАМИЦЕВИЧ,
начальник управления
торфяной промышленности
ГПО «Белтопгаз»



ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ГПО «БЕЛТОПГАЗ» НАПРАВЛЕНА НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ

В условиях динамичного развития технологий и глобализации рынков инновации становятся ключевым фактором устойчивого экономического роста и повышения эффективности производства. В контексте государственной инновационной стратегии ГПО «Белтопгаз» формирует свою инновационную политику, которая направлена на оптимальное сочетание трансфера новых зарубежных технологий и развития собственного научно-технического потенциала. Такой подход позволяет объединению не только адаптировать передовые мировые решения, но и создавать инновационные продукты и услуги, основанные на научном и практическом опыте организаций отрасли.

Сегодня ГПО «Белтопгаз» представляет собой единую самостоятельную хозяйственную структуру с замкнутым циклом производства, включающую развитую сеть газоснабжающих, горнодобывающих и обрабатывающих предприятий, строительных, сельскохозяйственных организаций и научно-исследовательских подразделений. Такая интеграция позволяет эффективно координировать деятельность всех звеньев производственной цепочки и обеспечивать надежное и бесперебойное снабжение потребителей газообразным и торфяным топливом.

Являясь одной из ключевых частей ТЭК Республики Беларусь, объединение играет стратегическую роль в обеспечении энергетической безопасности страны, снижении зависимости от импорта энергоносителей и стабилизации энергетического баланса.

Стратегия в области инноваций

Стратегия инновационной политики ГПО «Белтопгаз» ориентирована на технологическое совершенствование существующих производств и внедрение прогрессивных технологий.

В первую очередь объединение заинтересовано в развитии собственного научно-технического потенциала и активно поддерживает создание оте-

чественных разработок, в том числе с использованием экономических стимулов. Такой подход способствует повышению инновационной активности предприятий, снижению издержек производства и цен на конечную продукцию, расширению рынка сбыта товаров и услуг объединения и в конечном итоге – укреплению его позиций как в стране, так и за рубежом.

Организации ГПО «Белтопгаз» активно взаимодействуют с научно-исследовательскими институтами, вузами и инновационными центрами, уделяя особое внимание внедрению результатов научных исследований непосредственно в производственные процессы. Повышение эффективности использования объектов интеллектуальной собственности как механизма взаимодействия между научной сферой и реальным сектором экономики позволяет ускорить как инновационное развитие объединения, так и трансфер технологий.

Цель и задачи инновационной политики

Главная цель инновационной политики ГПО «Белтопгаз» – оказание услуг высокого качества и выпуск наукоемкой конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью, что яв-



ляется фактором повышения эффективности и устойчивости объединения.

Первоочередными задачами, которые решаются в рамках данной стратегии, являются модернизация предприятий отрасли, обновление технологического оборудования, внедрение новых методов производства и оптимизация бизнес-процессов.

В условиях глобальной экономической нестабильности и санкционных ограничений особое внимание уделяется созданию новых видов продукции, снижению импортозависимости и наращиванию экспортного потенциала, а также развитию производств нового

поколения, ориентированных на высокотехнологичные и экологически безопасные решения. Таким образом объединение успешно решает задачу по обеспечению долгосрочной конкурентоспособности и устойчивости отрасли.

Один из приоритетов деятельности объединения – продвижение товаров и услуг и формирование сбалансированной экспортной стратегии, направленной на диверсификацию рынков сбыта и снижение рисков, связанных с внешнеэкономической конъюнктурой.

В социальном плане приоритетным остается создание новых рабочих мест и обеспечение безопасных условий труда на предприятиях, что способствует повышению качества жизни работников.

Еще одно направление инновационной политики ГПО «Белтопгаз» – реализация мер по охране окружающей среды и предотвращению ее загрязнения при сохранении баланса с социально-экономическими потребностями предприятий. Такой подход соответствует современным международным стандартам устойчивого развития и экологической ответственности.

Инновации в газоснабжении

В системе ГПО «Белтопгаз» создана высокоорганизованная, технически оснащенная и эффективная инфраструктура газоснабжения, которая постоянно развивается и бесперебойно обеспечивает потребителей природным и сжиженным газом. Организациями отрасли выполняется весь спектр работ: от выдачи технических условий на газоснабжение и проектирования объектов до строительства, эксплуатации газораспределительных систем и обслуживания внутридомового газового оборудования.

Особое внимание уделяется модернизации и реконструкции действующих объектов, замене оборудования с истекшим сроком службы, что повышает надежность и долговечность газораспределительной системы и снижает риски аварий. В отрасли внедряются современные средства диагностики, включая переносные комплексы для технического диагностирования газорегуляторных пунктов (ГРП), которые позволяют автоматически выявлять и оперативно устранять неисправности.



Для обеспечения бесперебойного и безаварийного снабжения потребителей проводится также диагностирование и санация газопроводов, отработавших нормативный срок, газификация промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых объектов, перевод квартир со сжиженного на природный газ для снижения затрат и повышения безопасности.

Обновляется парк автотранспорта, внедряются системы телеметрии резервуарных установок, заменяется оборудование ГРП, усиливается контроль за параметрами работы объектов газораспределительной системы для экономии природного газа.

В рамках инновационной политики реализуется Программа комплексной модернизации производств газовой



рует взаимодействие с клиентами, включая биллинг, доставку сжиженного газа и обслуживание оборудования; МПК «Панорама» обеспечивает картографическую основу, моделирование аварийных ситуаций с возможностью оперативного реагирования; МПК «Вершина» решает вопросы анализа и управления на уровне головного предприятия, повышая прозрачность и эффективность управленческих решений.

Специалисты офиса цифровизации ГПО «Белтопгаз» первыми в стране расширили возможности электронной цифровой подписи в формате PADES, разработав сервис подписания

сферы на 2021–2025 годы. Приоритетным направлением инвестирования является строительство новых объектов газораспределительной системы, включая закольцовки и параллельные участки газопроводов. Их сооружение позволяет увеличить пропускную способность подводящих газопроводов к населенным пунктам для перевода потребителей с резервуарных установок на трубопроводный газ. Активно финансируется строительство ГРП, узлов учета газа, модернизация установок электрохимической защиты газопроводов.

В объединении разрабатываются и постоянно совершенствуются системы менеджмента качества, внедряются технические регламенты Евразийского экономического союза (ЕАЭС), что способствует повышению стандартов производства и обслуживания.

Цифровая трансформация газовой отрасли

Цифровая трансформация направлена на повышение эффективности управления бизнес-процессами и взаимодействия с потребителями, расширение применения инновационных IT-решений.

В системе ГПО «Белтопгаз» создан цифровой двойник газовой отрасли, оцифрованы все газораспределительные сети. Это позволяет отслеживать работу оборудования в режиме онлайн, снижать производственные издержки, оперативно реагировать на нештатные ситуации. Для повышения устойчивости работы системы газоснабжения внедряются новейшие



технологии автоматизации, в том числе в сфере обслуживания населения, что обеспечивает повышение комфортности проживания людей не только в крупных городах и районных центрах, но и в сельской местности.

Для оценки возможности подключения новых потребителей ведется постоянный мониторинг и актуализация схем газоснабжения с учетом реального и перспективного потребления, оптимизации режимов газоснабжения и загрузки газораспределительных станций.

В части разработки программных комплексов объединение не зависит от импорта и является полностью самодостаточным, создавая современные IT-продукты своими силами.

Внедрение мультипрограммных комплексов (МПК) позволило провести автоматизацию технических служб и обеспечить полный цикл управления технологическими и бизнес-процессами, а также аналитикой. В частности, МПК «Мириада» автоматизи-

и верификации pdf-файлов согласно СТБ 34.101.80-2018. Для решения этой задачи было создано программное обеспечение «Комплекс». В 2024 году предприятие получило на него сертификат соответствия.

Одним из приоритетов цифровой трансформации отрасли является автоматизация управления объектами газораспределительной системы в рамках концепции «умных» городов. Процесс реализуется с использованием телемеханизации и дистанционного управления. Дальнейшее развитие цифровизации предусмотрено соответствующей программой на 2026–2030 годы. В настоящее время ведется разработка этого документа.

Инновационное развитие торфяной отрасли

Использование новых технологий в торфяной промышленности касается в большей степени производ-



ства торфопродукции нетопливного назначения. Одной из таких технологий является углубленная переработка торфа.

В рамках импортозамещения в 2022 году на базе ТП «Березовское» УП «Брестоблгаз» было запущено производство покровного материала для выращивания грибов. Мощность цеха составила 40 тыс. т покровного грунта в год. Ранее данный продукт импортировался из Европы, в частности из Польши. Сегодня технический потенциал проекта полностью обеспечивает потребности белорусских производителей шампиньонов.

По итогам работы за первое полугодие текущего года было выпущено 12 тыс. т этой продукции для реализации на внутреннем рынке.

В 2023 году ГПО «Белтопгаз» на базе ОАО «ТБЗ Ляховичский» совместно с УП «Торговый Дом Торфяные Гуматы» организовало производство жидких и сухих гуматов на основе торфа. Опытная партия продукции уже выпущена и опробована в качестве стимулятора роста растений на сельхозпредприятиях объединения. За первое полугодие 2025 года сельскохозяйственным филиалам ГПО «Бел-



топгаз» реализовано 35,6 т гуминовых удобрений.

В настоящее время объединение продолжает совершенствовать технологии производства гуматов. Инновационные решения в этой области позволят не только повысить качество удобрений, но и получить новые виды экспортоориентированной продукции (сухие гуматы, гуматы в виде геля и др.).

Продукция для растениеводства полностью сертифицирована, в настоящее время осваиваются технологии производства консерванта и добавки в корма для скота с последующей сертификацией.

Отрасль и далее планирует развивать собственные научные изыскания в области глубокой переработки торфа, а также продолжить совместную работу с Институтом природопользования НАН Беларуси по расширению ассортимента продукции.

Перспективы инновационного развития объединения

Инновационная политика объединения способствует устойчивому развитию отрасли и укреплению энергетической безопасности страны. Благодаря своей нацеленности на инновации ГПО «Белтопгаз» демонстрирует динамичный рост, активно внедряя передовые технологии и совершенствуя системы управления. На предприятиях объединения создаются автоматизированные рабочие места, реконструируются и создаются современные центры обслуживания населения, развивается сеть газовых коммуникаций.

В перспективе основным направлением инновационного развития останется цифровая трансформация, которая будет включать совершенствование существующих программных комплексов и разработку новых решений в сфере газификации.

Объединение также планирует продолжить модернизацию оборудования, реализацию технических мероприятий по обеспечению бесперебойного и безаварийного снабжения потребителей и создание новых организационных основ для эффективного и надежного функционирования в условиях рыночной экономики.

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



ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНОГО ПРАВА И ЕГО РАЗВИТИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В статье рассматриваются особенности ядерного права, вытекающие из специфики отрасли, и реализованный в Беларуси подход к формированию системы нормативных правовых документов в области использования атомной энергии с опорой на международные конвенции, рекомендации МАГАТЭ, а также нормативно-правовую базу Российской Федерации как страны – поставщика ядерных технологий.

Система правового регулирования отношений в сфере использования атомной энергии начала складываться во времена СССР параллельно со становлением и развитием ядерной отрасли. Республика Беларусь после обретения независимости стала правопреемницей ряда международных соглашений и присоединилась к новым. Уже до начала реализации первой ядерной энергетической программы в республике были созданы условия для участия в международной системе отношений в сфере использования атомной энергии.

Определяющим для развития ядерной энергетики в нашей стране стало **постановление Совета Безопасности Республики Беларусь от 31 января 2008 года № 1** «О развитии атомной энергетики в Республике Беларусь». Именно с этого момента началось активное развитие национального законодательства в области использования атомной энергии, а по сути формирование новой отрасли – ядерного права.

Специфика ядерной отрасли и ее правового регулирования

Объектами использования атомной энергии (ОИАЭ) наряду с АЭС являются иные ядерные установки, предназначенные для производства, транспортирования и хранения ядерного топлива, свежего и облученного в реакторах. Их объединяет использование ядерных материалов (ЯМ).

В [1] обозначены специфические особенности атомной отрасли. Первое физико-техническое отличие таких установок от других объектов – **высокая концентрация энергии в ЯМ** по сравнению с традиционным топливом. В зависимости от состава и содержания расщепляющихся нуклидов энергоёмкость ЯМ в 103–106 раз больше, чем, например, нефти. Поэтому неконтролируемое высвобождение ядерной энергии или разрушение ядерного топлива (ядерная авария) сопровождается радиационными последствиями, которые могут воздействовать на окружающую среду на больших территориях. Стоимость ликвидации последствий таких аварий может многократно превышать экономическую выгоду от производства энергии на ядерной установке.

Вторым важнейшим отличием ядерных установок является **длительность последствий аварий**, труднопредставимая для любого другого промышленного объекта.

Третье отличие – **режим нераспространения ЯМ**, который призван воспрепятствовать несанкционированным попыткам создания ядерного оружия. Так как ЯМ имеют двойное назначение – могут быть использованы для военных целей (создание атомной, «грязной» бомбы и т.п.), они тщательно учитываются, контролируются и вместе с ядерными установками находятся под физической защитой (то есть защитой от проникновения физических лиц), сопоставимой только с защитой военных объектов.

Перечисленные физико-технические особенности ядерной технологии явились первопричиной целого ряда организационно-технических, экономических, правовых и других особенностей ядерной отрасли.

Так, организационной особенностью является **наличие особых международных организаций**, координирующих и обобщающих практику использования атомной энергии. Это прежде всего:

- Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ, IAEA);
- Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ ОЭСР, OECD NEA);
- Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (BAO АЭС, WANO);
- Европейское сообщество по атомной энергии (ЕВРАТОМ, EURATOM, EAEC).

На основе обобщения мировой практики разработан ряд международных конвенций, обязывающих их участников выполнять апробированные и согласованные мероприятия, важнейшие из которых – образование специализированного государственного **регулирующего органа** в области использования атомной энергии (с соответствующими правами, функциями и компетенцией), а также эффективное разделение ответственности между ним и **эксплуатирующими организациями**.

Такое вмешательство международного сообщества во внутреннюю

деятельность государств в отдельно взятой области является уникальным. Действительно, каждая страна вправе создавать или упразднить, объединять или разграничивать функции органов управления экономикой, финансами, наукой, природными ресурсами и т.д. Но страны – участницы конвенций, связанных с использованием ядерных технологий, обязаны иметь регулирующий орган, обеспечить его необходимыми полномочиями, независимостью, компетенцией, финансовыми и людскими ресурсами и наделить набором государственных функций, таких как:

- введение национальных требований и регулирующих положений в области безопасности;
- лицензирование ядерных установок и деятельности, запрещение эксплуатации ядерной установки без лицензий;
- установление системы регулирующего контроля и оценки ядерных установок в целях проверки соблюдения действующих регулирующих положений и условий лицензий с полномочиями на приостановку их действия, изменение или аннулирование.

Все страны, имеющие ОИАЭ, осуществляют комплекс мер, без которых безопасное функционирование этих объектов будет невозможно. Главной задачей является создание системы ядерного права (включая законы об атомной энергии, государственные правовые акты, развивающие и уточняющие эти законы, систему нормативных требований по безопасному использованию атомной энергии) и специального государственного органа, регулирующего ядерную и радиационную безопасность (ЯРБ).

Международное ядерное право

Специфика ядерной отрасли обусловила развитие системы международного ядерного права [2], обеспечивающего функционирование глобального режима ядерной безопасности и работающего через инструменты международных конвенций. Обязательства, принимаемые на себя их сторонами, должны выполняться при развитии и использовании ядерных технологий. Отметим, что эти обязательства находятся в приоритете по отношению к национальному законодательству стран-участниц.

Ядерное право является сравнительно новой отраслью международного права и связано с возникновением межгосударственных отношений в рамках деятельности по использованию атомной энергии. Появление нового источника энергии обусловило возможность его применения как в мирных, так и в военных целях. Потенциальная опасность, которую таит в себе применение ядерного оружия, наряду с опасностью радиоактивного загрязнения в результате нарушения технологии на ОИАЭ поставили перед государствами и международными организациями неотложный вопрос о более строгом и всеобъемлющем правовом регулировании соответствующих международных и внутригосударственных отношений.

Международное ядерное право базируется на разветвленной системе многосторонних договоров (конвенций) межправительственного уровня, регулирующих практически все вопросы мирного использования атомной энергии, и имеет свою специфику. В силу своих физических свойств ядерная энергия несет в себе риски для человека и окружающей среды, как это показал ряд аварий на АЭС (крупнейшие – в Чернобыле и Фукусиме). Отсюда главный принцип международного ядерного права – обеспечение ядерной безопасности.

Ядерная безопасность включает нижеследующие компоненты, каждый из которых регулируется международными договорами.

1. Ядерная и радиационная безопасность (безопасная инженерная техническая эксплуатация ядерных объектов, недопущение ядерных аварий и оперативное реагирование в случае их возникновения, безопасное обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами). ЯРБ регулируют:

- Конвенция о ядерной безопасности;
- Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии;
- Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации;
- Объединенная Конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (далее – Объединенная конвенция).

2. Физическая ядерная безопасность (ФЯБ), противодействие ядерному терроризму (защита ядерных объектов и материалов с целью противодействия актам злоумышленников/террористов, криминализация таких актов). Этот аспект регулируют:

- Конвенция о физической защите ядерного материала;
- Поправка к Конвенции о физической защите ядерного материала (2005);
- Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма;
- Резолюция 1540 Совета Безопасности ООН (2004);
- Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников.

3. Нераспространение ядерного оружия. Его регулируют Устав МАГАТЭ, Договор о нераспространении ядерного оружия и ряд других документов.

К международно-правовым документам в области использования атомной энергии, являющимся частью белорусского ядерного права, следует отнести ратифицированные Республикой Беларусь конвенции, соглашения и договоры [3].

Так, Беларусь является договаривающейся стороной Конвенции о ядерной безопасности, которая:

- предусматривает укрепление национальных мер и международного сотрудничества в области безопасности АЭС, обеспечения на них ЯРБ, предотвращения радиационных аварий и смягчения их последствий;
- обязывает договаривающиеся стороны иметь на ядерных установках эффективные средства защиты от потенциальной радиационной опасности, регулировать и лицензировать

Справочно:

Конвенция о ядерной безопасности констатирует, что «каждая договаривающаяся сторона принимает соответствующие меры по обеспечению того, чтобы все организации, занимающиеся деятельностью, непосредственно связанной с ядерными установками, проводили политику, при которой приоритет отдается ядерной безопасности».

деятельность на всех стадиях жизненного цикла установок;

- требует гармонизировать национальное законодательство с положениями Конвенции и регулярно отчитываться о своей деятельности на совещаниях стран-участниц;

- предписывает учреждать регулирующий орган и принимать меры для эффективного разделения его функций и функций организаций, которые используют ядерную энергию или содействуют ее использованию.

Беларусь также участвует в конвенциях о физической защите ядерного материала и о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, в Объединенной конвенции. В целях реализации Договора о нераспространении ядерного оружия между Беларусью и МАГАТЭ заключено и реализуется Соглашение о гарантиях. В его рамках наша страна приняла на себя обязательства по недопущению переключения ядерного материала на немирное использование.

Роль МАГАТЭ в развитии ядерного права

МАГАТЭ – это организация, которая находится в особой связи с ООН (непосредственно с Генеральной ассамблеей, а при необходимости и с Советом Безопасности). Одной из задач МАГАТЭ в области права является обеспечение единообразия внутреннего законодательства стран-членов, регулирующего использование атомной энергии. Имеется специальная программа Агентства по оказанию государствам соответствующей помощи.

Особая роль отводится МАГАТЭ в обеспечении международно-правовых основ безопасного развития ядерной энергетики. Под эгидой организации за более чем полувековой период ее существования было разработано и заключено большое количество международных конвенций и договоров, связанных с безопасным использованием атомной энергии. Их положения служат ориентирами при разработке законодательных актов в государствах – членах МАГАТЭ. Одним из таких ориентиров является приоритет обеспечения ЯРБ над всеми другими аспектами деятельности по развитию ядерных технологий.

В 2003 году МАГАТЭ опубликовало «Справочник по ядерному праву», впоследствии переизданный в том числе на русском языке [4], в котором подчеркивается, что безопасное и мирное использование ядерной энергии в любом государстве может быть обеспечено только посредством создания и поддержания эффективной национальной правовой основы регулирования такой технологии. Целями издания были:

- разъяснение общего характера ядерного права, процессов его развития и применения;

- рассмотрение областей, связанных с мирным использованием ядерных и других радиоактивных материалов, которые должны быть охвачены национальным законодательством;

- определение ключевых принципов и концепций, важных для регулирования деятельности в этих областях;

- представление контрольного перечня вопросов, которые должны учитывать разработчики национального законодательства, со ссылками на международные договорно-правовые и руководящие документы.

В настоящее время в ядерном праве актуальна концепция «3S» (от англ. Safety, Security, Safeguards). Она выделяет три технические области, которые должны быть охвачены при создании законодательной и регулирующей основы для обеспечения мирного и предотвращения немирного использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения (ИИИ), а именно: безопасность, физическую безопасность и гарантии.

Если государство принимает решение о развитии ядерной энергетики, ему потребуется создать законодательство, совместимое с соответствующими международными договорно-правовыми и руководящими документами, разработанными под эгидой МАГАТЭ.

Ядерное право как система

Одними из первых работ о ядерном праве в Республике Беларусь как о системе были публикации В.А. Богоненко [5, 6]. Автор обращал внимание на теоретико-правовые предпосылки структурирования норм ядерного права. В работе [5] он указывал на то, что отношения, регулируемые нормами права

в сфере осуществления ядерной деятельности, не являются новыми. Они регулируются отдельными НПА, которые не могут быть в совокупности охарактеризованы как система атомного (ядерного) законодательства. Нормы этих актов относятся к законодательству земельному, экологическому, в области здравоохранения, радиационной и промышленной безопасности, но никак не собственно к ядерной деятельности.

Автор подчеркивает, что «отсутствие теоретико-правового обоснования ядерного права как отрасли права в системе права Республики Беларусь неблагоприятно влияет на область нормотворческого процесса и правоприменительную практику... Область правоотношений, реализуемых в сфере осуществления ядерной деятельности, демонстрирует отсутствие типичной для отраслей отечественного права монополии только лишь какой-то одной группы норм, публично-правового или частноправового характера».

Опыт правового регулирования отношений в сфере осуществления ядерной деятельности указывает на безусловный приоритет источников международного права и их определяющее влияние на национальные законодательства. Следовательно, любые попытки обосновать необходимость структурирования норм, регулирующих различные виды ядерной деятельности в рамках самостоятельной отрасли права, должны предусматривать наличие в системе такого права раздела, содержащего международные нормы.

Отношения в сфере осуществления ядерной деятельности, в особенности связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией АЭС, в несравненно большей степени, нежели любые другие отношения, урегулированные нормами права, происходят из области технических знаний, многочисленных и сложных технологических процессов, что предопределяет наличие большого числа технических норм и правил. С точки зрения нормотворчества это обстоятельство представляет серьезную проблему в части соблюдения баланса между техническими нормами, правилами и законами. «Ассоциируемые с так называемыми подзаконными актами, технические нормы и правила пре-

валируют над законами, снижая тем самым уровень правового регулирования и авторитет закона как важнейшего и основного источника правового регулирования» [5].

Ядерная деятельность способна оказывать воздействие на здоровье человека, что обуславливает необходимость в наличии санитарных норм и правил, гигиенических нормативов и других актов, составляющих часть законодательства о здравоохранении. Однако эти нормы затрагивают область других отраслей права, например трудового права, когда речь идет о безопасности работников, связанных по роду своей деятельности с радиоактивными веществами или ядерными установками.

Ядерная деятельность также создает повышенную опасность для населения, и, как правило, не только в пределах территории той страны, где эксплуатируются ядерные установки, но и на сопредельных территориях соседних стран. Данное обстоятельство повышает вероятность возникновения конфликтов, связанных с осуществлением государством своих внутренних и внешних функций. Такие конфликты могут происходить как внутри страны, так и на межгосударственном уровне. В последнем случае эффективным способом их предотвращения могут быть лишь механизмы международно-правового регулирования.

Структура ядерного права в Республике Беларусь

После принятия решения о сооружении первой АЭС в Республике Беларусь с опорой на международное ядерное право, техническую поддержку МАГАТЭ и при тесном взаимодействии с Россией было инициировано формирование законодательной «пирамиды».

По прошествии времени к моменту ввода Белорусской АЭС в промышленную эксплуатацию в стране сформировалась новая отрасль, обеспечивающая правовое регулирование отношений, связанных с использованием атомной энергии.

Указом Президента Республики Беларусь от 5 апреля 2021 г. № 137 «О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения» в Единый правовой клас-

сификатор Республики Беларусь введена новая отрасль права – законодательство о ЯРБ.

Основанное на конституционном базисе правовое регулирование использования атомной энергии и ИИИ осуществляется многоуровневой, иерархически организованной системой нормативных правовых актов Республики Беларусь и международных документов. Соответствующая нормативно-правовая база включает (помимо ратифицированных Республикой Беларусь международно-правовых документов, перечисленных выше):

- Конституцию Республики Беларусь (Основной Закон);
- законы Республики Беларусь;
- нормативные правовые акты Президента Республики Беларусь и Совета Министров Республики Беларусь;
- технические нормативные правовые документы (ТНПА), в том числе нормы и правила в области ЯРБ;
- руководства по безопасности;
- нормативные документы органов управления в области использования атомной энергии и других органов исполнительной власти (стандарты, строительные нормы и правила и т.п.);
- технические и технологические документы эксплуатирующих организаций, пользователей ИИИ.

Основу правового регулирования отношений в сфере использования атомной энергии составляют положения, содержащиеся в **Конституции Республики Беларусь** [6]. Роль государства при обеспечении безопасности ОИАЭ является определяющей. В то же время использование атомной энергии сопряжено с другими вопросами, в частности природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. Конституция закрепляет основные положения, касающиеся права на благоприятную окружающую среду, права на информацию, а также декларирует готовность к использованию атомной энергии лишь в мирных целях. Эти положения получили дальнейшее развитие на уровне законодательных актов, содержащих нормы о собственности, охране окружающей среды и использовании атомной энергии.

Базовыми для ядерной отрасли являются **законы Республики Беларусь** «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии» от 10 октября 2022 года № 208-3

и «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 года № 198-3 [7]. Первым из них закреплены базовые термины в области ЯРБ, что обеспечивает их единообразное применение всеми субъектами правоотношений, а также рекомендованные МАГАТЭ принципы безопасности; разграничены функции госуправления и регулирования, конкретизированы полномочия республиканских органов госуправления; определена независимость и полномочия Департамента по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзора) как регулирующего органа в соответствии с Конвенцией о ядерной безопасности и Объединенной конвенцией; систематизированы положения об оценке безопасности, государственном надзоре, лицензировании деятельности, аварийной готовности и реагирования и др.

Законом о радиационной безопасности установлены основные принципы ее обеспечения при нормальной эксплуатации ИИИ:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех ИИИ (*принцип нормирования*);
- запрещение всех видов деятельности при использовании ИИИ, при которых польза для человека и общества не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (*принцип обоснования*);
- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого ИИИ (*принцип оптимизации*).

Данный закон установил также основные пределы доз облучения персонала и населения, определил систему органов исполнительной власти в области радиационной безопасности, требования к ее оценке и обеспечению (в том числе при радиационной аварии), права и обязанности граждан и общественных объединений и ответственность за невыполнение требований в данной области.

Что касается нормативных правовых актов Президента и Совета Министров, **указами Президента Республики Беларусь** от 5 апреля 2021 года № 137 и от 21 сентября

2023 года № 291 установлены порядок лицензирования и организации проведения экспертиз в области использования атомной энергии и ИИИ. Указ от 2 ноября 2021 года № 427 регламентирует деятельность органов госуправления в сфере обращения с радиоактивными отходами. В свою очередь, **постановлениями Совета Министров Республики Беларусь** определены основные направления государственной политики в области обеспечения ЯРБ, утверждены положения и регламенты о выдаче разрешений, установлении санитарно-защитной зоны и зоны безопасности ядерных установок, порядке обеспечения ФЯБ, функционировании системы учета и контроля ЯМ, государственной системы гарантий и др.

Как уже отмечалось, сложность ядерной отрасли предопределяет большой перечень технических норм и правил. В Беларуси соответствующая нормативно-техническая база включает в себя разрабатываемые Госатомнадзором и утверждаемые МЧС **нормы и правила по обеспечению ЯРБ**. В них устанавливаются обязательные для исполнения требования к безопасному использованию атомной энергии и ИИИ. Основополагающими документами из числа норм и правил являются: Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (устанавливают критерии без-

опасности АЭС, основные принципы и характер технических и организационных мер, направленных на ее достижение) и Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (устанавливают требования к конструкции, характеристикам и условиям эксплуатации систем и элементов реакторных установок, организационные требования, направленные на обеспечение ядерной безопасности при проектировании, конструировании, сооружении и эксплуатации таких установок и АЭС). Эти документы разработаны специалистами российской атомной отрасли и адаптированы для использования в Беларуси.

Всего с момента начала сооружения Белорусской АЭС разработано и утверждено более 50 норм и правил по обеспечению ЯРБ, которые охватывают все сферы безопасности в соответствии с упомянутой выше концепцией 3S.

Обязательными для исполнения также являются **технические кодексы установившейся практики**, разработанные регулятором, и **стандарты в области использования атомной энергии**. Их обязательность определена ссылками на эти документы в актах законодательства, которые принимаются уполномоченным государственным органом, реализующим политику в атомной сфере.

Еще одним классом технических документов являются **руководства по безопасности**, разрабатываемые и утверждаемые Госатомнадзором. Они содержат приемлемые для Госатомнадзора методы выполнения требований норм и правил и носят рекомендательный характер. На сегодняшний день разработано и утверждено 15 таких документов. Как пример можно привести руководство по безопасности «Обеспечение культуры безопасности на всех этапах жизненного цикла Белорусской АЭС». Госатомнадзором также предлагается использовать в качестве руководств соответствующие ТНПА СССР и Российской Федерации, рекомендации МАГАТЭ, содержащие методы и подходы по выполнению норм и правил безопасности.

Завершают описание нормативной правовой базы в области использования атомной энергии **технические документы эксплуатирующих**

организаций: СТП, внедренные документы (национальные стандарты, нормативные документы сторонних организаций), управленческая, техническая (эксплуатационная, ремонтная, проектная конструкторская, технологическая, монтажная, наладочная) и справочно-информационная документация.

Заключение

Таким образом, в Республике Беларусь сформирована отрасль ядерного права – классическая система нормативных и правовых документов, в совокупности регулирующая правовые отношения в сфере использования атомной энергии. С учетом дальнейшего развития ядерных технологий, а также требований МАГАТЭ по непрерывному повышению безопасности объектов использования атомной энергии совершенствование ядерного права будет продолжено.

Список литературы

1. Гордон, Б.Г. Безопасность ядерных объектов: учебное пособие / Б.Г. Гордон. – М.: НИЯУ МИФИ, 2014. – 384 с.
2. Лысенко, М.Н. Международное ядерное право – это отрасль международного права? / М.Н. Лысенко // Московский журнал международного права. – 2016. – № 4. – С. 11–20.
3. Луговская, О.М. Роль международных конвенций в совершенствовании инфраструктуры регулирования ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь / О.М. Луговская, Н.В. Даниленко // Проблемы управления. – 2024. – № 4 (94). – С. 82–88.
4. Справочник по ядерному праву. Имплементирующее законодательство / К. Стойбер [и др.]. – Вена: МАГАТЭ, 2010. – 202 с.
5. Богоненко, В.А. Система атомного права Республики Беларусь: структура и теоретико-правовые основания / В.А. Богоненко // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Д. Экономические и юридические науки. – 2013. – № 13. – С. 149–155.
6. Богоненко, В.А. Конституционно-правовые основы регулирования отношений в сфере использования атомной энергии в Республике Беларусь / В.А. Богоненко // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Д. Экономические и юридические науки. – 2014. – № 5. – С. 110–114.
7. Бюллетень нормативно-правовой информации в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности / Департ. по ядерной и рад. безоп-ти М-ва по чрезвыч. ситуациям Респ. Беларусь. – Минск: ИВЦ Минфина, 2024.

Справочно:

Госатомнадзором разработан классификатор ТНПА в области обеспечения ЯРБ, который обеспечивает структурирование документов по объектам надзора, быстрый поиск по заданным критериям, а также правильное применение требований ТНПА. Классификатор позволяет анализировать национальное законодательство, выявлять его пробелы и пути совершенствования, разрабатывать и реализовывать программы надзора, формировать перечень компетенций, необходимых регулятору для его деятельности и более качественного выбора инструментов для повышения таких компетенций.

УДК 544.58; 552.524

А.А. БАКЛАЙ,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, a.baklay@tut.by

Т. Г. ЛЕОНТЬЕВА,
к.т.н., заведующий лабораторией
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, t.leontieva@tut.by

А.С. ОНИЩУК,
младший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, hannaonis@gmail.com

Д.А. КУЗЬМУК,
младший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, dariakuzmuk@mail.ru

Н.А. МАКОВСКАЯ,
к.б.н., доцент, ученый секретарь
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, nata.mak@sosny.bas-net.by

ВЛИЯНИЕ ПЛЕНОК СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА НА ПРОТИВОМИГРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕЛОРУССКОГО СУГЛИНКА ПО ОТНОШЕНИЮ К ^{60}Co ПРИ ИЗОЛЯЦИИ НИЗКОАКТИВНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация

В статье приведены результаты исследований химического и минерального состава образца суглинка месторождения Фанипольское (Дзержинский район Минской области) и выделенных из него фракций, а также сорбции ^{60}Co данными образцами. Установлены основные закономерности сорбции ^{60}Co , а также рассмотрено влияние на нее пленок соединений железа, сформированных на поверхности минеральных частиц образца суглинка. Показано, что наличие пленок соединений железа является одним из существенных преимуществ при выборе суглинка в качестве материала буферной засыпки при изоляции низкоактивных радиоактивных отходов БелАЭС.

Ключевые слова: глинистые материалы, суглинок, сорбция, пленки, железо, физический барьер, низкоактивные радиоактивные отходы

Annotation

The article includes the results of investigation of chemical and mineral analysis of a clay loam sample from Fanipolskoye deposit (Dzerzhynsk district, Minsk region) and its separated fractions as well as ^{60}Co sorption by the samples. The general patterns of ^{60}Co sorption on the clay loam as well as the effect of iron compounds formed on the clay loam particles surface on ^{60}Co sorption are determined. Films of iron compounds were shown to be a significant advantage when choosing a clay loam as a buffer material for very low-level Belarusian NPP radioactive waste isolation.

Keywords: clay materials, clay loam, sorption, films, iron, physical barrier, low-level radioactive waste

*Статья поступила в редакцию
19 июня 2025 года*

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируются два энергоблока Белорусской АЭС (БелАЭС) с реактором типа ВВЭР-1200, которые являются основным источником образования радиоактивных отходов (РАО). Согласно нормам и правилам по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (в редакции постановлений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 24.07.2017 № 33, от 05.06.2023 № 36) безопасность захоронения РАО должна основываться на применении системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду. Элементами системы физических барьеров (ФБ) приповерхностного пункта захоронения РАО (ППЗРО)

являются буферная засыпка, подстилающий и покрывающий экраны [1]. Для их создания требуется большое количество глинистых материалов.

В международной практике для захоронения очень низкоактивных (ОНАО), низкоактивных (НАО) и короткоживущих среднеактивных (КЖСАО) РАО приняты два типа ППЗРО – полузаглубленные (расположенные ниже поверхности земли) и наземные (расположенные на поверхности земли). Французский опыт захоронения РАО [2] показал, что создание полузаглубленных ППЗРО возможно при их размещении на слабопроницаемых (глины) или хорошо проницаемых (пески) грунтах в засушливых районах с низким уровнем грунтовых вод. В остальных случаях целесообразно выбирать наземный тип ППЗРО, что актуально для Республики Беларусь. Размещение упаковок ОНАО, НАО, КЖСАО в наземном ППЗРО произ-

водится в разных модулях, отличающихся толщиной биологической защиты ограждающих стен и использованием различных материалов буферной засыпки [1, 3]. Стратегией обращения с радиоактивными отходами, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2023 № 128, предусмотрено сооружение централизованного пункта захоронения модульного типа для всех видов имеющихся и образуемых в стране РАО.

В данной работе предлагается в качестве материала буферной засыпки использовать суглинок, который при изоляции ОНАО и НАО должен выполнять противомиграционную функцию. Необходимо отметить, что суглинки, как пористые глинистые материалы, не предотвратят миграцию радионуклидов в результате диффузии в их поровом растворе, но могут существенно ее замедлить за счет ограничения скорости диффузионного переноса и сорбции радионуклидов на поверхности минералов [4]. При этом на поверхности минералов, входящих в состав глинистых материалов, могут сорбироваться гуминовые вещества, осаждаются оксиды и гидроксиды алюминия, железа, изменяя их сорбционные свойства по отношению к радионуклидам. Данный факт необходимо учитывать при изучении свойств глинистых материалов, предлагаемых для создания противомиграционных барьеров ППЗРО.

Радионуклиды ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,1$ года), ^{90}Sr ($T_{1/2} = 29,8$ года) и ^{60}Co ($T_{1/2} = 5,3$ года) являются основными дозообразующими радионуклидами, вносящими вклад в активность ОНАО и НАО. Известно [5, 6], что сорбция ^{60}Co происходит на поверхности определенных природных материалов. Так, в работе [5] при изучении сорбционных свойств бентонита FEBEX (Испания) установлено, что сорбция ^{60}Co осуществляется в основном на глинистом материале монтмориллоните. Согласно [6] предпочтительная сорбция ^{60}Co происходит на железосодержащих минералах. В связи с этим изучение сорбции ^{60}Co суглинками, добываемыми в Республике Беларусь, является актуальной задачей, так как от этого зависит радиационная безопасность при изоляции НАО в ППЗРО.

Цель работы – выявить закономерности сорбции ^{60}Co суглинком месторождения Фанипольское (Беларусь) и оценить влияние на его сорбцию пленок соединений железа.

Материалы и методы исследований

Для исследований использовали образец суглинка, отобранный в 2020 году из разрабатываемого месторождения Фанипольское в Дзержинском районе Минской области (образец Ф). Выбор суглинка данного месторождения обусловлен тем, что по сравнению с другими ранее исследованными образцами суглинков [7] он обладает наилучшими сорбционными свойствами по отношению к ^{137}Cs .

Для выявления в образце суглинка основных компонентов, определяющих сорбцию ^{60}Co , из него последовательно выделяли фракции с разным размером частиц, используя методы мокрого рассева на ситах и отмучивания [8]. Характеристика фракций, выделенных из исходного образца суглинка, представлена в таблице 1.

Определение химического состава образца Ф выполнено методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа на рентгенофлуоресцентном вакуумном спек-

Таблица 1. Характеристика фракций, выделенных из образца суглинка месторождения Фанипольское

Шифр образца	Размеры выделенных фракций	Содержание фракции в образце суглинка, мас. %
Ф	Природный суглинок	–
Ф-1	Фракция 0,25–0,5 мм	2,5
Ф-2	Фракция 0,125–0,25 мм	2,9
Ф-3	Фракция 0,045–0,125 мм	27,0
Ф-4	Фракция 0,01–0,045 мм	41,1
Ф-5	Фракция менее 0,01 мм	23,7

трометре последовательного действия Axios mAX серии DY5530 (PANalytical, Нидерланды).

Минеральный состав суглинка и выделенных из него фракций изучали методом рентгенофазового анализа с применением дифрактометра Ultima-IV (Rigaku, Япония) с использованием CuK_α -излучения: диапазон съемки 2θ (2° – 70°), шаг $0,01$ – $0,02^\circ$, время накопления сигнала – не менее $0,3$ с на точку.

Эксперименты по сорбции ^{60}Co из раствора образцами фракций суглинка проводили в статических условиях методом ограниченного объема при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Для выявления закономерностей сорбции ^{60}Co в качестве раствора использовали дистиллированную воду, время взаимодействия образцов с раствором составляло 24 ч, что обеспечивало установление полного сорбционного равновесия.

Оценку влияния пленок соединений железа, сформированных на поверхности минеральных частиц образцов суглинка, на сорбцию ^{60}Co из дистиллированной воды осуществляли с использованием исходных образцов и образцов, обработанных реактивом Тамма (соотношение $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 - 1 : 2$, $\text{pH} = 3,3$) для удаления оксалаторастворимых соединений железа.

Навески образцов суглинка массой $0,1$ г помещали в полимерные центрифужные пробирки и добавляли 10 см^3 раствора с удельной активностью ^{60}Co $5,0 \cdot 10^5$ Бк/дм 3 . Затем суспензию перемешивали с использованием шейкера. По истечении 24 ч жидкую фазу отделяли от твердой центрифугированием ($10\,000$ об/мин, 15 мин). В полученном растворе с использованием гамма-бета-радиометра спектрометрического типа РУС-91М определяли удельную активность ^{60}Co и рассчитывали степень его сорбции S , %, и коэффициент распределения между твердой и жидкой фазами K_d , см 3 /г, по формулам:

$$S = \frac{A_0 - A_p}{A_0} \cdot 100\%; \quad (1)$$

$$K_d = \frac{A_0 - A_p}{A_p} \cdot \frac{V}{m}, \quad (2)$$

где A_0 и A_p – значения исходной и равновесной удельной активности ^{60}Co соответственно, Бк/дм 3

V – объем раствора, см 3 ;

m – масса образца, г.

Все сорбционные эксперименты проводили в трехкратной повторности при соотношении образца суглинка и раствора $1 : 100$ и pH раствора, равном $6,4$.

Таблица 2. Химический состав образца суглинка, мас. %

Шифр образца	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	ППП
Ф	80,20	7,86	2,27	2,31	1,06	0,72	0,89	0,56	0,09	3,87

Примечание: ППП – потери после прокаливания.

Таблица 3. Минеральный состав образца суглинка и выделенных из него фракций

Минерал	Содержание минерала в образцах, мас. %					
	Ф	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	Ф-5
Монтмориллонит	13,6	<0,5	<0,5	<0,5	4,7	29,4
Иллит	3,3	<0,5	<0,5	2,0	1,9	17,7
Каолинит	0,7	<0,5	0,8	<0,5	0,5	3,8
Хлорит	0,7	0,3	3,2	0,5	0,5	2,6
Кварц	56,9	84,0	80,1	82,0	66,4	27,4
Альбит	9,8	4,9	6,4	6,5	11,7	8,5
Микроклин	11,5	6,4	6,8	7,3	9,6	8,9
Кальцит	1,1	1,4	0,9	0,6	1,0	1,1
Доломит	0,9	1,6	<0,5	0,6	1,9	0,6
Актинолит	1,5	1,4	0,8	0,5	1,8	<0,5

Результаты и обсуждение

Результаты исследования химического состава природного образца суглинка Ф представлены в таблице 2, из которой видно, что содержание Fe₂O₃ в образце составляет 2,27 мас. %.

В таблице 3 приведен минеральный состав образца суглинка Ф и фракций, выделенных из него.

Как видно из таблицы 3, в крупных фракциях (Ф-1, Ф-2, Ф-3) преобладают (в порядке убывания) кварц, микроклин и альбит. В более мелких фракциях (Ф-4, Ф-5) снижается доля кварца и повышается содержание таких глинистых минералов, как монтмориллонит и иллит.

Одна из основных функций суглинка в качестве буферной засыпки ППЗРО – препятствовать выходу радионуклидов за его пределы в случае разгерметизации емкостей с НАО. Поэтому степень сорбции и коэффициент распределения радионуклидов для глинистых материалов служат основными показателями, определяющими возможность их использования в составе ФБ при строительстве ППЗРО.

Согласно [9] железо может как входить в состав минералов, содержащихся в глинистых материалах, так и присутствовать в виде пленок соединений железа на поверхности минеральных частиц. Для установления закономерностей сорбции ⁶⁰Со образцом суглинка Ф и выделенными из него фракциями использовали исходные образцы и образцы, полученные после обработки реактивом Тамма. На рисунке представлены значения степени сорбции ⁶⁰Со фракциями образца Ф до и после удаления из них пленок соединений железа.

Как видно из рисунка, для фракций образца суглинка Ф, полученных после

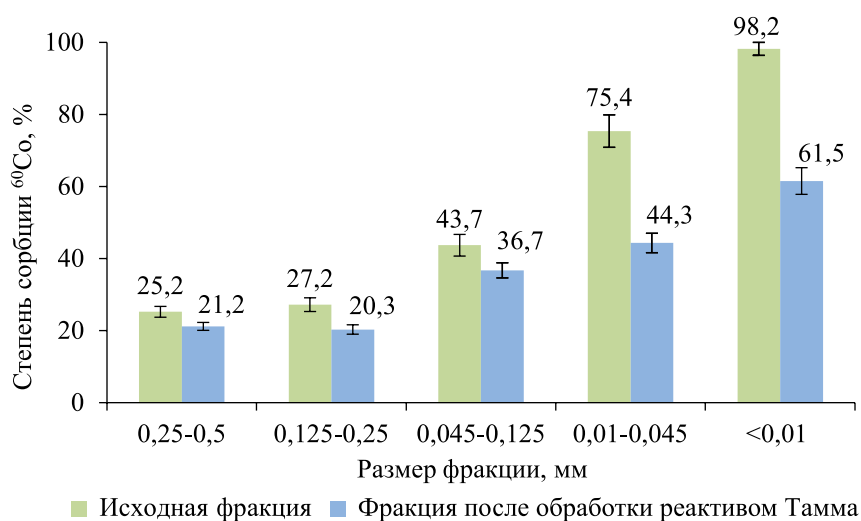
удаления из них пленок соединений железа, наибольшим значением степени сорбции по отношению к ⁶⁰Со обладают более мелкие фракции Ф-4 (S = 44,3 %) и Ф-5 (S = 61,5%), содержание которых в образце Ф составляет 41,1 и 23,7 мас. % соответственно (таблица 1). Данные фракции в основном и определяют сорбцию ⁶⁰Со образцом Ф. Из сопоставления данных таблицы 3 и рисунка следует, что с увеличением содержания основных глинистых минералов монтмориллонита и иллита во фракциях увеличивается и степень сорбции ⁶⁰Со на них.

Удаление пленок соединений железа из мелких фракций приводит к значительному снижению степени сорбции ⁶⁰Со. Ее значение после обработки образцов Ф-4, Ф-5 реактивом Тамма снижается в 1,7 и 1,6 раза соответственно по сравнению с исходными образцами.

Кроме того, коэффициент распределения ⁶⁰Со до и после удаления пленок железа определен для природного образца суглинка Ф. Полученные значения составили 826 и 127 дм³/кг соответственно, то есть K_d ⁶⁰Со после обработки снизился в 6,5 раза. Это свидетельствует о значительном влиянии пленок соединений железа на сорбцию данного радионуклида суглинком месторождения Фанипольское.

Выводы

1. Определено, что сорбция ⁶⁰Со осуществляется в основном на мелких фракциях образца суглинка месторождения Фанипольское с размером частиц 0,01–0,045 мм и менее 0,01 мм. С уменьшением размера минеральных частиц во фракциях образца суглинка снижается содержание



Сорбция ⁶⁰Со в зависимости от размера фракций образца суглинка Ф до и после удаления из них пленок соединений железа (удельная активность ⁶⁰Со – 5,0·10⁵ Бк/дм³, рН = 6,4±0,1, содержание образца фракции суглинка – 10 г/дм³)

1. Жемжуров, М.Л. Варианты концептуальных решений для сооружения приповерхностного захоронения радиоактивных отходов Белорусской АЭС / М.Л. Жемжуров, Д.И. Павлов, А.М. Жемжуров // Радиоактивные отходы. – 2024. – № 4 (29). – С. 53–65.
2. К вопросу выбора способа захоронения низко- и среднеактивных РАО / Д.И. Павлов [и др.] // Радиоактивные отходы. – 2024. – № 1(26). – С. 69–83.
3. Жемжуров, М.Л. Техническая концепция захоронения очень низкоактивных, низкоактивных и короткоживущих среднеактивных радиоактивных отходов Белорусской АЭС / М.Л. Жемжуров, Н.Д. Кузьмина // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2022. – Т. 67, № 1. – С. 105–118.
4. Мартынов, К.В. Диффузия элементов РАО из подземной воды и выщелатов фосфатных матриц в поровом растворе глинистых материалов / К.В. Мартынов, Е.В. Захарова // Радиохимия. – 2024. – Т. 66, № 2. – С. 191–204.
5. Missana, T. Adsorption of bivalent ions (Ca (II), Sr(II) and Co(II)) on to FEBEX bentonite / T. Missana, M. Garcia-Gutierrez // Phys. Chem. Earth. – 2007. – Vol. 32. – P. 559–567.
6. Извлечение кобальта, европия, цезия, стронция и меди частицами Fe_2O_3 и Fe_3O_4 из водных растворов / А.М. Однородова [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15, вып. 4. – С. 523–531.
7. Баклай, А.А. Перспективы использования суглинков в составе подстилающего экрана пункта захоронения очень низкоактивных радиоактивных отходов БелАЭС / А.А. Баклай, Н.А. Маковская, Т.Г. Леонтьева // Энергетическая стратегия. – 2023. – № 2 (92). – С. 43–46.
8. Сорбция радионуклидов Cs, Sr, U и Pu на природных и модифицированных глинах / В.В. Милютин [и др.] // Радиохимия. – 2012. – Т. 54, № 1. – С. 71–74.
9. Белоусов, П.Е. Аналитические методы диагностики минерального состава бентонитовых глин / П.Е. Белоусов, Ю.И. Бочарникова, Н.М. Боева // Вестник РУДН. Сер. инженер. исслед. – 2015. – № 4. – С. 94–101.

Источник: Ассоциация инновационных предприятий в энергетике «ЭнергоИнновация», РФ

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



О.Б. ПОЛЯКОВА,
старший преподаватель БНТУ



ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ

Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 6 февраля 2025 года № 11 утверждены Правила по охране труда при выполнении работ на высоте, которые вступят в силу 26 апреля 2026 года. Правила распространяются на работодателей, осуществляющих деятельность, связанную с выполнением работ на высоте. В энергетике это прежде всего монтаж и ремонт воздушных линий электропередачи, обслуживание трансформаторных подстанций, установка оборудования на высоте, работа на опорах, дымовых трубах и других высотных сооружениях. В статье рассматриваются требования к основным средствам индивидуальной защиты от падения с высоты и их испытаниям.

Коренное отличие новых Правил по охране труда при выполнении работ на высоте от действующих (утверждены постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 28.04.2001 № 52) касается критериев отнесения работ к работам на высоте. В частности, в качестве одного из критериев установлена высота 1,8 м. Понятие «верхолазные работы» применяться не будет.

Определено, что работы на высоте – это работы, при которых существуют профессиональные риски, связанные с возможным падением работающего, находящегося на расстоянии менее 2 м от неогражденных перепадов по высоте 1,8 м и более, а также при высоте защитного ограждения рабочих мест менее 1 м. К работам на высоте приравниваются также подъем работающего на высоту более 5 м и его спуск с такой высоты по лестнице, угол наклона которой к горизонтали составляет более 75°.

Новой редакцией Правил вводятся такие понятия, как анкерное устройство, работы в безопорном пространстве; система канатного доступа система обеспечения безопасности работ на высоте, система позиционирования, система спасения и эвакуации, удерживающая система; фактор запаса вы-

соты, фактор маятника при падении, фактор падения. Применительно к этим понятиям установлены соответствующие регламентирующие требования, в том числе по применению средств индивидуальной защиты (СИЗ) от падения с высоты.

Общие технические требования к СИЗ от падения с высоты и методам их испытаний устанавливает ряд международных, региональных (межгосударственных) и национальных (государственных) стандартов, входящих в технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (утвержден решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 03.03.2020 № 30).

Анкерные устройства

Анкерное устройство (АУ) – это крепежный элемент, используемый при проведении монтажных и строительных работ. Требования к АУ устанавливает ГОСТ EN 795-2019.

Надежное АУ является необходимым компонентом любой системы индивидуальной защиты от падения с высоты. Оно должно выдерживать максимальную динамическую нагрузку,

возникающую при падении с высоты одного человека вместе с оборудованием, которое он имеет при себе. Примеры анкерных систем приведены на рисунке 1.

В зависимости от конструктивных особенностей АУ подразделяются на пять типов (А, В, С, D, Е).

При испытании на деформацию, например, АУ типа D (рис. 2) ни одна часть устройства, предназначенная для рассеивания энергии, не должна иметь остаточную деформацию более 10 мм в направлении приложения нагрузки.

При испытании на динамическую прочность и целостность АУ должно удерживать жесткий испытательный груз таким образом, чтобы он не касался земли.

Испытание на статическую прочность проводится с минимальным коэффициентом запаса прочности, равном 2. При этом все элементы, несущие нагрузку (мобильные анкерные точки, жесткие анкерные линии, их крепления и соединения, сварные соединения, соединения на болтах и др.) должны выдерживать нагрузку $12^{+1,0}$ кН. Для неметаллических элементов АУ, если доказательство их прочности не предоставлено, статическая нагрузка должна составлять 18 кН.

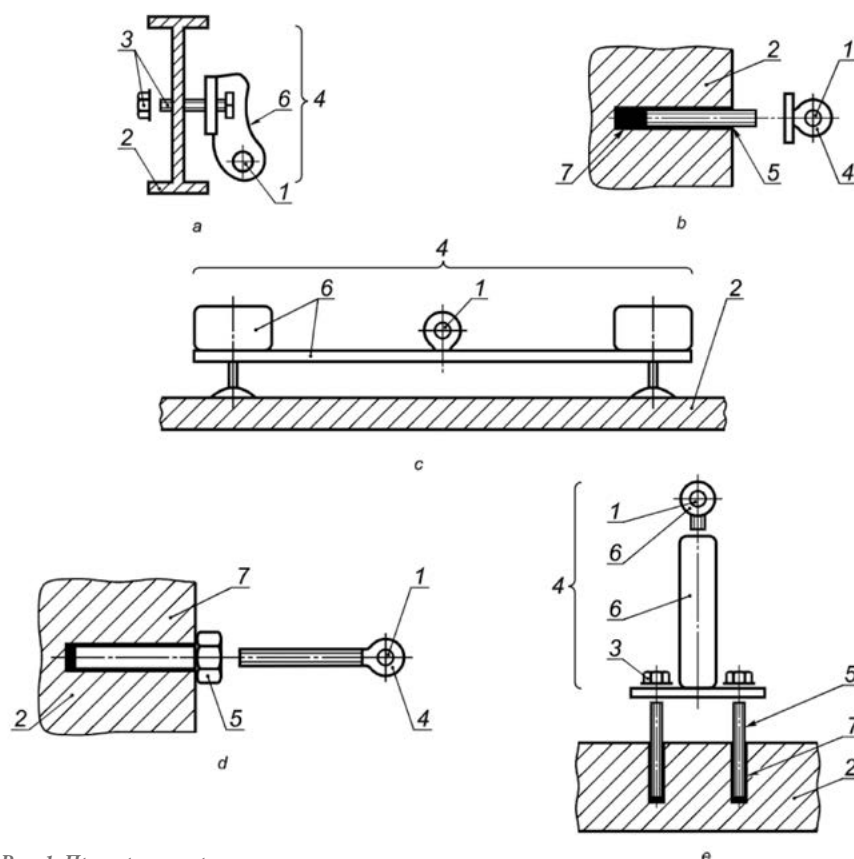


Рис. 1. Примеры анкерных систем:

1 – анкерная точка; 2 – структура (не является частью АУ); 3 – элемент крепления; 4 – АУ; 5 – структурный анкер (не является частью АУ); 6 – элемент анкерной системы или устройства; 7 – постоянное крепление (например, склеивающая смола)

При испытаниях на динамическую прочность и целостность, а также на статическую прочность мобильная анкерная точка не должна отсоединяться от жесткой анкерной линии.

Спасательные подъемные устройства

Согласно ГОСТ EN 1496-2020 спасательные подъемные устройства (СПУ) используются в качестве компонентов спасательных систем.

СПУ *класса А* является компонентом системы, с помощью которой спасатель поднимает человека или он поднимает себя сам из нижнего положения на более высокое место.

СПУ *класса В* соответствует требованиям к СПУ *класса А* и имеет дополнительную функцию ручного спуска человека на расстояние в пределах 2 м, например, для того чтобы обойти препятствие (рис. 3).

Материалы, применяемые для изготовления СПУ, которые могут соприкасаться с кожей, не должны вызывать раздражения или сенсibiliзирующего действия.

Стропы должны быть изготовлены из тканой ленты, текстильного или стального проволоочного каната. Канаты из волокон могут быть плетеными либо иметь сердечник низкого растяжения; тканые ленты и нити должны состоять из новых синтетических монофиламентных или ком-



Рис. 3. Система спасения и эвакуации, использующая переносное временное анкерное устройство и встроенное спасательное подъемное устройство:

1 – трипод; 2 – встроенное СПУ; 3 – спасательная привязь; 4 – страховочное устройство с автоматическими функциями самоблокировки вытягивания стропа, вытягивания и возврата уже вытянутого стропа; 5 – амортизатор во вытягивающемся стропе (функция рассеивания энергии может выполняться страховочным устройством 4); 6 – страховочная привязь

плексных нитей с удельной прочностью на разрыв не менее 0,6 Н/текс. Нити для сшивания должны быть сопоставимого качества с материалом канатов/лент, физически совместимы с ними и иметь контрастный цвет (оттенок) для облегчения визуального контроля.

Согласно ГОСТ EN 1496-2020 СПУ проходят:

- проверку конструкции и рабочего усилия;
- испытания на динамические характеристики, статическую прочность, коррозионную стойкость (для СПУ *класса В*);
- функциональные испытания.

Спасательные привязи

В соответствии с ГОСТ EN 1497-2014 спасательные привязи используются в качестве компонентов спасательных систем, которые являются системами индивидуальной защиты от падения с высоты.

Спасательная привязь предназначена для ношения в процессе нормальной трудовой деятельности. Она

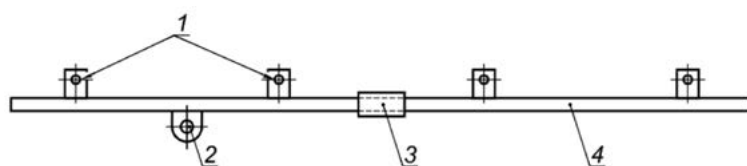


Рис. 2. Схема анкерного устройства типа D:

1 – концевые или промежуточные анкеры; 2 – мобильная анкерная точка; 3 – соединитель жесткой анкерной линии; 4 – жесткая анкерная линия

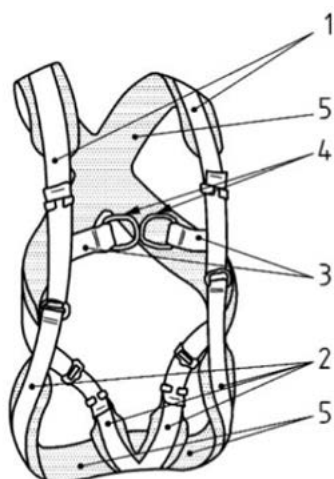


Рис. 4. Спасательная привязь:

- 1 – основные наплечные лямки;
2 – основные набедренные лямки;
3 – основные лямки шириной не менее 40 мм; 4 – место подсоединения (включает два элемента крепления);
5 – мягкий протектор

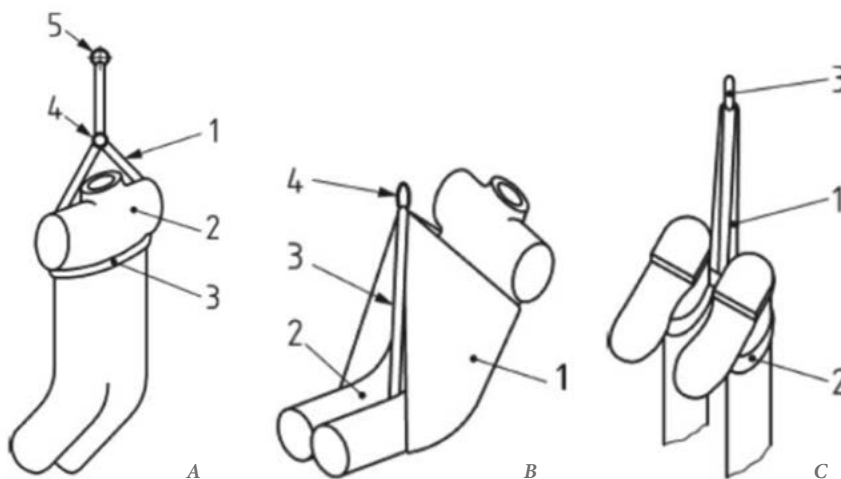


Рис. 5. Спасательные петли:

- класса А** (1 – петля; 2 – корпус человека; 3 – основная ляжка; 4 – элемент подгонки; 5 – элемент крепления);
класса В (1 – петля; 2 – корпус человека; 3 – центральная ляжка; 4 – элемент крепления);
класса С (1 – петля; 2 – основная ляжка, проходящая вокруг лодыжек; 3 – элемент крепления)

включает лямки, фитинги, пряжки или другие элементы, расположенные и соединенные таким образом, чтобы при необходимости остановить падение с высоты и удерживать тело человека в удобном положении для его спасения (рис. 4).

При испытании и осмотре спасательной привязи устанавливают, что ее конструкция в условиях применения обеспечивает приемлемую степень комфорта спасаемого, его жизнь не подвергается опасности, а техника безопасности не ухудшается из-за смещения лямок.

Элементы привязи не должны иметь острых краев или задилов. Материалы при соприкосновении с кожей не должны вызывать раздражение при нормальном использовании привязи. К нитям, из которых она изготовлена, предъявляются такие же требования, как к нитям, используемым в СПУ.

Спасательная привязь должна быть снабжена средствами регулирования для подгонки к параметрам пользователя. Она может быть встроена в одежду (при условии возможности осмотра каждого ее элемента) и должна иметь по меньшей мере одну точку подсоединения, расположенную выше центра тяжести пользователя на передней и/или задней стороне привязи. Ушко каждого соединительного элемента изготавливается с таким расчетом, чтобы сквозь него проходил прутوك диаметром 25 мм.

При испытании спасательной привязи на динамическую прочность с манекеном корпуса человека, масса которого эквивалентна максимальной номинальной нагрузке, но не менее 100 кг, манекен должен быть удержан без разрушения или разрыва основных лямок или крепления. Ни один из элементов привязи не должен отсоединиться.

При испытаниях на статическую прочность с приложением испытательной силы, эквивалентной 10-кратной максимальной номинальной нагрузке, но не менее 15 кН, в течение 3 мин основные лямки и соединительные элементы привязи не должны быть разрушены/разорваны и ни один из ее элементов не должен отсоединиться.

Если спасательная привязь имеет более одного элемента крепления, то испытания на прочность проводят с каждым элементом крепления.

Металлические части привязи подлежат испытанию на сопротивление коррозии.

Спасательные петли

Требования к спасательным петлям установлены межгосударственным стандартом ГОСТ EN 1498-2014. Их используют в спасательных системах в качестве компонента, фиксирующего тело человека в определенной позиции.

Спасательные петли подразделяются на три класса в зависимости

от положения, в котором удерживается спасаемый (рис. 5):

А – в вертикальном положении с фиксацией под мышками;

В – в сидячем положении;

С – в перевернутом положении (вниз головой) с фиксацией за лодыжки.

Спасательная петля должна иметь не менее одной точки подсоединения. Диаметр ушка каждого элемента крепления должен составлять 25 мм. Требования к материалам и конструкции спасательной петли, возможности ее визуального контроля, испытаниям на динамическую и статическую прочность, сопротивление коррозии аналогичны тем же требованиям к спасательной привязи.

При испытании спасательной петли на прочность динамической нагрузкой должно быть исключено случайное освобождение спасаемого человека от петли.

Канаты с сердечником низкого растяжения

Требования к канатам с сердечником низкого растяжения регламентируются ГОСТ EN 1891-2014. В комбинации с другими устройствами канаты используются:

- для доступа к рабочему месту (включая все виды позиционирования и удержания работающего);
- для спуска или подъема пострадавших при спасательных работах;

- для подъема, спуска и движения по горизонтали в спелеологии.

Независимо от сферы использования канаты должны иметь следующие характеристики: малое растяжение при обычной работе, способность выдерживать нагрузки, возникающие при падении, и гасить энергию ударных нагрузок, степень которых обычно согласуется с приемлемым растяжением во время обычной работы.

Канат состоит из сердечника низкого растяжения и оболочки. Сердечник – основной компонент, несущий нагрузку, он включает параллельные элементы, натянутые и скрученные вместе в один или несколько слоев или заплетенные. Оболочка обычно представляет собой оплетку и защищает сердечник, например, от истирания с наружной стороны и разрушения под действием ультрафиолетового излучения.

Канаты подразделяются на два типа. В отличие от канатов *типа А* (общего назначения) канаты *типа В* имеют более низкие показатели и требуют более осторожного обращения.

Канаты изготавливаются из синтетических волокон, причем материалы оболочки и сердечника должны иметь температуру плавления более 195 °С. Регламентируются диаметр каната (не менее 8,5 мм и не более 16 мм) и его жесткость (коэффициент способности к вязке узлов не выше 1,2).

Должна быть предусмотрена возможность создания концевых элемента (петли), подходящего для использования в качестве прикрепления в любом месте каната (например, в форме узла «восьмерка»).

ГОСТ EN 1891-2014 устанавливает также требования к смещению оболочки каната в продольном направлении относительно сердечника, усадке, массе каната на единицу длины, массе материала наружной оболочки и материала сердечника.

При испытаниях удлинение каната с сердечником низкого растяжения не должно превышать 5 %, максимальная сила торможения при остановке падения – 6 кН.

При испытании на динамическую прочность канат должен выдерживать пять падений с грузом массой 100 кг (тип А) или 80 кг (тип В).

При испытании на статическую прочность канат без концевых элементов должен выдерживать нагрузку не менее 22 кН (тип А) или не менее 18 кН (тип В), канат с концевой заделкой – в течение 3 мин выдерживать нагрузку 15^{±5} кН (тип А) или 12^{±0,5} кН (тип В).

Закключение

При работе на высоте СИЗ помогают минимизировать риск падения, а если оно все же случилось – исключить смертельный исход и смягчить последствия возможных травм. Применение СИЗ в соответствии с Правилами по охране труда при выполнении работ на высоте позволяет свести к нулю вероятность несчастного случая, защитить жизнь и здоровье работающих, обеспечить соблюдение требований законодательства и стандартов безопасности.

К сведению



Результаты конкурсного отбора:

первую АЭС в Казахстане построит международный консорциум во главе с «Росатомом», вторую и третью – китайская компания CNNC.

РАЗВИТИЕ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СТРАНАХ ЕАЭС

Современная климатическая повестка обуславливает необходимость развития альтернативных безуглеродных технологий в энергетике, промышленности, на транспорте и в других сферах деятельности. В качестве перспективного направления, способствующего достижению углеродной нейтральности, мировое сообщество рассматривает развитие технологий на основе водорода. В 2023 году рабочая группа по водородной энергетике при Консультативном комитете по промышленности ЕЭК представила доклад «Об итогах анализа и перспективах развития водородной энергетике в Евразийском экономическом союзе». Публикуемый материал отражает ключевые положения доклада.

Потенциал водорода и его химических соединений (метан, аммиак, гидриды и др.), а также связанных с ним технологий обусловлен его универсальностью. Водород можно использовать в разных областях и в разном качестве: как сырье для промышленности, топливо для транспорта, ресурс для производства электрической и тепловой энергии. Кроме того, в энергетике он может применяться в качестве эффективного средства накопления излишков энергии, получаемой из различных источников, включая ВИЭ, с перспективой ее отложенного использования.

Экологические и экономические аспекты производства водорода

В мире принята условная классификация водорода по степени экологичности (коричневый, серый, голубой, желтый, зеленый) в зависимости от способа его производства и оставляемого углеродного следа (рис. 1).

Чем более экологичен водород, тем дороже его производство. По этой причине в мире в настоящее время производится менее 1 % низкоуглеродного водорода. Для изменения ситуации необходимо устранить ценовой разрыв

между технологиями получения водорода, приводящими к выбросам CO₂, и их безуглеродными (малоуглеродными) альтернативами. В перспективе этого можно добиться за счет:

- увеличения затрат на приобретение квот на выбросы CO₂ (при наличии механизмов торговли квотами);
- развития технологий улавливания и хранения углерода и уменьшения их вклада в стоимость конечного продукта (за счет эффекта масштабирования);
- снижения затрат на электролизеры;
- удешевления стоимости электроэнергии для получения водорода (в частности, от ВИЭ).

В настоящее время спрос на чистый водород в мире составляет около 75 млн т в год. По оценкам экспертов, к 2050 году водород будет покрывать 24 % мировых потребностей в энергии, отрасль привлечет около \$ 11 трлн инвестиций, а ежегодные продажи водородного топлива достигнут \$ 700 млрд. Предположительно, крупнейшими рынками водорода будут Китай с ежегодным спросом 200 млн т, Европа и Северная Америка – по 100 млн т, Индия – 55 млн т, Япония и Южная Корея – 35 млн т в совокупности (рис. 2).

Таким образом, водородная энергетика (ВЭ) может стать значимым драй-

Справочно:

Рабочая группа по водородной энергетике при Консультативном комитете по промышленности ЕЭК – одна из 16 рабочих групп, функционирующих на площадке Департамента промышленной политики ЕЭК. Ее деятельность направлена на определение путей развития водородной энергетике на территории ЕАЭС и перспективных совместных проектов в этой сфере, а также на содействие сотрудничеству между научно-исследовательскими организациями государств ЕАЭС в области разработки передовых технологий производства, транспортировки, хранения и применения водорода.

вером развития для стран, имеющих возможность производить, хранить и транспортировать водород, включая страны ЕАЭС.

Мировая политика в сфере водородной энергетике

Основной тенденцией мировой политики в сфере ВЭ является растущий



Рис. 1. Классификация водорода

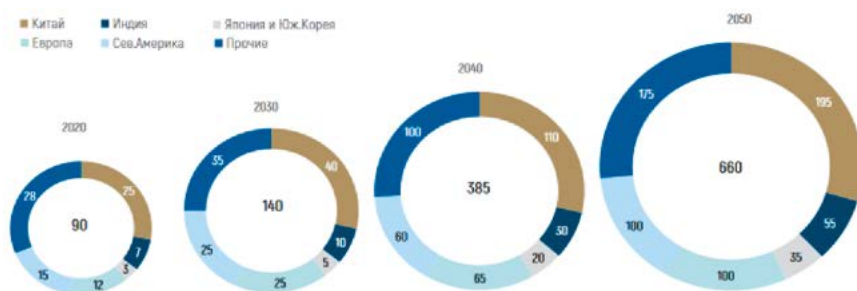


Рис. 2. Прогноз спроса на водород в мире по регионам, млн т в год

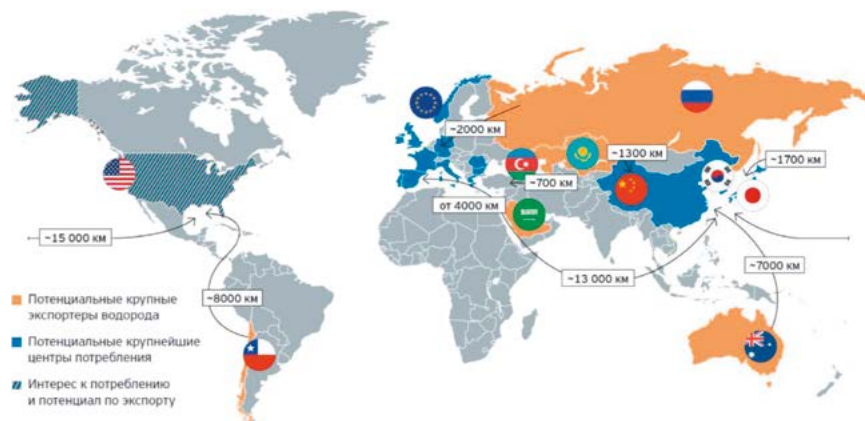


Рис. 3. Основные экспортёры и потребители водорода

интерес к развитию этой отрасли и водородных технологий как ключевого элемента энергоперехода и декарбонизации. В ряде стран уже утверждены национальные стратегии производства и использования водорода, включая соответствующие целевые показатели. Анализ принятых документов позволяет выделить четыре основных направления развития данного сектора:

- производство водорода;
- водородная логистика (распределение, хранение, транспортировка);
- развитие транспорта (прежде всего автомобильного) на водородном топливе;
- производство электроэнергии на основе водорода.

Признанным мировым лидером по развитию ВЭ является Япония. Базовая водородная стратегия этой страны, утвержденная в 2017 году, рассматривает водород в качестве нового энергоресурса для создания безуглеродного общества. Стратегия направлена на сокращение расходов, связанных с водородными технологиями, до уровня затрат на традиционные источники энергии и предполагает комплексный подход к развитию этой сферы, который охватывает все цепочки – от производства водорода до его использования.

Водородная стратегия Евросоюза делает ставку на производство зеле-

ного водорода. Как ключевой фактор для развертывания водородной экономики рассматривается развитая и хорошо регулируемая газовая инфраструктура Европы. В качестве региона с хорошими условиями для перехода на ВЭ выделяется северо-западная часть ЕС (Бельгия, Германия, Дания, Нидерланды, Норвегия, Великобритания, Франция). Здесь сосредоточено 5 % мирового и 60 % европейского спроса на водород, расположены крупнейшие порты, промышленные центры и имеется развитая газотранспортная сеть, которая может быть перепрофилирована на доставку водорода из мест его производства в центры потребления. В качестве областей применения водорода в Европе рассматривают прежде всего транспорт, в том числе общественный, отопление жилых домов, металлургию, нефтехимию. Сдерживающим фактором развития ВЭ в Евросоюзе является неопределенность правового регулирования.

В Китае в год производится около 25 млн т водорода, преимущественно из угля (60 %). К 2035 году в стране должна быть сформирована промышленная система ВЭ. Как и в Японии, в КНР предусмотрено развитие всех производственных цепочек, связанных с данной отраслью.

О долгосрочных планах поставок водорода на экспорт заявляют Австралия, Россия и Саудовская Аравия.

В настоящее время карта ключевых экспортёров и потребителей водорода выглядит следующим образом (рис. 3).

Состояние и перспективы водородной энергетики в ЕАЭС

Государства – участники ЕАЭС, как и другие страны, стоят перед необходимостью сокращения выбросов CO₂ путем декарбонизации различных сфер производства и жизнедеятельности. Применение водородных технологий может этому способствовать.

Эксперты отмечают, что развитие ВЭ на евразийском пространстве находится на начальном этапе: формируются стратегические ориентиры, определяются перспективные водородные технологии для снижения выбросов CO₂ в промышленности, ведутся научные исследования и разработки, планируются и (или) реализуются пилотные проекты.

В **Армении** важной предпосылкой развития ВЭ является формирование необходимого правового поля, в частности включение соответствующих положений в Концепцию энергетической безопасности Армении и разработка проекта концепции развития ВЭ.

В стране имеются значительные ресурсы воды и электроэнергии для безуглеродного получения водорода путем электролиза, разветвленная сеть газопроводов, которая может быть использована для транспортировки водорода, а также промышленная база, позволяющая организовать производство оборудования для ВЭ. Так, планируется разработка высокоэффективных полупроводниковых фотокатализаторов для фотокаталитического и фотоэлектрохимического разложения воды с последующим созданием высокоэффективных установок для получения зеленого водорода.

В настоящий момент единственным предприятием в Армении, которое специализируется на ВЭ, является АОЗТ «H2 EConomy». Компания осуществляет научно-исследовательские работы, производство и продажу водородных топливных элементов с протонообменной мембраной и преследует цель развития в стране новых форм альтернативной энергетики.

Эксперты рабочей группы по водородной энергетике при Консультативном комитете по промышленности ЕЭК (далее – эксперты) относят к перспективным направлениям развития ВЭ в Армении:

- производство локальных генераторов водорода для сельской местности;
- развитие низкоуглеродного производства водорода из российского природного газа;
- решение научно-технических задач, связанных с преобразованием водорода в другие виды энергии;
- создание водородного кластера на базе Института физических исследований Национальной академии наук;
- разработку программы развития ВЭ и транспорта с использованием электроэнергии Армянской АЭС и ВИЭ.

В **Беларуси** пока не сформирована нормативная правовая база, регулирующая развитие ВЭ. Вместе с тем республика обладает хорошим потенциалом для этого, основу которого составляют:

- электроэнергия Белорусской АЭС;
- водные ресурсы;
- разветвленная газотранспортная система;
- научная база (в стране проводятся фундаментальные и прикладные исследования по водородной тематике);
- развитое производство аммиака и метанола.

Основным потребителем водорода в республике является нефтехимический комплекс: на ОАО «Гродно Азот» водород применяется для производства аммиака и метанола, на ОАО «Мозырский НПЗ» и ОАО «Нафтан» – в процессах гидрокрекинга и гидроочистки. Незначительное количество водорода используется в металлообработке и энергетике. Основным способом производства водорода является паровая конверсия природного газа.

В качестве перспективных направлений развития ВЭ в Беларуси эксперты выделяют:

- создание ресурсной базы для хранения водорода в геологических породах с соляными отложениями в Припятском бассейне;
- применение комбинированных источников стационарной генерации электроэнергии и тепла с частичным использованием водорода в горелочных устройствах, паросиловых турбинах, газопоршневых двигателях, щелочных и высокотемпературных топливных элементах;

- производство водорода для маломощных источников стационарной генерации (5–10 кВт) с применением метанола и установок каталитического крекинга аммиака на ОАО «Гродно Азот»;
- использование газотранспортной и газораспределительной сети для транспортировки водорода и водородсодержащих газов в пределах республики и в третьи страны.

В **Казахстане** сформирована обширная нормативная правовая база для развития ВЭ. Соответствующие положения включены в законодательство, регулирующее вопросы развития ВИЭ и перехода к зеленой экономике.

В стране реализуется ряд проектов с использованием водородных технологий, том числе строительство водородной установки на Павлодарском нефтехимическом заводе, создание ДВС на водороде, разработка мобильной водородной АЗС, внедрение установки по переработке углеводородсодержащих отходов с получением синтез-газа и др.

Казахстан имеет исключительно благоприятные условия для выработки водородного топлива, в том числе располагает большими запасами угля, а также редкоземельных и благородных металлов для производства катализаторов и комплектующих топливных элементов.

Водород для собственных нужд страны производится на ГРЭС Павлодарской области и Мангистауском атомно-энергетическом комбинате (МАЭК). Производственная база заводов в Костаное, Алматы и Восточно-Казахстанской области подходит для создания с автопроизводителями Японии и Кореи совместных предприятий по сборке водородных автомобилей и автобусов в количестве порядка 80 тыс. единиц в год.

При этом существенным сдерживающим фактором является дефицит в Казахстане водных ресурсов.

По мнению экспертов, развитие ВЭ позволит Казахстану реализовать свои преимущества и диверсифицировать углеводородный сектор, обеспечит опережающую трансформацию экономики в новый технологический уклад и получение масштабных выгод, необходимых для динамичного социально-экономического развития страны.

В **Кыргызской Республике** вопросы развития ВЭ не являются приоритетными, ставка делается на ГЭС и другие виды чистой генерации. При этом экс-

парты отмечают, что развивающийся сектор ВИЭ содержит потенциал для производства водорода. Имеются предпосылки для развития сотрудничества в области водородных технологий с Россией, поскольку в 2022 году Минэнерго республики и Госкорпорация «Росатом» подписали меморандум о сотрудничестве в сооружении АЭС малой мощности. Реализация данного проекта будет способствовать декарбонизации экономики страны и может стать стимулом для появления водородной отрасли.

В **Российской Федерации** на государственном уровне инициирована системная работа по созданию условий для развития водородной отрасли, реализуется обширная программа в сфере ВЭ и внедряются соответствующие технологии. Страна является локомотивом данного направления в ЕАЭС и позиционирует себя в качестве потенциального крупного поставщика и потребителя водорода. В связи с этим Россия заинтересована в формировании как национального, так и глобального водородного рынка.

Из государств – участников Союза только в России к настоящему времени разработаны стратегические документы по развитию ВЭ. Они предусматривают поэтапный подход:

- на начальной стадии – создание водородных кластеров и реализация пилотных проектов, направленных на экспорт водорода и отработку применения энергоносителей на его основе на внутреннем рынке;

- в перспективе до 2035 года – создание крупных экспортоориентированных производств водорода, организация массового применения водородных технологий (химия, нефтехимия, металлургия, транспорт, ЖКХ), масштабирование производства оборудования для ВЭ и налаживание его экспорта;

- в перспективе до 2050 года – широкое коммерческое применение водородных технологий на внутреннем рынке и их поставки на экспорт, достижение статуса крупнейшего экспортера водорода, энергетических смесей на его основе и оборудования для ВЭ в страны АТР и Европы.

Среди основных преимуществ России для развития ВЭ – значительные запасы углеводородов и пресной воды, энергетический потенциал АЭС и ГЭС, выгодное географическое положение, развитая сеть

Калининградская область

1. Группа Кронштадт: «Зеленый» водород
2. Росатом: «Зеленый» водород

Республика Крым

3. Н2: «Зеленый» водород

Краснодарский край

4. Лукойл: «Зеленый» водород

Саратовская область

5. СПК Горный: «Голубой» аммиак

Московская область

6. НИЦ РКП: «Зеленый» водород

Ленинградская область

7. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Зеленый» водород

8. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Зеленый» водород

9. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Зеленый» водород

10. Еп+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

11. Татэнерго: «Зеленый» водород

12. Агентство регионального развития

13. Мурманская область: «Зеленый» водород

14. Росатом: Низкоуглеродный водород

15. H4Energy: «Зеленый» водород / аммиак

16. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

17. Н2: «Зеленый» водород

18. Газпром энергохолдинг: «Зеленый» водород / аммиак

Республика Коми

19. Коми Центр развития

20. НОВАТЭК: «Голубой» водород / аммиак

21. Фонд Энергия: «Голубой» аммиак / водород

22. Фонд Энергия: «Зеленый» водород

23. Фонд Энергия: «Голубой» аммиак / водород

24. Северная Звезда: Низкоуглеродный водород

25. СУЭК: «Голубой» аммиак

26. Еп+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

Иркутская область

27. Еп+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

28. Еп+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

29. Еп+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

30. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

31. Юнигрин Энерджи: «Зеленый» водород

32. Агентство Амурской области по привлечению инвестиций: «Зеленый» водород

33. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ Альянс: «Голубой» аммиак

Хабаровский край

34. АФК Система: «Зеленый» водород

35. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

36. Росатом: «Голубой» водород / аммиак

37. Росатом: «Зеленый» водород

38. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

39. H4Energy: «Зеленый» водород / аммиак

40. Н2: «Зеленый» водород

41. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Рис. 4. Карта размещения российских водородных проектов

газопроводов, научный потенциал и имеющиеся разработки. На различных стадиях реализации в стране находится более 40 пилотных проектов (рис. 4).

Оценка экспортного потенциала России в области ВЭ показывает, что страна может стать одним из ключевых участников формирующихся цепочек мирового водородного рынка, включая производство, хранение, транспортировку и потребление водорода и продвижение соответствующих технологий.

К приоритетам развития ВЭ в России с учетом новых экономических вызовов эксперты относят дальнейшее развитие отечественных водородных технологий (для внутреннего и международных рынков), создание испытательных полигонов для их отработки, формирование национальной системы квалификации и сертификации водорода, серийное производство необходимой промышленной продукции.

Перспективы и ограничения развития водородной энергетики в ЕАЭС

На основе проведенного анализа эксперты пришли к заключению о наличии значительного потенциала развития ВЭ в странах Союза. Составляющими этого потенциала являются соответствующая

ресурсная и научно-исследовательская база, развитая газотранспортная инфраструктура, практические результаты пилотных проектов.

При этом эксперты отмечают, что в ЕАЭС наиболее экономически эффективным способом получения водорода с низким углеродным следом является его централизованное производство на базе технологий паровой конверсии метана и газификации угля с обеспечением улавливания CO₂, а также методом электролиза воды с использованием электроэнергии АЭС и ГЭС.

В то же время для создания ВЭ существует ряд системных ограничений:

- отсутствие глобального рынка водорода и неопределенность перспектив развития ВЭ в целом;
- отсутствие у членов ЕАЭС (за исключением России) государственных стратегий и единых подходов к развитию отрасли, в том числе в части требований безопасности;
- невостребованность водорода как энергоносителя на внутреннем рынке ЕАЭС, отсутствие конечного потребителя (водородные заправки, транспорт, ТЭЦ на водороде);
- высокая стоимость и сравнительно невысокие технико-экономические показатели производства низкоуглеродного водорода, недостаточная готовность технологий к широкому промышленному применению и, как

следствие, низкая конкурентоспособность водорода по сравнению с традиционными энергоносителями;

- недостаточный уровень освоения и невысокая эффективность технологий хранения водорода и его транспортировки, в первую очередь на дальние расстояния;

- неразвитая правовая база, система стандартизации и сертификации в области ВЭ и др.

Однако в долгосрочной перспективе перечисленные ограничения могут быть нивелированы за счет развития технологий, успешной реализации пилотных проектов и распространения наработанного опыта в странах ЕАЭС при активной господдержке, участии всех заинтересованных сторон и содействии ЕЭК.

Главной задачей ЕЭК и государств-членов на начальном этапе формирования водородной отрасли в ЕАЭС эксперты считают сближение подходов к развитию ВЭ в странах Союза с учетом потенциала каждого участника. В текущих экономических условиях также целесообразно уделить особое внимание стимулированию научно-технической кооперации членов ЕАЭС, созданию новейших разработок, опытных образцов комплектующих и готовой продукции, связанной с производством, хранением, транспортировкой и использованием водорода.

Подготовил Олег Соболев

БУДУЩЕЕ МИРОВОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В последние годы в мире резко вырос интерес к мирному атому. По данным Госкорпорации «Росатом», сегодня ядерная энергетика занимает третье место в мире по производству электроэнергии после угольной и гидроэнергетики, обеспечивая около 17 % всей генерации. В условиях роста электропотребления все больше государств делают ставку на реакторные технологии, принимая решение о строительстве своих первых АЭС. В статье представлен анализ тенденций и перспектив развития мировой ядерной энергетики.

Спрос на электроэнергию будет расти

Рост численности населения в мире, развитие промышленности, тотальная цифровизация, все более активная электрификация городов, бурный рост центров обработки данных, переход на электротранспорт – все это приводит к неизбежному росту спроса на электроэнергию. По оценке Международного энергетического агентства (МЭА), за последние 10 лет потребление электроэнергии росло в два раза быстрее, чем спрос на энергию в целом. И эта тенденция продолжится в среднесрочной перспективе.

Согласно последнему обзору МЭА World Energy Outlook 2024, до 2050 года при любом сценарии развития мировой экономики спрос на электроэнергию в мире удвоится. Причем это будет происходить вне зависимости от тенденций климатической повестки, изменений геополитических условий или темпов роста мировой экономики. Этот вектор скорее обусловлен общим развитием социума и ростом благосостояния населения, даже в беднейших странах мира.

В **базовом сценарии** прогноза (Stated Policies Scenario), который основывается на реализуемых мерах в энергетике и промышленности, а также неизменности климатической политики, мировой спрос на электроэнергию вырастет с 26 тыс. ТВт·ч в 2023 году до 50 тыс. ТВт·ч к 2050 году. В 2023–2035 годах прирост в среднем будет составлять 1000 ТВт·ч в год. В **сценарии объявленных обязательств** (Announced Pledges Scenario) прогнозируется, что спрос на электроэнергию вырастет ровно в два раза, а в **сценарии «чистого нуля» выбросов парниковых газов** (Net Zero

Emissions by 2050 Scenario) – более чем в 2,5 раза.

Рост потребления электроэнергии будет неравномерным в разных странах и на разных континентах и будет постоянно подталкиваться так называемым эффектом отложенного спроса со стороны развивающихся стран, пытающихся подогнать свою экономику и уровень жизни населения под стандарты более развитых стран.

Сейчас США потребляют примерно 14 тыс. кВт·ч в год на человека, Китай – порядка 5–6 тыс. кВт·ч, потребление электроэнергии в быстроразвивающихся, догоняющих экономиках Южной и Юго-Восточной Азии существенно меньше. В Индии, Индонезии и Вьетнаме оно составляет в среднем только 1–2 тыс. кВт·ч в год на человека, однако уже через 10–15 лет спрос на электроэнергию в этих странах может вырасти в 3–5 раз.

Одновременно под давлением климатической повестки будет меняться и структура потребления электроэнергии. Доля нефти, газа и угля так или иначе будет снижаться (хотя этот процесс будет идти достаточно неравномерно), а доля атомной электроэнергии и ВИЭ, наоборот, расти.

Мощности АЭС в мире могут удвоиться

Уже сейчас, согласно отчету Всемирной ядерной ассоциации (World Nuclear Association, WNA), доля атомной промышленности в мировом производстве электроэнергии составляет 9 %, или 2602 млрд кВт·ч. К 2050 году этот показатель может вырасти до 12 %.

По оценке экспертов МАГАТЭ, которую они приводят в своем прогнозе развития атомной промышленности до 2050 года, при реализации низкого сценария развития мощности АЭС вырастут на 23 % – с 371 ГВт в 2023 году до 458 ГВт в 2025-м. В высоком сценарии ожидается, что к 2050 году общая мощность ядерных реакторов в мире увеличится уже более чем в два раза и достигнет 890 ГВт.

В 2025 году прогнозы МАГАТЭ могут быть пересмотрены в сторону еще большего увеличения доли атомной генерации на фоне появления в разных государствах новых планов по строительству АЭС. Так, в ноябре 2024 года США опубликовали дорожную карту по развитию атомной промышленности в стране до 2050 года под названием «Безопасное и ответственное расши-

АЭС «Тяньвань», Китай



рение ядерной энергетики США: цели развертывания и план действий». Согласно документу страна планирует к 2050 году увеличить мощности АЭС с текущих 100 ГВт до 300,6 ГВт.

Такой взрывной рост спроса на атомную генерацию объясним. АЭС – это наиболее надежный и постоянный источник недорогой электроэнергии, вырабатываемой равномерно в течение 24 часов 7 дней в неделю, который не зависит от погоды, уровня воды в водохранилищах и пиковых нагрузок. Атомные станции наиболее оптимально вписываются и в климатическую повестку, поскольку не производят выбросов парниковых газов. Фактически среди так называемых чистых источников энергии атомная генерация занимает второе место в мире, уступая лишь гидроэнергетике.

По данным WNA, в 2023 году ядерные реакторы помогли снизить глобальную эмиссию парниковых газов в атмосферу на 2,1 млрд т. Это больше, чем годовые выбросы любой отдельной страны в мире, кроме Китая, США и Индии. Если перенести этот показатель на всю историю атомной промышленности за последние 50 лет, то, по данным МЭА, использование АЭС позволило предотвратить около 70 млрд т выбросов углекислого газа.

Ядерная энергетика ускорит переход к безуглеродной экономике

Преимущества атомной промышленности стали очевидны в 2020–2021 годах, когда на фоне роста спроса на электроэнергию при практически безветренной погоде на всей территории Европы начались сбои в работе энергосистем, базирующихся на ветроэлектростанциях. Уже в феврале 2022 года Еврокомиссия подготовила документ под названием «Таксономия ЕС». Это классификация видов экономической деятельности с точки зрения их соответствия требованиям перехода к безуглеродной экономике. В документе ЕК определяет ядерную энергетику как переходный «зеленый» источник энергии на этапе до 2045 года, способствующий энергопереходу.

Принимая во внимание научные оценки и текущий технологический прогресс, ЕК считает, что инвестиции в избранные виды атомной и газовой



АЭС «Три-Майл-Айленд», США

генерации в переходный период соответствуют климатическим целям ЕС и позволят ускорить переход от наиболее грязных видов энергетики, таких как угольная, к климатически нейтральному будущему, по большей части основанному на ВИЭ.

Кроме того, отмечают эксперты МАГАТЭ, такой шаг ЕК обусловлен ростом новых технологий в атомной промышленности, повышающих эффективность и удобство использования «чистой» энергии в больших объемах. «Меняющийся энергетический ландшафт, а также твердая приверженность мерам по защите климата и более пристальное внимание к энергетической безопасности заставили ряд государств – членов ЕС пересмотреть свою политику в отношении ядерной энергетики и принять решения о продолжении эксплуатации существующих реакторов и строительстве новых реакторов поколения 3/3+. Кроме того, все большее число стран демонстрируют рост интереса к разработке малых модульных реакторов и их применению как в энергетических, так и в неэнергетических целях», – говорится в прогнозе развития атомной промышленности, подготовленном специалистами МАГАТЭ в конце 2023 года.

Главными потребителями электроэнергии станут ЦОД

В 2024 году проявился еще один важный фактор, подталкивающий развитие атомной энергетики, – тотальная цифровизация промышленности и банковской сферы, которая потянула за собой массовое создание центров обработки данных (ЦОД), необходимых в том числе для развития систем искусственного интеллекта (ИИ).

Согласно исследованию Enverus Intelligence Research, потребление

электричества ЦОД вырастет с 2023 по 2030 год примерно на 14 ГВт. По еще более оптимистичной оценке Goldman Sachs, к 2030 году спрос со стороны ЦОД вырастет на 160 %.

«В настоящее время центры обработки данных по всему миру потребляют 1–2 % от общего объема электроэнергии, но к концу десятилетия этот показатель, вероятно, вырастет до 3–4 %. В США и Европе этот спрос будет способствовать такому росту потребления электроэнергии, которого не было уже несколько поколений», – отмечают аналитики Goldman Sachs в своем отчете за 2023 год.

Главными потребителями станут ЦОД, ориентированные на работу с ИИ, поскольку для одного запроса в ChatGPT требуется 2,9 Вт·ч электроэнергии по сравнению с 0,3 Вт·ч для поиска в Google. По оценкам Goldman Sachs Research, в период с 2023 по 2030 год общее увеличение энергопотребления за счет ИИ составит порядка 200 ТВт·ч в год. «К 2028 году по прогнозам наших аналитиков, ИИ будет обеспечивать около 19 % энергопотребления центров обработки данных», – говорится в отчете.

Таким образом, в мире сформировался новый крупный потребитель, требующий не просто электроэнергии, а равномерной и постоянной выработки. Это подтолкнуло крупнейших операторов ЦОД войти в коллаборацию с атомными энергетическими компаниями.

В марте Talen Energy заключила сделку по поставке атомной электроэнергии для системы ИИ компании Amazon. В сентябре Constellation Energy и Microsoft договорились перезапустить к 2028 году закрытую 45 лет назад АЭС «Три-Майл-Айленд» (Three Mile Island) в США для поставки электроэнергии ЦОД для ИИ. В октябре Google подписала соглашение



ПАТЭС «Академик Ломоносов», Россия

с атомной компанией Kairos Power о строительстве 6–7 малых модульных реакторов суммарной мощностью 500 МВт. Договор Google и Kairos стал первым в мире долгосрочным соглашением о строительстве и поставке электроэнергии сразу с нескольких атомных реакторов. И, как признает сама Google, возможно, электроэнергия малых энергоблоков будет стоить дороже, чем у крупных АЭС, однако это соглашение позволит ускорить разработку таких реакторов и избежать риска дефицита электроэнергии.

Лидерство в отрасли обеспечат инновации

Большинство стран – лидеров атомной отрасли предпочитают идти по пути модернизации и продления сроков эксплуатации уже построенных АЭС (Франция, США, Япония).

Между тем под давлением растущего спроса на электроэнергию появляется все больше и больше новых стран, готовых заняться развитием атомной энергетики. Так, Объединенные Арабские Эмираты, основу экономики которых составляет добыча нефти, в 2020 году ввели свою первую АЭС «Барака» мощностью 5,6 ГВт, что обеспечило 25 % спроса на электроэнергию внутри региона. Свои первые атомные станции строят Египет, Бангладеш, Турция, возведение ядерных блоков планируют Казахстан и Узбекистан. В Австралии идут ожесточенные споры о возмож-

ности строительства первой АЭС на континенте.

Создать атомную промышленность в стране с нуля крайне сложно. Это требует формирования нормативно-правовой базы, мобилизации большого количества финансовых, технических и материальных ресурсов, подготовки специалистов, создания инфраструктуры, налаживания новых международных экономических связей, формирования пула надежных поставщиков оборудования и сырья для будущего предприятия. На сегодняшний день лишь ограниченное количество компаний способны выступить экспортерами технологий строительства и эксплуатации АЭС.

Крупнейшим в мире игроком на атомном рынке является Госкорпорация «Росатом». Ее доля в экспорте технологий АЭС достигает почти 90 %. На текущий момент «Росатом» возводит 22 энергоблока в 7 странах мира (в том числе АЭС «Эль-Дабаа» в Египте, «Руппур» в Бангладеш, «Аккую» в Турции, «Тяньвань» и «Сюйдапу» в Китае, «Пакш-2» в Венгрии), всего же в портфеле корпорации 33 введенных атомных блока в 11 странах.

Удерживать свои позиции мирового лидера атомной отрасли «Росатом» планирует за счет разработки и активного внедрения принципиально новых реакторов и технологий, которые могут в будущем стать практически неисчерпаемым источником энергии.

Сегодня «Росатом» – единственная компания в мире, которая по итогам серьезного периода разработки и ис-

пытаний приступила к практической реализации атомных реакторов четвертого поколения. Пока эти технологии отрабатываются в России. В частности, в Северске был осуществлен запуск линии карботермического синтеза на модуле по производству инновационного СНУП-топлива (смешанное нитридное уран-плутониевое топливо) для реактора четвертого поколения БРЕСТ-ОД300.

В июле 2024 года на энергоблоке № 4 Белоярской АЭС в реактор на быстрых нейтронах БН-800 впервые были загружены четыре тепловыделяющие сборки с уран-плутониевым МОКС-топливом, в которые были добавлены минорные актиниды – наиболее радиотоксичные и долгоживущие компоненты, содержащиеся в облученном ядерном топливе. Их внедрение позволит в тысячи раз снизить продолжительность хранения отработанного ядерного топлива, используя его повторно.

Это даст возможность, по сути, замкнуть ядерный топливный цикл, что, с одной стороны, предоставит человечеству доступ к почти неисчерпаемому источнику энергии, а с другой – решит проблемы накапливающихся радиоактивных отходов.

Наконец, «Росатом» продолжает активно развивать проект строительства уникального токамака с реакторными технологиями (ТРТ) в Троицке. Его основная задача – апробировать и продемонстрировать работоспособность технологий, которые лягут в основу полноценно работающей установки термоядерного синтеза.

Результаты этих разработок могут обеспечить принципиально новый подход к пониманию энергетики, изменить вектор глобального энергоперехода и подготовить базу для новой промышленной революции.

Подготовлено по материалам статьи «Атомный взлет» (журнал «Энергетическая политика», Россия, декабрь 2024 года)

От редакции

Именно на проекте «Росатома» в свое время остановила выбор Республика Беларусь при определении поставщика технологий для своей первой ядерной энергетической программы. В результате страна получила современную атомную электростанцию, которая соответствует международным требованиям и национальному законодательству в области ядерной и радиационной безопасности и является драйвером прогрессивных преобразований в Белорусской энергосистеме и экономике страны в целом.

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



Л.С. ЛАЗУТА,
инженер-программист
ООО «ИнноТех Солюшнс»



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ И ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

Основные тенденции развития IT-сферы в настоящее время связаны с созданием и внедрением технологий искусственного интеллекта (ИИ). В рамках автоматизации энергетического комплекса применение ИИ открывает новые перспективы и возможности для решения задач оптимизации ряда процессов, в том числе систематизации накопленных знаний, подготовки и переподготовки кадров. В статье рассматривается опыт разработки и внедрения образовательной платформы на основе ИИ в целях повышения качества обучения по энергетическим специальностям.

В качестве фундаментальных направлений разработок в области ИИ сегодня рассматриваются:

- формализация знаний (в виде онтологий и баз знаний) в рамках семантических моделей предметных областей;
- машинное обучение (МО) на базе искусственных нейронных сетей.

Эти подходы следует рассматривать не обособленно, а в контексте их конвергенции и интеграции, способствующих достижению максимального практического результата в любой сфере деятельности.

В энергетике к основным задачам, для решения которых могут быть применены технологии ИИ, относятся [1]:

- 1) прогнозирование спроса на электроэнергию и оптимизация ее выработки;
- 2) прогнозирование нагрузок и управление ими;
- 3) диагностика и обслуживание оборудования;
- 4) оптимизация потерь;
- 5) анализ работы энергосистем и управление ими;
- 6) оптимизация программ подготовки кадров, переобучения и аттестации персонала с учетом динамики роста требований отрасли к компетенциям.

Актуальность применения ИИ для подготовки кадров в сфере энергетики

Текущие темпы развития информационных систем (ИС), включая автоматизированные системы управления (АСУ), обеспечивают технологическую основу для оптимизации решения задач по повышению качества, эффективности, надежности, безопасности и экономии ресурсов в энергетической отрасли. Формируется передовая IT-инфраструктура,

включающая районные, областные и центральные системы управления энергоресурсами в рамках объединенной энергосистемы Республики Беларусь.

Следует отметить, что расширение возможностей, которые предоставляют ИС, находится в прямой зависимости от компетенций работников, поддерживающих номинальный режим функционирования энергосистемы. При этом существенно возрастают требования к качеству подготовки персонала по техническим специальностям.

По нашему мнению, повысить уровень подготовки можно за счет привлечения в учебные заведения ведущих специалистов из профильных отраслей в качестве преподавателей либо за счет применения технологий ИИ в процессе обучения. С реализацией первого способа могут быть сложности, так как не каждый хороший инженер будет хорош в преподавании. С другой стороны, применение современных технологий ИИ для совершенствования и оптимизации программ подготовки и переподготовки кадров для энергетического комплекса, а также обеспечение техподдержки в режиме онлайн при выполнении прикладных задач в этой области должны войти сегодня в число приоритетов, учитывая динамику роста требований отрасли к компетенциям технических специалистов.

Примером реализации такого подхода является участие авторов в комплексном проекте по созданию **платформы Education AI** для оптимизации образовательного процесса и систематизации знаний в доменной области для профильных учебных заведений и предприятий энергетической отрасли и промышленности в целом на базе технологий МО с использованием нейронных сетей.

Функциональные возможности платформы обеспечивают оптимизацию процессов подготовки кадров по любой доступной программе обучения по специальности/направ-

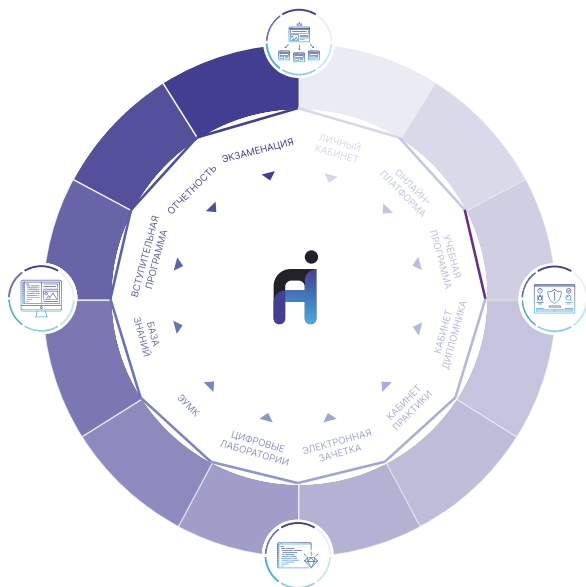


Рис. 1. Экосистема образовательной платформы Education AI

лению, имеющейся в мировой практике, с возможностью «наращивания» – дополнения новыми задачами и перспективными направлениями.

Оптимизация заключается, с одной стороны, в возможности сокращения преподавательского состава вузов до необходимого для обеспечения учебного процесса в номинальном режиме, а с другой – в использовании алгоритмов МО, позволяющих быстро адаптировать программы обучения к новым задачам и качественно оценивать знания и компетенции обучаемых. Как следствие, один преподаватель может донести информацию до значительно большей аудитории, проконтролировать усвоение знаний и самое главное – исключить списывание при проверке.

Перечень модулей, входящих в экосистему образовательной платформы Education AI, представлен на рисунке 1.

Модули платформы Education AI и сценарии их применения в программах обучения

Платформа Education AI включает следующие основные модули:

- 1) онлайн-репозиторий лекций и занятий;
- 2) адаптивное обучение;
- 3) ответы на вопросы по теме изучаемого курса/предмета;
- 4) оценка знаний.

Онлайн-репозиторий лекций и занятий. Модуль обеспечивает обработку материалов лекторов (конвертацию аудиозаписи в текст и наоборот) и формирование «онлайн-библиотеки» электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) на основе литературы по дисциплине, конспектов лекций, других учебных материалов, тексты которых можно как читать, так и слушать (рис. 2). Онлайн-репозиторий предназначен для хранения и анализа любых данных, включая учебники, технические проекты, инструкции, протоколы наладки и схемы различных устройств и объектов энергетики и т.д.

Адаптивное обучение. Модуль обеспечивает формирование заданий по точным наукам и дисциплинам (математика, физика, теоретические основы электротехники и т.п.) на основании данных о текущем уровне знаний конкретного пользователя, темпе его обучения, успехах в смежных дисциплинах. При этом модуль работает в связке с онлайн-репозиторием. Дополнительно предусмотрено добавление на полях и после глав сгенерированных ИИ вопросов с автоматической проверкой ответов (рис. 3).

Основная задача адаптивного обучения заключается в повышении концентрации внимания на содержании учебного материала и улучшении его запоминания за счет индивидуальной настройки темпа выполнения и сложности заданий. При возникновении у обучающегося затруднений система дает ему возможность вернуться к соответствующим фрагментам материала, обеспечивая повторение и закрепление знаний по наиболее сложным или недостаточно усвоенным темам.

Ответы на вопросы по теме изучаемого курса/предмета. Модуль реализован в формате чата с ИИ/преподавателем (рис. 4) и предоставляет релевантные ответы на основе анализа содержания учебной программы, включая текстовые, аудио- и видеоматериалы, относящиеся к конкретному предмету, курсу и т.д. Предусмотрена возможность уточнения сгенерированного ИИ ответа у преподавателя (либо службы поддержки), а также систематизация ответов. За счет этого в дальнейшем при возникновении повторяющихся либо похожих вопросов модуль опционально выдает ответы, основываясь на предыдущих ответах преподавателей.

Оценка знаний. Модуль охватывает все этапы проведения традиционных тестовых, контрольных и экзаменационных работ, включая:

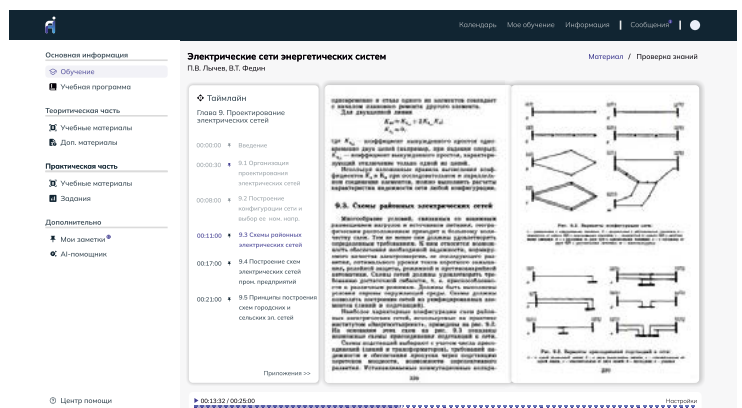


Рис. 2. Интерфейс онлайн-репозитория

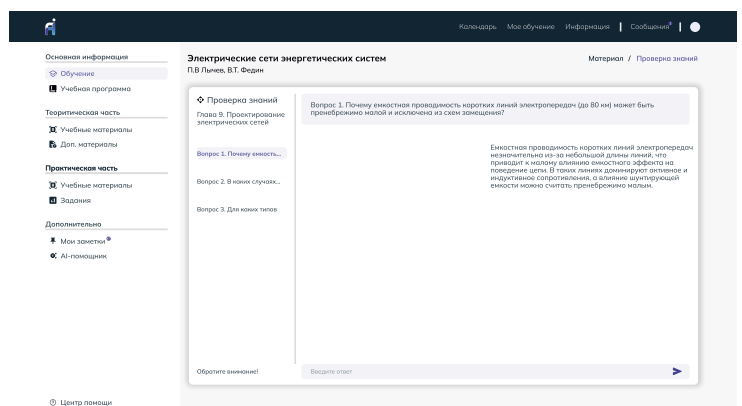


Рис. 3. Интерфейс модуля адаптивного обучения (проверка знаний)

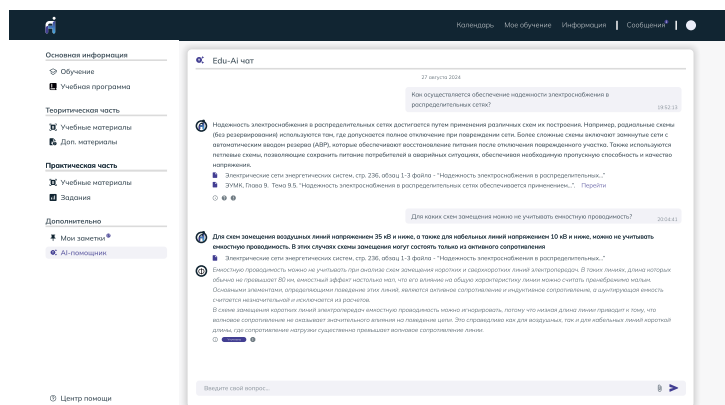


Рис. 4. Интерфейс модуля ответов на вопросы (чат)

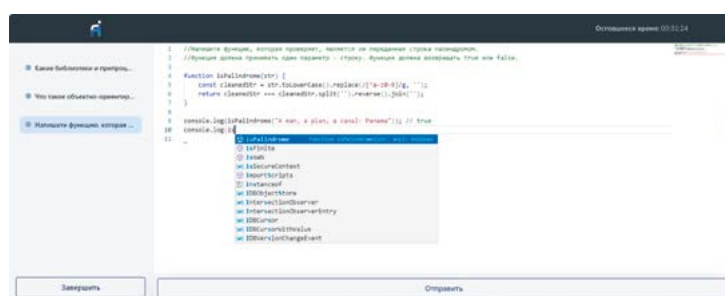


Рис. 5. Интерфейс модуля оценки знаний (выполнение практических заданий по программированию)

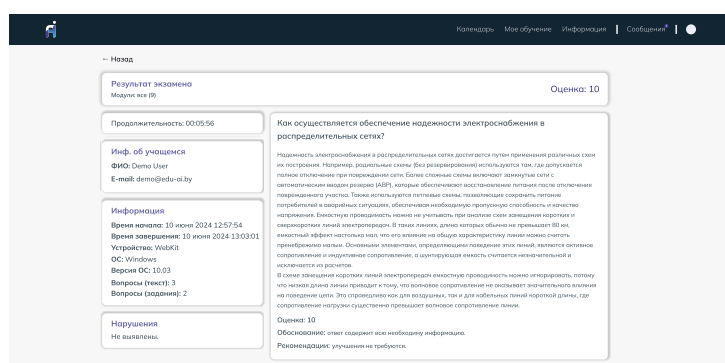


Рис. 6. Интерфейс модуля оценки знаний (этап оценки работы учащегося)

- ответы на поставленные вопросы, решение практических задач (рис. 5);
- оценку работы учащегося (рис. 6) с возможностью учета рейтинга по итогам работы в семестре (рейтинг формируется в модулях 1–3, а также на основании результатов тестов и контрольных);
- комментарии преподавателя к выполненной работе.

Актуализированная версия экзаменационного модуля прошла апробацию в ходе летней сессии 2025 года на кафедре «Программное обеспечение сетей телекоммуникаций» Белорусской государственной академии связи (БГАС) в рамках дисциплины «Веб-технологии в инфокоммуникациях».

При работе над платформой Education AI с целью оптимизации образовательного процесса и систематизации знаний в доменных областях основной упор был сделан на структурирование содержания, накопление данных и экспертных знаний внутри предприятий отрасли, а также на подготовку технических специалистов в следующих профильных вузах: БГАС, БГУИР, БНТУ, ГГТУ им. П.О. Сухого. При этом модули платформы оптимизируются с учетом

обратной связи от профессорско-преподавательского состава и учащихся.

Пилотный проект по внедрению образовательной платформы, включающей основные модули, был запущен в 2024 году на базе зарубежного учебного заведения. В настоящее время продолжается сбор аналитических данных о работе платформы и последовательное совершенствование функциональных компонентов.

Как показала практика, на предприятиях и в вузах, связанных с ИТ, значительно проще проходят процессы оптимизации хранения и поиска информации по областям знаний, а также обучения/экзаменации с использованием технологий ИИ. Стоит отметить, что наиболее важные для совершенствования этих процессов результаты фиксируются в ходе экзаменационных этапов. В частности, становится очевидной необходимость существенной доработки и обновления как содержания учебных программ, так и методов подачи материала.

Выводы

Динамика развития и внедрения современных технических средств и оборудования в сфере энергетики значительно повышает требования к компетенциям персонала и, соответственно, уровню его подготовки в учебных заведениях. По мнению авторов, технологии ИИ вполне способны обеспечить получение качественных базовых и фундаментальных знаний по точным и техническим дисциплинам, а также проверку усвоения материала обучающимися. При этом потенциал талантливых преподавателей вузов и специалистов, привлекаемых из профильных отраслей, целесообразно направлять на обучение студентов новым, требующим творческого подхода направлениям.

При дальнейшем развитии/масштабировании образовательной платформы Education AI и применении ИИ в стране в целом следует учитывать особенности различных сфер экономики. В каждой отрасли должны быть разработаны концептуальные документы и принципиальные технологические решения в части подготовки кадров и систематизации знаний по предметным областям. При этом необходимо соблюдать основные принципы стратегического развития комплексной автоматизации на основе интеллектуальных компьютерных систем и технологий нового поколения [2] с учетом важности таких аспектов, как экономическая эффективность, безопасность, надежность и формирование единого информационного пространства.

Список литературы

1. Artificial intelligence in energy markets and power systems [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.researchgate.net/publication>. – Date of access: 04.09.2023.
2. Проект Концепции государственной программы научных исследований «Стратегическое развитие комплексной информатизации Республики Беларусь на основе интеллектуальных компьютерных систем и технологий нового поколения». 2024.

80-летию Великой Победы посвящается



В октябре 1939 года Западная Белоруссия вошла в состав БССР. В то время как на территории Польши разгоралась Вторая мировая, регион получил еще почти два года мира и надежды на будущее без войны. Но эта надежда не оправдалась. Утром 22 июня на западе Беларуси уже шли ожесточенные бои между дивизиями вермахта и частями Красной Армии. Одним из первых городов, подвергшихся ударам гитлеровской авиации, стал Гродно.

16 июля 1944 года Москва салютовала освободителям города Гродно 20 артиллерийскими залпами. Гродненщина была освобождена после трех лет оккупации. Звание «гродненских» было присвоено 17 воинским частям и соединениям. Свобода была оплачена десятками тысяч жизней мирных граждан, партизан, подпольщиков и солдат, которые боролись с врагом.

Эта статья посвящена памяти ветеранов и участников Великой Отечественной войны Гродненщины, которые внесли свой вклад в Победу и послевоенное восстановление и развитие Гродненской энергосистемы.

ОНИ ПРИБЛИЖАЛИ ПОБЕДУ

Захватив Гродненщину, гитлеровцы, как и повсеместно на оккупированной советской территории, установили режим кровавого террора. И встретили яростное сопротивление. Гродненская область стала одним из центров партизанского движения: в регионе действовало 6 соединений и 106 отрядов, в которых сражалось более 16 тысяч человек. Налеты партизан на немецкие гарнизоны, диверсии на железных дорогах и шоссе, линиях связи, внезапные

удары из засад наносили ощутимый урон оккупантам. Рельсовая война, которую вели народные мстители, практически парализовала железнодорожные перевозки в тылу врага.

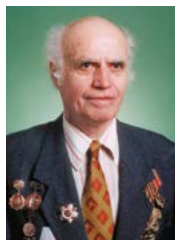
Активно действовали и подпольщики. Издавалась подпольная газета «За Советскую Родину», были созданы районная антифашистская организация, антифашистская группа в гетто, структуры польского движения Сопротивления.

Отступая в июле 1944-го, фашисты расстреливали узников тюрьмы и горожан, прятавшихся в подвалах, минировали здания, поджигали отдельные строения и целые кварталы, предприятия, школы... Они планировали превратить Гродно в руины. Только быстрые и решительные действия советских войск, помощь подпольщиков, профессионализм саперных подразделений не позволили уничтожить город.



«Героем себя не считал»

БЕЛОУСОВ Дмитрий Дмитриевич
(10.11.1925–02.07.2016)



Дмитрий Дмитриевич Белоусов – единственный ветеран РУП «Гродноэнерго», который участвовал в освобождении Гродно.

Первый налет немецких «юнкерсов» и «хенкелей» Дмитрию довелось пережить еще мальчишкой в 1941 году. Тогда он учился в ремесленном училище в г. Рыбинске (Россия). После очередной бомбежки Дмитрий решил идти в действующую армию. Ему было всего семнадцать с половиной, когда 5 июня 1943 года он принял присягу и был направлен в зенитную батарею. После четырех дней тренировок призывники уже участвовали в отражении авианалетов немцев. При взрыве одной из бомб юношу оглушило и контузило.

В составе 3-го зенитного дивизиона войск 2-го Белорусского фронта Дмитрий Белоусов принимал участие в операции «Багратион», в том числе в Оршанской операции, освобождал Борисов, Минск, Барановичи, Слоним, Гродно.

Белорусский плацдарм был сильно укреплен гитлеровцами. Батарея дивизиона часто приходилось менять позиции, подчас расчеты не успевали окапываться. Дмитрий Дмитриевич вспоминал: «Зенитки в целях маскировки закапывали в землю, оставляя на поверхности только дуло... Но по большому счету это не был передовой край, и я поначалу ощущал из-за этого некоторую неловкость. Во всяком случае, героем себя не считал».

Потом были Белосток, Варшава и Кенигсберг, где он встретил Победу. Но с подписанием Германией акта о капитуляции война для него, как и для многих других, не закончилась... В Прибалтике, на Западной Украине и Пинщине после войны действовали отряды «лесных

братьев». Стычки с бандитами происходили постоянно. С ними пришлось бороться и Дмитрию.

Он демобилизовался в конце 1951 года, женился и остался в Беларуси навсегда. Вся его послевоенная биография связана с Белорусской энергосистемой. Работал на Гродненской ТЭЦ-1 электромонтером, мастером и старшим мастером. Почти 17 лет трудился на Северной котельной Гродненских теплосетей, где возглавлял участок КИПиА.

За 41 год работы в энергетике Д.Д. Белоусовым подано около 200 рацпредложений, 129 из них – внедрено в производство. Ему было присвоено звание «Лучший наставник молодежи Министерства энергетики и электрификации СССР». Но главным он считал то, что его ученики стали высококлассными специалистами и руководителями.

Наука побеждать – самая трудная

ЧИЖОНОК Иван Иванович
(29.10.1920–03.06.2018)



Война застала Ивана в Друскининкае (Литва), где он служил в армии. От города до немецкой границы – всего 10 километров, поэтому его подразделение сразу оказалось в зоне боевых действий, а всего через 10 дней парень получил ранение – были прострелены оба бедра.

После лечения его направили в батальон выздоравливающих, и уже в декабре 1941-го старший радист Иван Чижонко защищал Москву в составе 54-й отдельной стрелковой бригады, затем принимал участие в наступлении на Калинин, а летом 1944-го уже начальником радиостанции в составе 325-й стрелковой дивизии освобождал Белоруссию.

Иван Иванович вспоминал: «Все мы, несмотря на холод и бездорожье, тяготы войны переносили без ропота и нытья. А ведь приходилось, и не раз, спать на снегу при морозе в 30 градусов, подчас впроголодь – из-за снежных заносов зимой и бездорожья по весне доставка продуктов была затруднена... Каждая встреча с противником прибавляли нам военного опыта, учили самой трудной из наук – науке побеждать. Именно тогда воевать мы стали не столько числом, сколько умением».

В составе 3-го и 2-го Белорусских фронтов Иван Иванович освобождал Прибалтику, а потом дороги войны привели его в Восточную Пруссию. Он командовал радиовзводом, когда получил особое задание – скоординировать огонь по штабу немецкой дивизии, который артиллеристы не могли обнаружить. Вместе с группой он перешел линию фронта, нашел штаб и в паре сотен метров от него включил радиостанцию, чем, по сути, вызвал огонь на себя. Первый разрыв раздался совсем рядом. Три раза Ивану пришлось корректировать огонь, прежде чем снаряд попал в цель. Это намного облегчило продвижение наших войск. За участие в операции Ивана Чижонка наградили орденом Отечественной войны I степени.

Он участвовал в боях за Кенигсберг и встретил победу на Куршской косе. 10 мая их дивизия принимала более 10 тысяч военнопленных, выходящих из окружения. Наш герой вспоминал: «Они шли нескончаемым строем, пряча лица и взгляды. И так продолжалось почти целый день... А нашему ликование не было предела, ведь война была закончена. Мы победили!»

После войны Иван Иванович получил два высших образования, 13 лет работал на Гродненской ТЭЦ, затем – главным инженером Лидской ТЭЦ и Лидского РЭС. С 1966 по 1981 год он возглавлял РЭУ «Гродноэнерго». За этот период была введена в строй Гроднен-



ская ТЭЦ-2, реконструированы Гродненская ТЭЦ-1 и Лидская ТЭЦ, на 26 тысяч километров выросла протяженность сетей. Вспоминая эти годы, Иван Иванович говорил, что счастлив и, хотя пришел в энергетику волей случая, своей судьбе искренне благодарен.

Путь на запад – единственный путь к победе

БОГДАНОВ Михаил Степанович
(05.02.1923–25.08.2008)



После окончания школы радистов в Новосибирске Михаил Богданов был направлен на Калининский фронт. Первый бой ему довелось принимать подо Ржевом.

Но вскоре в связи с наступлением в районе Киева его часть была передислоцирована на 1-й Украинский фронт, где он участвовал в форсировании Днепра, освобождении Владимира-Волынского, а затем и городов Западной Европы.

Особенно врезались в память ветерана бои за плацдарм у польского Сандомира. Вой снарядов, разрывы мин и свист пуль так и пригибали к земле. Немцы обстреливали рубеж методично, но, как повторял Дмитрий, «храбр не тот, кто не боится (бояться все), а тот, у кого хватает мужества преодолеть этот страх». Ему это удавалось. Он говорил: «Путь на запад – наш единственный путь. Трудный, неимоверно тяжелый, но неизбежный, приближающий нас к победе...»

Плечем к плечу с однополчанами он прошагал с боями от Вислы до Одера. Приказ был один – нецелю бить врага. Вместе с танкистами они уже двигались на Берлин, но на подступах к столице Германии дивизию развернули на юг – из Праги просили помощи чехословацкие партизаны, поднявшие восстание.

В ходе трехдневного броска, который его часть совершила совместно с 3-й танковой армией, они взяли Дрезден. Немцы не ожидали подхода советских войск и сдались без боя. Весть о том, что война окончена, в первые минуты так ошеломила, что ей не сразу поверили...

Они вошли в Прагу в майские дни 45-го. Там и закончилась для Михаила Богданова война. «Какая ж это великая радость, когда нет стрельбы и ты осознаешь, что остался жив...» – вспоминал ветеран.

Михаил Степанович 23 года отдал энергетике. Работал начальником Новогрудского и Лидского РЭС, а затем заместителем директора Лидских электрических сетей РУП «Гродноэнерго».

«Мы знали, за что жизни отдаем!»

БОГДАНОВА (ТОЛКАЧ) Лидия Даниловна
(15.03.1922–28.09.2005)



Война застала Лиду в Белостоке, куда она была направлена по комсомольской путевке для работы с молодежью после воссоединения Западной Белоруссии с БССР.

В хаосе первых дней войны девушка решила вернуться к своим. Где пешком, где попутным транспортом ей удалось добраться до Минска, уже оккупированного немцами. По заданию подпольного горкома комсомола она устроилась на хлебокомбинат, а после работы передавала в отряд особого назначения медикаменты, разобранное оружие, другие материалы, необходимые для борьбы с врагом.

Каким-то шестым чувством Лидя уловила опасность ареста. Она попросила директора выписать ей пропуск в Логойск, якобы к больной матери и сестрам. Но ее выдала переводчица,

заявив, что родные девушки живут в Березино. Вспоминая этот эпизод, Лидия Даниловна удивлялась, откуда взялись у нее силы броситься на задний двор завода, перелезть через забор и добежать до явочной квартиры. Позже ей рассказали, что на проходной ее уже почти сутки ждали охранники.

Девушка все-таки добралась до своих в Логойске и была направлена на Витебщину, в партизанскую бригаду «Железняк», где училась оказывать первую помощь. Став медсестрой, вместе с партизанами участвовала в боевых операциях. Четырежды вместе с отрядом ей удавалось уйти из устроенных немцами засад.

Переход из блокированных неприятелем витебских лесов в борисовские Лидия Даниловна вспоминала как очень тяжелый. Ели что придется, пили болотную воду, через топь переходили по тонким, ежеминутно грозящим гибелью кладкам. После четвертой блокады им удалось выйти на Большую землю, где состоялась радостная встреча с танкистами регулярной Красной Армии.

Лидия Даниловна вспоминала: «Сколько нас погибло – от голода, блокад, под пулями и на виселицах. Но дух наш, нашу волю к Победе враг не сломил. За нами была наша земля, наша Родина, наши матери, братья и сестры. Мы знали, за что жизни отдаем!»

В 1970-е годы Лидия Даниловна Богданова на протяжении нескольких лет работала телефонисткой диспетчерской службы Лидских электрических сетей.

Выжить вопреки всему

КАРПЮК Владимир Никифорович
(11.08.1922–04.12.2009)



Владимир готовился к экзаменам за первый курс Минского техникума связи, когда в комнату общежития вбежал один из однокурсников: «Бросай учиться – война!»



Он и его старший брат Алексей, впоследствии известный белорусский писатель, вошли в отряд по борьбе с десантами противника, а потом – в подпольную группу Свислочского и Волковысского районов. Их выдали, и в январе 1943-го братьев схватило гестапо. Повезло, что не расстреляли сразу, а через четыре месяца допросов в Белостокской тюрьме вывезли в концлагерь Штуттоф возле польского Гданьска.

О том, чтобы бежать, они думали постоянно. Первая попытка побега из вагона поезда оказалась безуспешной. В лагере их отправляли на штрафные работы, в том числе на очистку газовых камер от трупов. В первые дни в камерах погибало по 100 человек в день, затем по 200, а когда вспыхнула эпидемия сыпного тифа – до 800. Тогда узников погнали копать двухметровые траншеи за пределами лагеря. Это был шанс! Однако бежать удалось только брату Владимира, а его самого наказали сотней палочных ударов и отправили в ревер – лагерную больницу, где заключенных умерщвляли инъекциями.

Но он выжил и все-таки бежал. Колонны заключенных под охраной эс-совцев с автоматами и собаками шли на запад, в Данию. Тех, кто не мог идти, пристреливали и бросали в кювет. Однажды ночью в прифронтовой полосе вместе с одним из заключенных Владимир выпрыгнул из окна деревянного сарая...

В октябре 1944 года он принимал участие в боях на территории Польши и Германии в составе 133-го стрелкового полка 65-й армии 2-го Белорусского фронта. Победу ефрейтор В.Н. Карпюк встретил в немецком Ростке.

После войны Владимир Никифорович окончил энергетический факультет Белорусского политехнического института, 10 лет отработал на Челябинской ТЭЦ, а затем вернулся в Гродно. В должности заместителя управляющего РЭУ «Гродноэнерго» он участвовал в восстановлении и строительстве объектов энергосистемы, электрификации сельского хозяйства области, теплофикации Гродно

и Лиды. В 1966 году стал директором строящейся Гродненской ТЭЦ-2. В 1983 году ему была назначена персональная пенсия Гродненской области.

Миссия – спасение

ХАРТОВСКИЙ
Владимир Георгиевич
(18.12.1925–26.06.2013)



Владимир Хартовский – уроженец Гродненщины. Восемнадцатилетним паренком в августе 1944-го он был призван в армию и проходил службу в составе 135-го

запасного полка 2-го Белорусского фронта. После тяжелой пневмонии продолжил службу при эвакогоспитале, под непрерывными обстрелами выносил с поля боя раненых солдат и командиров.

Он не считал, скольких ему удалось спасти, но хорошо помнил танкиста с тяжелейшими ранениями брюшной полости. Боец умолял прекратить его страдания, добить, но Владимир дотащил его до госпиталя, и танкист выжил.

Позже в составе 95-го механизированного полка 30-й дивизии он освобождал Кенигсберг, населенные пункты Калининградской области. После окончания школы сержантов был направлен в отдельный батальон связи дивизии. Дошел до знаменитой Куршской косы, где и закончилась для него война. В 1945–1947 годах принимал активное участие в ликвидации бандитских формирований в Литве. В Советской Армии служил вплоть до июня 1951 года.

В Гродненской энергосистеме Владимир Георгиевич работал 32 года – сначала старшим инженером службы связи, затем заместителем начальника и начальником центральной службы диспетчерского и технологического

управления РЭУ «Гродноэнерго». После достижения пенсионного возраста трудился на предприятии рабочим до января 1996 года.

И этот светлый час настал

В июне 1944 года началась операция «Багратион», в ходе которой фашисты были изгнаны с белорусской земли. В боях за освобождение Гродненщины советские воины проявили высокое ратное мастерство, героизм и отвагу. Тысячи бойцов и командиров были награждены орденами и медалями. Высшей степени отличия – звания Героя Советского Союза удостоились 40 человек. Четырежды – в честь освобождения Лиды, Слонима, Волковыска и Гродно – Москва салютовала доблестным войскам Белорусских фронтов.

Победа была оплачена высокой ценой. В братских могилах Гродненской области захоронено более 50 тысяч воинов, партизан и подпольщиков. За время оккупации Гродно потерял две трети довоенного населения.

Население города радостно встречало освободителей. Утром 16 июля из укрытий начали выходить выжившие в период оккупации жители. Они обнимали красноармейцев и благодарили их за избавление от фашистской неволи... Гродненщина начала возвращаться к мирной жизни.

Вскоре после освобождения города в газете 50-й армии было опубликовано благодарственное письмо гродненцев бойцам и офицерам: «Мы ждали вас! И не было границ нашей радости, когда мы услышали победоносный гром наступления Красной Армии. Мы ждали вас – и этот светлый час пришел. Никогда не забудем ни мы, ни дети, внуки и правнуки наши того счастливого дня, когда мы встретили вас, родные».

*Подготовила Ольга Гончар
по материалам СМИ,
РУП «Гродноэнерго»*

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 года № 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 ТКП устанавливает технические требования к обеспечению безопасности работающих при эксплуатации теплотехнического оборудования электростанций (за исключением АЭС), тепловых сетей и котельных.

Часть 2*

Обслуживание энергетического оборудования

В новой редакции ТКП скорректирован **подраздел 6.1** «Обслуживание оборудования котельных установок».

Обслуживание объектов газораспределительной системы и газопотребления осуществляется в соответствии с Правилами по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь (п. 6.1.3.1). В соответствии с указанными Правилами работающие, ответственные за безопасную эксплуатацию и обслуживание таких объектов на предприятиях, использующих газообразное топливо, должны назначаться приказом, удовлетворять квалификационным требованиям, не иметь медицинских противопоказаний, быть допущенными к самостоятельной работе, в том числе к выполнению газоопасных работ, и предварительно проходить обучение и проверку знаний.

Остановленный в ремонт котлоагрегат должен быть отключен от общих паропроводов, трубопроводов горячей воды в соответствии с п.п. 5.6.6–5.6.8, а также п. 5.6.23 ТКП (п. 6.1.4.21). При проведении ремонта необходимо:

- на электрифицированной запорной арматуре – снять напряжение с электропривода (ЭП) путем отключения коммутационного аппарата (КА) в сборке, шкафу электроприводной арматуры, вывесить плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ» (далее – запрещающий плакат) и в зависимости от типа ЭП отсоединить кабель от электродвигателя и от коробки концевых выключателей;
- на регулирующей арматуре, участвующей в схемах автоматических регуляторов, – снять напряжение путем отключения КА в сборке, шкафу, вывесить запрещающий плакат, разъединить тягу между исполнительным электрическим однооборотным механизмом и регулирующим ор-

ганом (клапаном), при отсутствии между ними тяги – снять напряжение с исполнительного механизма путем отключения КА в сборке, шкафу, вывесить запрещающий плакат и отсоединить кабель от исполнительного механизма.

Внутри топки котла допускается применять светильники общего освещения с лампами накаливания напряжением до 220 В на высоте не менее 2,5 м над рабочими местами. Если высота меньше, исключают доступ к лампам без применения инструмента и устанавливают УЗО с номинальным дифференциальным отключающим током не более 30 мА. Электропроводку выполняют медным гибким кабелем с защитой от механических повреждений (п. 6.1.5.3).

При частом включении и отключении электродвигателя опробовать механизм встряхивания электрофильтров разрешается без разборки электрической схемы. В этом случае из состава бригады должен выделяться наблюдающий за двигателем и его пусковым устройством для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения. С той же целью в отношении КА, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть приняты меры согласно ТКП 427 (п. 6.1.7.2).

В **подразделе 6.2** «Обслуживание оборудования паротурбинных установок» изменен п. 6.2.1.34: при выводе турбоагрегата в ремонт и необходимости проведения ремонта на электрифицированной запорной арматуре или регулирующей арматуре, участвующей в схемах автоматических регуляторов, следует действовать аналогично п. 5.6.23.

При обслуживании систем водоснабжения (**подраздел 6.3**) спуск в водоприемные камеры должен производиться в соответствии с п. 5.5. Не допускается спускаться в камеру и работать в ней без страховочной привязи (предохранительного лямочного пояса) и закрепленной снаружи сигнально-спасательной веревки (п. 6.3.1.1).

* Часть 1 статьи опубликована в журнале «Энергетическая стратегия» № 3, 2025.

В подразделе 6.7 «Обслуживание оборудования химических цехов, реагентного хозяйства и установки по гидразинной обработке воды» уточнены пункты, касающиеся работы с ядовитыми и агрессивными жидкостями:

- п. 6.7.13: слив указанных жидкостей из цистерн производится с применением специальных устройств лицами, за которыми закреплено выполнение этой работы, под руководством старшего дежурного смены цеха (участка);
- п. 6.7.25: ремонт насосов-дозаторов для перекачки указанных жидкостей выполняется с применением всех мер безопасности для защиты работающих и исключения попадания в производственную канализацию загрязненных стоков без очистки и нейтрализации.

Работающие, производящие данные работы, должны удовлетворять требованиям п. 6.4.2.

Дополнен подраздел 6.8 «Обслуживание оборудования тепловых сетей и тепловых пунктов».

Перед спуском в подземные сооружения теплосетей обязательно проверяется наличие в воздухе метана, углекислого газа, а также недостаточное или повышенное содержание кислорода (п. 6.8.5).

Места сброса водовоздушной смеси из промываемых трубопроводов оснащаются системой для ее отвода в соответствии с технологической схемой. Должно быть исключено использование для этого рельефа местности и ограничено приближение посторонних лиц к местам сброса. Трубопроводы, из которых сбрасывается смесь, должны быть надежно закреплены на всем протяжении (п. 6.8.11).

Помещения тепловых пунктов (ТП), в которых нет постоянного оперативного персонала, должны быть заперты на замок, ключи от них – находиться в точно установленных местах и выдаваться лицам из списка, утвержденного начальником района теплосети (цеха электростанции). Доступ посторонних в помещения ТП, к тепловым узлам исключается. На дверях помещений ТП должна быть надпись «Теплопункт. Посторонним вход воспрещен», а также табличка, содержащая Ф.И.О. лица, ответственного за обслуживание ТП, и номер телефона для связи (п. 6.8.20).

Подраздел 6.9 «Обслуживание устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит» определяет функции персонала, обслуживающего ТТО, и цеха ТАИ.

Так, обслуживающие ТТО работающие осуществляют:

- включение и отключение первичных вентилей импульсных линий к датчикам;
- обслуживание, ремонт и замену первичных вентилей (при давлении более 6 МПа – двух первичных вентилей), импульсных линий и сосудов датчиков автоматики, КИП и защит до вентилей.

Персонал цеха ТАИ с ведома работающих, обслуживающих ТТО, выполняет:

- при наличии на импульсной линии одного или двух первичных вентилей – обслуживание и ремонт импульсных линий и сосудов датчиков автоматики, КИП и защит, размещенных после вентилей, а также вентилей, установленных перед датчиками;
- осмотр ТАИ, расположенных на ТТО, внутренний осмотр тепловых щитов, панелей и т.д. (п. 6.9.1).

В п. 6.9.5 добавлено, что после закрытия первичных вентилей перед проведением ремонта импульсных линий необходимо проверить отсутствие давления в этих линиях.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

В подраздел 7.1 «Общие требования» добавлен п. 7.1.1.1, согласно которому работы с повышенной опасностью, требующие проведения организационных и технических мероприятий и контроля за производством работ, выполняются по наряду-допуску или по распоряжению в соответствии с п. 7.2. Перечни таких работ утверждаются руководителем организации с учетом Типового перечня работ с повышенной опасностью согласно Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты от 28.11.2008 № 175 (в редакции постановления от 14.07.2022 № 45) с оценкой рисков и опасных производственных факторов. Исходя из местных условий может быть определен перечень работ, выполняемых по распоряжению одним человеком. Работы, выполняемые по распоряжению, могут осуществляться по наряду-допуску (по усмотрению выдающего его лица).

В п. 7.1.1.2 характеризуются работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации. Это постоянно разрешенные работы, не ведущие к прерыванию технологического процесса или изменению режима работы оборудования и выполняемые оперативным, оперативно-ремонтным персоналом в рамках прямых функциональных обязанностей. Они не требуют выдачи нарядов (распоряжений), дополнительных указаний, целевого инструктажа, специальной подготовки рабочего места и т.п. Как правило, это небольшие по объему (не более одной смены или рабочего дня) ремонтные, наладочные и другие работы по ТО, выполняемые на закрепленном оборудовании, а также диагностические работы. Перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, и лиц, допущенных к их выполнению, утверждает руководитель организации с учетом квалификации и числа работающих, условий обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ (указываются в перечне). Рекомендуемый типовой перечень таких работ приведен в приложении Е.

В п. 7.1.2 перечислены организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при эксплуатации ТТО:

- назначение лиц, ответственных за безопасное проведение работ;
- оформление работ нарядом-допуском, распоряжением или согласно перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- ознакомление работающих с проектом производства работ, инструкциями по эксплуатации ТТО, технологическими схемами и др.;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места и его подготовка;
- выдача разрешения на допуск к работе и допуск к ней;
- надзор во время работы;
- оформление перевода на другое рабочее место, перерыва в работе, окончания работ.

В соответствии с п. 7.1.3 руководители эксплуатирующей организации (далее – ЭО) организуют назначение лиц, ответственных за безопасное выполнение работ,

и распределение между ними обязанностей в соответствии с приложением Ж.

В подразделе 7.2 «Наряд-допуск, распоряжение» указаны работы с повышенной опасностью, выполняемые по нарядам-допускам (п. 7.2.1).

В частности, это ремонт:

- котельных агрегатов (работа внутри топок, барабанов, на конвективных поверхностях нагрева, в газоходах, воздуходах, системах пылеприготовления и др.);
- турбин и их вспомогательного оборудования (конденсаторов, теплообменных аппаратов, масляных систем);
- конвейеров, питателей, элеваторов, дробилок, вагонопрокидывателей, багеров и др.;
- электромагнитных сепараторов, весов ленточных конвейеров, щепо- и корнеуловителей, механизированных пробоотборников твердого топлива;
- насосов и мешалок;
- вращающихся механизмов;
- грузоподъемных кранов, машин (кроме колесных и гусеничных самоходных), крановых тележек, подкрановых путей, скреперных установок, перегружателей, подъемников, фуникулеров, канатных дорог;
- трубопроводов и арматуры без демонтажа (газо-, мазуто-, масло- и паропроводов, трубопроводов пожаротушения, трубопроводов с ядовитыми и агрессивными средами, трубопроводов горячей воды с температурой более 45 °С), а также ремонт и замена импульсных и дренажных линий этих трубопроводов;
- водозаборных сооружений;
- дымовых труб, градирен, сооружений и зданий.

В перечень также вошли:

- ремонтные работы в мазутном хозяйстве, хлораторной, гидразинной и аммиачной установках;
- работы на высоте, в том числе верхолазные, а также, выполняемые с применением спецмеханизмов, требующие подготовки рабочего места и проекта производства работ;
- работы, связанные с монтажом и наладкой датчиков;
- работы в местах, опасных в отношении загазованности, взрывоопасности, поражения электротоком и с ограниченным доступом посещения;
- работы в перекрытых, проходных и полупроходных металлических емкостях (камерах, колодцах, бункерах, резервуарах, баках, коллекторах, туннелях, каналах и ямах, конденсаторах турбин и др.);
- теплоизоляционные работы;
- земляные работы в зоне расположения подземных коммуникаций;
- работы, при которых возможно падение в воду, водолазные, проводимые с плавучих средств.

К работам с повышенной опасностью, выполняемым по нарядам-допускам, отнесены также:

- установка и снятие заглушек на трубопроводах (кроме трубопроводов воды с температурой ниже 45 °С);
- монтаж и демонтаж оборудования – кроме связанных с монтажом (демонтажом) СИ, временно устанавливаемых с целью диагностики, испытаний, обследования состояния оборудования, включая работы, связанные с измерениями портативными СИ, если проведение таких работ не влияет на показания штатной схемы измерений и не нарушает технологический процесс;

- врезка гильз и штуцеров для приборов, установка и снятие измерительных диафрагм расходомеров;
- установка, снятие, проверка и ремонт аппаратуры автоматического регулирования, дистанционного управления, защиты, сигнализации и контроля, требующие останова (ограничения производительности, изменения схемы и режима работы) оборудования;
- вывод в ремонт теплопроводов;
- гидروпневматическая промывка трубопроводов;
- испытание теплосети на расчетные давление и температуру теплоносителя;
- дефектоскопия оборудования и сооружений, требующая подготовки рабочего места или выполняемая с использованием источников ионизирующего излучения;
- химочистка оборудования;
- нанесение антикоррозионных покрытий;
- сборка и разборка лесов, креплений стенок траншей, котлованов;
- загрузка, догрузка и выгрузка фильтрующего материала, связанная со вскрытием фильтров.

Согласно новому п. 7.2.2 при выполнении на ТТО работ с применением грузоподъемных кранов, а также огневых и газоопасных работ дополнительно оформляются наряды-допуски в случаях, предусмотренных НПА. Так, при выполнении работ с применением грузоподъемных кранов должны соблюдаться требования Правил по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов. В случае проведения огневых работ на временных местах наряд-допуск оформляется по форме, установленной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.12.2021 № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности».

Дополнительный наряд-допуск оформляется при выполнении огневых и (или) газоопасных работ из перечня работ, выполняемых с нарядом-допуском, и оформляется в соответствии с Общими требованиями пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, и Правилами по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь.

Требования по безопасности труда при проведении работ на ТТО с грузоподъемными кранами, огневых и (или) газоопасных работ (информация о наличии оформленного дополнительного наряда-допуска на выполнение данных работ) указываются в строке наряда-допуска «Особые условия» (см. приложение В). Газоопасные работы должны выполняться под руководством и контролем руководителя работ (все распоряжения в процессе работ выдаются только этим лицом, другие лица могут давать указания членам бригады только через руководителя работ).

В соответствии с новой редакцией п. 7.2.6 право выдачи нарядов-допусков предоставляется лицам из числа административно-технического персонала цеха (участка), в ведении которых находится оборудование, прошедшим проверку знаний, допущенным к самостоятельной работе и имеющим право выдачи нарядов-допусков, а в случае отсутствия таких лиц на предприятии – начальникам смен электростанции и (или) дежурным диспетчерам теплосети, если они не являются допускающими по выданным ими нарядам-допускам. Оперативный персонал, имеющий право

выдачи нарядов-допусков, должен быть внесен в соответствующий перечень.

Работы по нарядам-допускам (распоряжениям) подлежат учету и регистрации в журнале учета выдачи нарядов-допусков и распоряжений. Регистрируются только первичный допуск к работе и полное ее окончание с закрытием наряда-допуска (распоряжения). Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью. Срок его хранения – 3 года со дня регистрации окончания работы по последнему наряду-допуску (распоряжению). Первичные и ежедневные повторные допуски к работе по нарядам-допускам оформляются записью в оперативном журнале и в обоих экземплярах наряда-допуска с указанием его номера и рабочего места (п. 7.2.11, приложение К).

В подраздел 7.3 «Порядок выдачи и оформления наряда-допуска» добавлен п. 7.3.3, который оговаривает, что расширение рабочего места, изменение числа рабочих мест и условий производства работ, а также замена руководителя или производителя работ без выдачи нового наряда-допуска запрещается.

Подраздел 7.4 «Выдача разрешений на подготовку рабочего места и на допуск к работе» дополнен п. 7.4.1: подготовка рабочего места и допуск бригады могут проводиться только после получения разрешений от лица, выдающего эти разрешения. Разрешение на допуск выдается после выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места. Разрешения могут быть переданы лицу, подготавливающему рабочее место, и допускающему как лично, так и по телефону, радиосвязи и должны быть оформлены в оперативном журнале.

Согласно п. 7.4.7 при инструктаже допускающий:

- указывает производителю работ, какое оборудование ремонтируемой схемы и соседних участков остается под давлением (напряжением), при высокой температуре, является пожаро-, взрывоопасным, не допускает применения открытого огня, требует вентилирования и т.д.;
- при повторном допуске – указывает на необходимость контроля наличия заземлений КЛ отсоединяемых электродвигателей, установленных на ТТО, которое отключается для безопасного производства работ;
- проверяет у руководителя и производителя работ наличие и срок действия отметок в удостоверении по ОТ и допускает их к работе. При отсутствии удостоверения или истечении срока проверки знаний по вопросам ОТ допуск к работе запрещается.

В соответствии с п. 7.4.9 проверку отметок в удостоверениях по ОТ у членов бригады, их инструктаж и допуск к работе производит руководитель работ по наряду-допуску. Если срок очередной проверки знаний по вопросам ОТ истек, работающий выводится из состава бригады. Производитель работ допускает каждого члена бригады к работе после проведения инструктажа непосредственно на рабочем месте при наличии условий для этого (отсутствии шума и других производственных факторов, мешающих восприятию инструктажа).

Изменился ряд требований **подраздела 7.5** «Надзор во время работы. Изменения в составе бригады». В частности, п. 7.5.4 предусмотрено следующее:

- изменения в составе бригады оформляет руководитель работ в таблице обоих экземпляров наряда-допуска;

- при изменении состава более чем на 50 % работы прекращаются, наряд-допуск изымается и возвращается выдавшему его лицу;

- при большой численности бригады, когда запись об изменениях не уместится в таблице наряда-допуска, разрешается прилагать к нему отдельный лист со списком изменений и записью в таблице;

- новые члены бригады допускаются к работе только после проведения инструктажа руководителем и производителем работ.

В **подразделе 7.6** «Оформление перерывов в работе» установлено, что во время перерывов в работе бригады и в течение рабочего дня оперативному персоналу энергообъекта запрещается вносить в схему установки изменения, влияющие на условия производства работы в части мер безопасности. В аварийных случаях с ведома администрации цеха (района) разрешается изменять схему или включать в работу выведенное в ремонт оборудование в отсутствие ремонтной бригады при условии немедленного извещения об этом руководителя и производителя работ (п. 7.6.1.2). По окончании рабочего дня выполняется уборка места работы, знаки безопасности, ограждения и запирающие устройства остаются на месте, а наряд-допуск сдается оперативному персоналу (п. 7.6.2.1).

В п. 7.7.6 **подраздела 7.7** «Окончание работы. Сдача-приемка рабочего места. Закрытие наряда-допуска» уточнены требования к срокам хранения закрытых нарядов-допусков. Все экземпляры нарядов-допусков, по которым полностью закончены работы, должны храниться три года у начальника цеха (района, смены), после чего могут быть уничтожены.

Если при выполнении работ по нарядам-допускам происходили несчастные случаи с работающими или повреждение оборудования, то данные наряды-допуски следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования (аналогично п. 7.2.16).

Выполнение работ сторонними организациями

Отдельно стоит обратить внимание на изменения в **подразделе 7.8** «Работа сторонних организаций». Согласно п. 7.8.1 перед началом работ с привлечением сторонней организации (далее – СО) на территории ЭО на весь период проведения работ оформляется акт-допуск, выделяются опасные для работающих зоны, в которых действуют или могут действовать опасные факторы. Допуск СО к работам на выделенной площадке должен осуществляться после оформления акта-допуска и утверждения руководителем ЭО:

- перечня видов работ, которые могут выполняться СО;
- процедуры (порядка) допуска к выполнению отдельных видов работ, не предусмотренных п. 7.2.1 (при необходимости).

Акт-допуск для производства строительно-монтажных работ на территории ЭО оформляется в соответствии с Правилами охраны труда при выполнении строительных работ.

Работы на ТТО проводятся работающими СО по наряду-допуску, оформленному в соответствии с Правилами по охране труда, который выдается лицом из числа СО с правом выдачи наряда-допуска (п. 7.8.2).

На действующем ТТО испытания, диагностические и наладочные работы, не входящие в перечень работ согласно п. 7.2.1, могут выполняться СО по распоряжению технического руководителя энергообъекта по программам испытаний энергооборудования, разработанным согласно законодательству. Если по решению технического руководителя энергообъекта работающим СО предоставляются права оперативно-ремонтного персонала, работы могут проводиться в порядке текущей эксплуатации (п. 7.8.3).

Работающие СО по прибытии на место работы должны пройти вводный и первичный инструктажи по ОТ, быть ознакомлены с объемом работы и оборудованием, а работающие, которым дано право выдачи наряда-допуска, исполнять обязанности руководителя и производителя работ, – пройти инструктаж по порядку выполнения предстоящей работы. Первичный инструктаж по ОТ на рабочем месте проводит руководитель работ с участием лица из административно-технического персонала ЭО, на оборудовании которой проводятся работы. Содержание инструктажа определяется инструктирующим в зависимости от характера и сложности работы, схемы и особенностей ТТО и фиксируется в журнале регистрации инструктажа по ОТ СО либо в личной карточке по ОТ в соответствии с Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда. Первичный инструктаж по ОТ на рабочем месте оформляется в журнале регистрации инструктажа по ОТ сторонней или (в случае его отсутствия) эксплуатирующей организации либо в личной карточке по ОТ и подтверждается подписями руководителя работ и представителя ЭО (п. 7.8.6).

Согласно п. 7.8.7 СО несет ответственность за выполнение предусмотренных мер безопасности при работе на ТТО, защиту работающих от вредных и (или) опасных факторов, допуск к самостоятельной работе, а также за достоверность сведений, указанных в письме согласно п. 7.2.11.

Если работы в ЭО (ремонтные, наладочные и др.) выполняются на одном оборудовании, в одном сооружении цеха (участка) одновременно несколькими СО по договорам с ЭО, руководители всех организаций обязаны разработать совмещенный график работ и обязательные для всех общие мероприятия (по безопасности и ОТ, производственной санитарии, взрыво- и пожаробезопасности) и обеспечить их выполнение на закрепленных участках работ.

Ответственность за подготовку рабочих мест, организацию и координацию действий по выполнению совме-

щенного графика работ и общих мероприятий и за допуск к работам несет руководитель ЭО. Первичный допуск работающих СО осуществляет допускающий из ЭО, а ежедневный (в пределах согласно акту-допуску) – из СО. Ответственность за выполнение общих мероприятий на своих участках работы, за квалификацию работающих, соблюдение ими правил и инструкций по ОТ несут руководители СО (п. 7.8.8).

Изменения в приложениях

Существенно изменены порядок и содержание приложений.

Взамен приложения Е «Форма наряда-допуска» ТКП 608-2017 разработано **приложение В** «Форма наряда-допуска на выполнение работ с повышенной опасностью на теплотехническом оборудовании» (включает работы за исключением огневых и газоопасных). Согласно приложению исключена возможность выдачи общего или промежуточного наряда-допуска. В п. 11 приложения определено, что выдачу наряда-допуска осуществляет уполномоченный приказом руководителя организации. В наряде-допуске указываются должность, Ф.И.О. и ставится подпись уполномоченного. В п. 18 приводится информация о проведении целевого инструктажа по ОТ.

Добавлены рекомендуемое **приложение Е** «Типовой перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации» и обязательное **приложение Ж** «Назначение и обязанности лиц, ответственных за безопасное проведение работ».

Взамен приложения Л «Журнал учета работ по нарядам-допускам и распоряжениям» ТКП 608-2017 введено обязательное **приложение К** «Форма журнала учета выдачи нарядов-допусков и распоряжений».

Исключен ряд справочных приложений (о ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, знаках безопасности для ТТО, журнале приемки и осмотра лесов и подмостей, коробках фильтрующе-поглощающих для промышленных противогазов), а также рекомендуемое приложение «Примерный перечень замкнутых пространств и закрытых сосудов» и обязательное – «Форма акта-допуска». Соответственно, исключено требование по оформлению акта-допуска для производства работ на ТТО на территории действующей организации (цеха, участка).

НОВОЕ ИЗДАНИЕ



ТКП 608-2025 (33240)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.

Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

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

ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЛОЖЕНИЯ ТКП 339

Комментарии к ТКП 339-2022 (33240)

С 1 августа 2025 года вступило в силу Изменение № 1 к ТКП 339-2022 (33240) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний». Документ утвержден постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 21 мая 2025 года № 19.

Необходимость внесения изменений в ТКП 339-2022 (33240) была связана с введением в действие с 5 сентября 2023 года строительных правил СП 4.04.04-2023 «Системы электрооборудования жилых и общественных зданий», а также с необходимостью актуализации нормативных ссылок. Ряд положений технического кодекса нуждался в уточнении с учетом введения в действие новых нормативных правовых актов и практики применения ТКП 339.

Внесение изменений позволило гармонизировать положения ТКП 339 с требованиями технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации, а также строительных норм и правил, которые ступили в силу после его переиздания (декабрь 2022 года).

В частности, были актуализированы требования в части:

- организации учета электроэнергии (подраздел 4.2);
- защитных мер электробезопасности, в том числе применяемых к основной и дополнительной системам уравнивания потенциалов (подраздел 4.3);
- приемо-сдаточных испытаний трансформаторных масел и устройств защитного отключения (подраздел 4.4);
- устройства электроустановок, в том числе требования к ВЛ 0,38–750 кВ (подразделы 5.2 и 5.3).

Из области применения ТКП 339 исключены электроустановки жилых и общественных зданий, что нашло отражение в новом названии технического кодекса.

Скорректирована область применения некоторых положений подраздела 6.1 «Распределительные устройства напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока» и подраздела 6.2 «Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ». Установлено, что положения пунктов 6.1.6.1, 6.2.5.11, 6.2.5.15, 6.2.5.16, 6.2.5.23, 6.2.5.24, 6.2.5.31 и 6.2.13.12 распространяются также на блочные комплектные трансформаторные подстанции (БКТП), комплектные трансформаторные подстанции в бетонной оболочке (КТПБ) и блочные комплектные трансформаторные подстанции в бетонной оболочке (БКТПБ) с внутренним обслуживанием (п. 6.2.1.1).

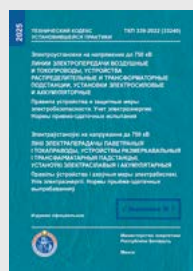
В соответствии с п. 7 ст. 30 Кодекса Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности» от 17.07.2023 № 289-З после вступления в силу строительных правил СП 4.04.04-2023 «Системы

электрооборудования жилых и общественных зданий» из ТКП 339 исключены требования к электроустановкам жилых и общественных зданий, изложенные в подразделе 4.2 «Учет электроэнергии» и подразделе 4.3 «Заземление и защитные меры электробезопасности», а также исключен раздел 8 «Электроустановки жилых и общественных зданий».

Внесены изменения в разделы «Нормативные ссылки» и «Библиография», актуализированы ссылки в тексте технического кодекса.

В процессе подготовки документа учтены замечания и предложения заинтересованных организаций, изменения согласованы с органами государственного управления и исполнительной власти. Проект Изменения № 1 к ТКП 339-2022 (33240) прошел нормативно-техническую экспертизу в БелГИСС. После утверждения документ в установленном порядке зарегистрирован в Госстандарте (№ 2720 от 26.05.2025).

НОВОЕ ИЗДАНИЕ



ТКП 339-2022 (33240)

Электроустановки
на напряжение до 750 кВ...

С Изменением № 1

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

НОВОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

июль–август

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 21.07.2025 № 285
«Об изменении Указа Президента Республики Беларусь»

Внесены изменения в Указ от 02.03.2011 № 95 «О некоторых вопросах сбора информации, не содержащейся в государственной статистической отчетности».

Документ направлен на совершенствование порядка сбора ведомственной отчетности и другой информации с учетом предписаний Директивы Президента от 02.04.2025 № 11 и правоприменительной практики.

Предусмотрено, что отчетность и другая информация, которая представляется на регулярной основе, будет в полном объеме собираться с использованием государственных информационных систем (ресурсов). Это изменение обеспечит снижение отчетной нагрузки, переход на безбумажные технологии, сокращение расходов на обработку информации.

Документ также конкретизирует компетенцию созданного при Белстате Межведомственного совета по управлению государственными данными. Решения этого совета о предотвращении дублирования сбора информации и об оптимизации данных, содержащихся в государственных информационных системах (ресурсах), будут обязательны для выполнения государственными органами и организациями.

Таким образом, Межведомственный совет будет выполнять функцию координатора по вопросам сбора и обработки информации посредством государственных информационных систем (ресурсов).

Указ вступил в силу после его официального опубликования.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета министров Республики Беларусь от 26.06.2025 № 359

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Внесены изменения в утвержденный постановлением Совмина от 25.01.1999 № 115 перечень выплат, на которые не начисляются взносы на государственное социальное страхование, в том числе на профессиональное пенсионное страхование, в бюджет государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения Республики Беларусь и по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в Белорусское республиканское унитарное страховое предприятие «Белгосстрах».

В числе прочих скорректированы распоряжения:

- о порядке согласования актов инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (утверждено постановлением Совмина от 21.05.2009 № 664);

- о порядке регистрации резидента в качестве эмитента топливных карт на территории Республики Беларусь (утверждено постановлением Совмина от 29.07.2020 № 440).

Постановление вступило в силу с 29 июня 2025 года.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 17.06.2025 № 23

«Об изменении постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 22 июня 2020 г. № 22»

Внесены изменения в Правила эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд, утвержденные постановлением Минэнерго от 22.06.2020 № 22.

В частности, определено, что отбор проб и проведение измерений в области охраны окружающей среды выполняют собственная аккредитованная лаборатория эксплуатирующей организации, а также иные юрлица, аккредитованные в Национальной системе аккредитации. Замеры осуществляются в местах, организованных в соответствии с требованиями НПА, в том числе обязательных для соблюдения ТНПА в области охраны окружающей среды.

Постановление вступило в силу с 28 июня 2025 года.

Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 10.02.2025 № 19

«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 4.04.04-2025»

Утверждены и с 18 сентября 2025 года вводятся в действие СН 4.04.04-2025 «Ветроэнергетические установки».

Нормы распространяются на ветроэнергетические установки (ВЭУ) мощностью 5 кВт и более и устанавливают требования к их проектированию. Предназначены для применения при всех видах работ по размещению и разработке проектной документации на возведение, реконструкцию, консервацию и демонтаж ВЭУ.

Постановление вступило в силу с 20 июля 2025 года.

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 8 июля 2025 г. № 77

«Об утверждении и введении в действие изменения к строительным нормам СН 2.02.05-2020»

Утверждено и вводится в действие с 7 октября 2025 года Изменение № 2 к СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Постановление вступило в силу с 8 августа 2025 года.

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 08.07.2025 № 78

«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 3.02.19-2025»

Утверждены и с 24 сентября 2025 года вводятся в действие СН 3.02.19-2025 «Технические системы охраны».

Нормы устанавливают требования к проектированию, размещению и установке технических систем охраны (ТСО) на объектах различного назначения.

ТСО предназначены для обеспечения защиты охраняемого объекта от несанкционированного доступа и противоправных посягательств.

К ТСО относятся следующие внутренние и наружные инженерные системы:

- система видеонаблюдения;
 - система контроля и управления доступом;
 - система охранной сигнализации;
 - ручная система тревожной сигнализации;
 - система передачи извещений;
 - интегрированная система охраны.
- Постановление вступило в силу с 26 июля 2025 года.

Постановление Министерства строительства и архитектуры от 30.07.2025 № 89

[«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 4.03.02-2025»](#)

Утверждены и с 16 октября 2025 года вводятся в действие СН 4.03.02-2025 «Биогазовые комплексы».

Нормы предназначены для применения при всех видах работ по размещению и разработке проектной документации на возведение, реконструкцию, модернизацию и снос биогазовых комплексов. Нормы не распространяются на объекты газораспределительной системы и газопотребления, на которых находится (может находиться) природный газ по ГОСТ 5542.

Постановление вступило в силу с 17 августа 2025 года.

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь

Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 10.07.2025 № 15

[«Об изменении постановления Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 1 августа 2024 г. № 33»](#)

Скорректировано постановление Минлесхоза от 01.08.2024 № 33 «Об установлении цены на гранулы древесные топливные». Документом установлена фиксированная отпускная цена, сформированная на условиях франко-склад изготовителя, в размере 168,0 руб. без НДС за 1 т при реализации гранул древесных топливных:

- организациям коммунальной формы собственности системы Минжилкомхоза;
- организациям, входящим в систему Минстройархитектуры, осуществляющим производство цемента;
- организациям, входящим в систему Минэнерго, осуществляющим производство тепловой энергии.

Установлены следующие фиксированные розничные цены на гранулы древесные топливные при реализации населению, сформированные на условиях:

- франко-склад изготовителя – 210,0 руб. за 1 т;
- франко-склад продавца – 246,75 руб. за 1 т.

Исключение – гранулы древесные топливные, фиксированные розничные цены на которые в пределах норм отпуска, определенных постановлением Совмина от 09.11.2012 № 1028, устанавливаются областными и Минским городским исполкомами.

Постановление вступило в силу с 24 июля 2025 года.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.06.2025 № 34

[«Об изменении постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 21 января 2022 г. № 9»](#)

Внесены изменения в постановление Минприроды от 21.01.2022 № 9 «Об утверждении регламентов адми-

нистративных процедур в сфере охраны атмосферного воздуха», в частности:

- постановление дополнено Регламентом административной процедуры, осуществляемой в отношении субъектов хозяйствования, по подпункту 6.21.4 «Получение дубликата заключения о согласовании акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух»;
- внесены изменения в регламенты административных процедур, осуществляемых в отношении субъектов хозяйствования, по подпункту 6.21.1 «Получение разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух», по подпункту 6.21.2 «Внесение изменения в разрешение на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух», по подпункту 6.21.5 «Получение заключения о согласовании акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух».

Постановление вступило в силу с 18 июля 2025 года.

Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 04.08.2025 № 71

[«Об утверждении типовых инструкций по охране труда»](#)

Утверждены типовые инструкции по охране труда:

- при управлении мобильной подъемной рабочей платформой;
- при выполнении работ с рабочей платформы мобильной подъемной рабочей платформы.

Постановление вступило в силу с 16 августа 2025 года.

Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 06.06.2025 № 71

[«О перечне основополагающих стандартов»](#)

В Национальной системе аккредитации Республики Беларусь определен перечень основополагающих стандартов, в числе которых:

- СТБ 2542-2021 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Лаборатории поверочные. Общие требования» (утвержден постановлением Госстандарта от 16.12.2021 № 129);
- СТБ 2602-2021 «Лаборатории измерительные. Общие требования компетентности» (утвержден постановлением Госстандарта от 28.12.2021 № 134);
- СТБ ISO/IEC 17021-2-2018 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 2. Требования к компетентности для проведения аудита и сертификации систем менеджмента окружающей среды» (утвержден постановлением Госстандарта от 05.02.2018 № 5);
- СТБ ISO/IEC 17021-3-2020 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 3. Требования к компетентности для проведения аудита и сертификации систем менеджмента качества» (утвержден постановлением Госстандарта от 25.02.2020 № 8);
- СТБ ISO/IEC TS 17021-9-2023 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 9. Требования к компетентности для проведения аудита и сертификации систем менеджмента борьбы со взяточничеством» (утвержден постановлением Госстандарта от 29.12.2023 № 101) и др.

Постановление вступает в силу с 17 октября 2025 года.

ПРЕДПРИЯТИЯ ОТРАСЛИ СТАЛИ ПОБЕДИТЕЛЯМИ КОНКУРСА «ЛИДЕРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЕЛАРУСИ – 2025»



По итогам XXII Республиканского профессионального конкурса «Лидеры в строительстве Беларуси – 2025» названы лучшие предприятия и достижения строительного комплекса страны. Среди организаций энергетической отрасли победителями конкурса стали ОАО «Западэлектросетьстрой» (диплом I степени в номинации «Компания года – лидер в области строительной деятельности») и РУП «Белэнергосетьпроект» (диплом I степени в номинации «Объект года в области промышленного строительства» за создание ПС 110/10 кВ «Соломинка»).

Поздравляя победителей, заместитель генерального директора ГПО «Белэнерго» Юрий Митьковец отметил: «Быть лидером по жизни непросто и ответственно, а в строительстве – тем более. В наше непростое время сохранять передовые позиции в отрасли – не только почетная, но и довольно сложная миссия, которая требует ежедневных усилий, принятия нестандартных управленческих решений, уверенности в их правильности и настойчивости в реализации».



ОАО «Западэлектросетьстрой»



РУП «Белэнергосетьпроект»

Поздравляем с победой!



**БОЛЬШАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ
НЕДЕЛЯ** **БЕЛАРУСЬ**

ИННОПРОМ

ИННОПРОМ. БЕЛАРУСЬ

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



BELARUS.BIWEXPO.COM

РЕГИСТРАЦИЯ ОТКРЫТА!

Вас ждут современные промышленные экспонаты, новейшие разработки и инновации.

ПОСЕТИТЕ ВЫСТАВКУ БЕСПЛАТНО

и узнайте о новинках промышленности первыми!

29 СЕНТЯБРЯ — 1 ОКТЯБРЯ 2025

МИНСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР BELEXPO