

Энергетическая Стратегия

№5 (83) сентябрь–октябрь 2021

научно-практический журнал

EnergyExpo – территория инноваций

Энергетика, энергосбережение, энергоэффективность



Читайте в номере

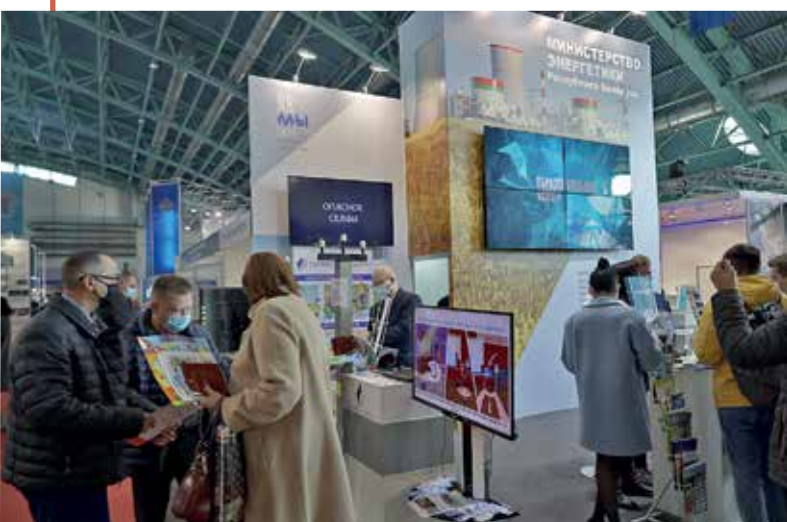
- ✓ Общий рынок нефти ЕАЭС как универсальный интегратор *стр. 13*

Интервью с директором Департамента энергетики ЕЭК В.А. Закревским

К 90-летию Белорусской энергосистемы

- ✓ Режимная интеграция БелАЭС в энергосистему *вкладка*

- ✓ Комментарии к новым отраслевым стандартам *стр. 53*



ISSN 2310 - 6735



МультиТек Инжиниринг – мониторинг цифровых подстанций

подробнее читайте на стр. 28

ООО «МультиТек Инжиниринг»
220030, г. Минск, ул. Революционная, 24Б-28
+375 17 28 28 959, info@mte-cyber.by, www.mte-cyber.by

УНП 192949269



научно-практический журнал

Энергетическая Стратегия

ПОДПИСКА' 2022

Оформить подписку можно:



**в любом почтовом
отделении**

подписной индекс
009382



в редакции

по тел./факсу
+375 17 286-08-28
(многоканальный)



на сайте

energystategy.by

Надежное решение **МОХА** для оптимизации энергопотребления вашей сети!

МОХА®



При подключении к сетям большого количества силовых приборов и систем, решающее значение имеет обеспечение надежной связи между энергетическими устройствами и системами управления энергией. Для своевременного получения операторами систем данных об электроэнергии МохА предлагает широкий спектр продукции, в том числе протокольные шлюзы, удаленные входы и выходы и медиаконвертеры Ethernet, позволяющие обеспечивать надежное и безопасное подключение в различных приложениях для мониторинга электроэнергии

ООО «Микроинформ»

220029, г. Минск
пр-т Машерова, 11,
литер Г 2/кп, пом. № 2

microinform.by

+375 17 366-56-94
+375 17 358-56-90
+375 17 354-56-96
+375 17 353-57-11
+375 29 192 47 00

Компания «Микроинформ» является официальным дистрибьютором МОХА в Республике Беларусь

УНП 190774119

Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Мороз Д.Р.	к.т.н., доцент, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Реентович С.В.	заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)
Бондарь А.М.	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
Дрозд П.В.	генеральный директор ГПО «Белэнерго»
Забелло Е.П.	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
Закревский В.А.	к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии
Карницкий Н.Б.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
Кушнарченко А.И.	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
Лиштван И.И.	д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
Майоров В.В.	генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
Малашенко М.П.	заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности
Русан В.И.	д.т.н., профессор, председатель правления Ассоциации «Возобновляемая энергетика»
Рыков А.Н.	к.т.н., заместитель главного инженера по развитию РУП «Белнипиэнергопром»
Седнин В.А.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ
Фурсанов М.И.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ
Якубович П.В.	директор РУП «БЕЛТЭИ»

НОВОСТИ

ТЭК Беларуси	4
Усовершенствован порядок строительства распределительных электросетей	7
Министр энергетики Беларуси принял участие в 65-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ	8
Мировая энергетика	10

ПРИОРИТЕТЫ

<i>Закревский В.А.</i> Общий рынок нефти ЕАЭС как универсальный интегратор	13
<i>Шкурко П.А.</i> Топливо-энергетическая сфера готова к прохождению отопительного сезона	17

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

<i>Шевалдин М.А.</i> Исследование защиты от замыканий на землю обмотки ротора генератора	19
<i>Сазонов П.А.</i> Оптимизация систем информационной безопасности на энергообъектах Беларуси	25
<i>Красницкий М.Д.</i> Цифровые подстанции: проектирование, наладка, эксплуатация	28

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

<i>Шолоник В.Е.</i> Цифровая трансформация в контексте повышения энергоэффективности экономики предприятия	29
<i>Шейко Ю.А.</i> Опыт применения инновационных технологий ремонта и реконструкции газопроводов в УП «МИНГАЗ»	33

В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

<i>Киселев Н.Н., Васильева А.И.</i> Режимы работы нейтрали электрической сети: преимущества и недостатки	36
---	----

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

<i>Веренич В.П.</i> Беларусь взяла курс на повышение энергоэффективности и энергосбережение	39
<i>По итогам форума EnergyExpo 2021</i>	

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

<i>Саранцев В.В., Рыбина Т.М., Дешкевич А.В., Сушинская Т.М., Рыбина А.Л., Горанин В.А., Нестеров Д.О., Новиков А.А.</i> Производственные факторы риска и их влияние на здоровье работников организаций ГПО «Белэнерго». Часть 2	41
<i>Дробышевская Т.В., Агризко М.П.</i> Практика работы психологов РУП «Гомельэнерго» по итогам несчастных случаев в организации	44

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Богдан Е.В., Дубровенский А.Н.

Оптимизация распределения нагрузок в энергосистеме с учетом технических особенностей теплофикационных турбин.....47

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Ивашкевич Е.А.

Введен новый стандарт в области испытаний водяных и паровых сетей на тепловые потери через изоляцию.....53

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.38.302-21

Хряков В.В.

Введены указания по монтажу, вводу в эксплуатацию, обслуживанию и диагностированию стационарных свинцово-кислотных батарей54

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.50.500-21

Гакало М.С.

Пересмотрены требования к монтажу трубопроводов пара и горячей воды на тепловых электростанциях.....55

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33420.39.201-21

ПРАВО

Сороговец В.С.

Изменены требования к осуществлению деятельности в области промышленной безопасности котельных57

Комментарии к Правилам по обеспечению промышленной безопасности котельных с установленными в них паровыми котлами с давлением пара не более 0,07 МПа и водогрейными котлами с температурой нагрева воды не выше 115 °С

Поляков В.И.

Новые подходы к подготовке и проверке знаний по вопросам промышленной безопасности60

Новости законодательства (сентябрь–октябрь)63

К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Режимная интеграция Белорусской АЭС в энергосистему

Новый обзор, приуроченный к 90-летию Белорусской энергосистемы, посвящен реализации мероприятий по режимной интеграции первой белорусской атомной электростанции в энергосистему, в том числе завершению проектов по строительству электрокотлов на ТЭЦ и в крупных котельных ГПО «Белэнерго», сооружению пиково-резервных энергоисточников и др. Осуществление этих мер стало важнейшим фактором увеличения электропотребления в республике, выравнивания суточного графика нагрузки энергосистемы и повышения надежности работы ее оборудования.

Читайте во вкладке

Энергетическая безопасность

Традиционная и ядерная энергетика

Газоснабжение и торфяная промышленность

Возобновляемая и малая энергетика

Энергоэффективность и экология

Энергетический и газовый надзор

Редакция:

Главный редактор Федосеенко Н.В.

Зам. главного редактора Гончар О.В.

Выпускающий редактор Моисеева Е.Н.

Редакторы Лемехова Д.Д.
Веренич В.П.

Компьютерный дизайн и верстка Раднаева О.Е.
Данюкова А.В.
Яценко О.А.

Реклама Тропашко С.А.

Уважаемые рекламодатели!

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

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

Адрес редакции:

220088, г. Минск, ул. Захарова, 59

Тел./факс: (+375 17) 286-08-28

Тел.: (+375 17) 293-46-82

e-mail: info@energystategy.by

2934682@mail.ru

www.energystategy.by

Цена свободная

Свидетельство о регистрации журнала
№ 931 от 27.08.2010.

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

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография».

230025, г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4.

ЛП № 02330/39 от 25.02.2009.

Печать офсетная. Бумага мелованная.

Подписано в печать 01.11.2021 г., формат 60х90%, тираж 1500 экз., заказ 4032.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экоэнерго», 2021

ТЭК БЕЛАРУСИ

Высший Евразийский экономический совет обсудил развитие энергетической сферы ЕАЭС

14 октября в режиме видеоконференции Высший Евразийский экономический совет обсудил ряд вопросов развития энергетической сферы ЕАЭС. На заседании выступил Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко. Участие в мероприятии принял Министр энергетики В.М. Каранкевич.

Главам государств ЕАЭС было доложено о ходе работы по согласованию ряда вопросов, в том числе подходов к цено- и тарифообразованию на общем рынке газа Союза и установлению тарифа на транспортировку газа из третьих стран для внутреннего потребления.

На повестке дня стояли также вопросы глобальной климатической повестки Союза, перехода ко второму этапу формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, внесения изменений в перечень чувствительных товаров, в отношении которых решение об изменении ставки ввозной таможенной пошлины принимается Советом Евразийской экономической комиссии.

Совет Министров Союзного государства России и Беларуси одобрил 28 союзных программ

10 сентября в г. Минске состоялось заседание Совета Министров Союзного государства, в котором принял участие Министр энергетики В.М. Каранкевич.

В ходе заседания были одобрены основные направления реализации положений Договора о создании Союзного государства на 2021–2023 годы и 28 союзных программ, которые в дальнейшем будут вынесены на утверждение Высшего госсовета.

В энергетической сфере достигнуты договоренности о поэтапном формировании объединенных рынков нефти, газа, электроэнергии, что выровняет уровень затрат на энергетику для российских и белорусских компаний. Стороны также договорились о комфортной цене, по которой природный газ будет поставляться в Беларусь в следующем году.

Первый энергоблок Белорусской АЭС включен в сеть

4 октября в 18:20 первый энергоблок Белорусской атомной электростанции включен в сеть. Включение энергоблока в сеть проведено в соответствии с требованиями технологического регламента безопасной эксплуатации без замечаний.

В начале октября на втором энергоблоке БелАЭС успешно завершена «горячая» обкатка реакторной установки. В ходе этого этапа пусконаладочных работ проведено около 300 испытаний основного и вспомогательного оборудования и технологических систем реакторной установки, в том числе самого реактора, парогенераторов, главных циркуляционных насосов, а также систем безопасности, управления и защиты

реактора. Испытания подтвердили соответствие оборудования и технологических систем проектным характеристикам. 12 октября энергоблок вышел на номинальный уровень мощности.

Госсекретарь Совета безопасности посетил БелАЭС

13 октября состоялся визит на БелАЭС Государственного секретаря Совета безопасности Республики Беларусь А.Г. Вольфовича, который встретился с местным активом и посетил воинскую часть внутренних войск МВД, обеспечивающую охрану станции.

Отвечая на вопросы журналистов, Госсекретарь Совета безопасности отметил, что Белорусская АЭС стала одним из элементов устойчивого созидания, который способен придать качественно новый импульс развитию страны и обеспечить дополнительные гарантии укрепления государственной независимости, энергетической и экономической самостоятельности Беларуси. Вместе с тем А.Г. Вольфович обратил внимание на то, что БелАЭС по-прежнему не дает покоя некоторым европейским политикам, прежде всего литовским. Их негативные высказывания противоречат последним заявлениям правительств 10 стран ЕС об активизации развития ядерной энергетики в целях защиты европейских потребителей от роста цен. Кроме того, правительство сопредельной Польши еще в прошлом году утвердило программу, которой намечено строительство в стране двух АЭС по американскому проекту.



Госсекретарь Совета безопасности А.Г. Вольфович в ходе визита на БелАЭС

По результатам поездки А.Г. Вольфович в очередной раз подтвердил, что система обеспечения безопасности БелАЭС соответствует самым высоким международным стандартам.

Обсуждены вопросы работы Электрического кольца БРЭЛЛ

14 октября в режиме видеоконференции состоялось 42-е заседание Комитета энергосистем БРЭЛЛ (Беларусь, Россия, Эстония, Латвия, Литва). В ходе заседания был рассмотрен во-



В ходе 42-го заседания Комитета энергосистем БРЭЛЛ

прос актуализации документов, регламентирующих технические требования к обеспечению параллельной работы энергосистем БРЭЛЛ. Необходимость актуализации обусловлена изменением топологии электросети Электрического кольца БРЭЛЛ.

На заседании также обсудили принятие в одностороннем порядке (с 15.09.2021) Методики расчета и распределения межзональной пропускной способности с третьими странами, разработанной литовской стороной.

Литовская сторона проинформировала участников заседания о планируемых натурных испытаниях по подключению выделенной части сети 330 кВ Литовской энергосистемы к сети энергосистемы Польши (ноябрь – декабрь 2021 года) и выделению Литовской энергосистемы на изолированный режим (сентябрь 2022 года). Российская сторона в свою очередь ознакомила с результатами очередных натурных испытаний работы энергосистемы Калининградской области в изолированном режиме, которые были успешно проведены 25 сентября.

В завершение были рассмотрены организационные вопросы, в том числе передача белорусской стороне, исходя из принципа ротации, полномочий Секретариата Комитета энергосистем БРЭЛЛ на 2022 год. Руководителем Секретариата назначен начальник управления электрических режимов ГПО «Белэнерго» В.В. Какура.

Энергосистемы стран СНГ, Балтии и Грузии совместно регулируют частоту и перетоки активной мощности

29 сентября состоялось 39-е заседание Комиссии по оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии (КОТК). В ходе заседания был рассмотрен ряд важных вопросов, в том числе результаты мониторинга и анализ качества регулирования частоты и перетоков активной мощности при аварийных отключениях в энергосистемах стран СНГ, Балтии и Грузии. Несмотря на различную степень участия энергосистем в этом процессе, частота электрического тока не выходила за допустимые пределы ($50 \pm 0,2$ Гц) и своевременно восстанавливалась до номинального значения.

По результатам работы рабочей группы КОТК «Противоаварийное управление» были согласованы актуализированные технические документы в области релейной защиты, а также План работы КОТК на 2022–2023 годы. План предусматривает актуализацию документов, регламентирующих технические

требования к параллельной работе энергосистем стран СНГ, Балтии и Грузии; разработку нормативно-технической базы для интеграции ВИЭ и систем накопления электроэнергии в энергосистемах энергообъединения ЕЭС/ОЭС; цифровизацию в сфере оперативно-диспетчерского управления и др.

Участники заседания обсудили вопросы, касающиеся разработки карт-схем энергосистем государств – участников параллельной работы, обменялись информацией о внедрении систем мониторинга переходных режимов и устройств синхронизированных векторных измерений.

Введены тарифные группы на электроэнергию для организаций, осуществляющих обработку данных, включая майнинг

Соответствующее решение содержится в совместном постановлении Министерства антимонопольного регулирования и торговли и Министерства энергетики от 27 сентября 2021 года № 62/57. Документ принят в целях стимулирования использования электрической энергии в республике и предусматривает расширение тарифных групп для потребителей реального сектора экономики.

Подробнее на стр. 65

Беларусь обеспечила стопроцентный доступ населения к электроэнергии

23 сентября заместитель Министра энергетики Д.Р. Мороз провел совещание с руководством энерго- и газоснабжающих организаций Гомельской области по вопросам достижения Цели устойчивого развития № 7 по обеспечению всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии. В совещании принял участие молодежный посол по ЦУР Иван Ризевский.

Д.Р. Мороз отметил, что Цели устойчивого развития соответствуют приоритетам энергетической политики страны. Отсутствие в Беларуси дефицита установленной мощности энергоисточников, наличие развитой системы электрических и газовых сетей, а также доступной по стоимости электроэнергии позволили обеспечить стопроцентный доступ к ней населения.

В июле 2017 года в рамках Политического форума высокого уровня ООН по устойчивому развитию (Нью-Йорк) Беларусь в числе первых государств региона представила добровольный обзор по достижению ЦУР. В нем были обозначены стартовые условия на пути к выполнению Повестки-2030. Таким образом, Беларусь продемонстрировала готовность внести свой вклад в решение важнейших мировых проблем.

Производство торфяной продукции в Беларуси за пятилетку планируется увеличить на 15–20 %

29 сентября Министр энергетики В.М. Каранкевич посетил ОАО «Житковичский ТБЗ», где ознакомился с результатами производственно-хозяйственной деятельности завода и ходом его модернизации. На предприятии реализована 3-я очередь проекта по обновлению основных производственных фондов, что существенно укрепило производ-

ственный потенциал завода и расширило его экспортные возможности.

Отвечая на вопросы журналистов, В.М. Каранкевич отметил, что объем производства торфяной продукции в Беларуси к концу текущей пятилетки планируется увеличить на 15–20 %. В качестве перспективных направлений он обозначил увеличение поставок торфяного топлива для котельных, прежде всего ЖКХ, которые переводятся с природного газа на фрезерный торф, а также для нужд цементной отрасли. Предприятия торфяной промышленности также продолжают работу по расширению рынков сбыта нетопливной группы торфяной продукции, в том числе сельскохозяйственного назначения.

Состоялось заседание Межреспубликанской ассоциации делового и научно-технического сотрудничества газовых хозяйств

23 сентября в формате видеоконференции состоялось заседание Межреспубликанской ассоциации делового и научно-технического сотрудничества газовых хозяйств. Представители газовых хозяйств из Армении, Беларуси, Грузии, Казахстана, Латвии, Чехии, Молдовы, России, Украины и Эстонии поделились опытом работы компаний ТЭК, новыми техническими решениями в газовой отрасли.

В рамках мероприятия с докладом «Цифровая трансформация газовых хозяйств Республики Беларусь» выступил генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко. Он подчеркнул, что всесторонняя цифровизация и автоматизация деятельности предприятий объединения традиционно рассматривается как средство обеспечения высочайшей надежности, эффективности и управляемости технологических и бизнес-процессов в газовой и топливной отраслях. Он также сообщил о внедрении в объединении инновационных разработок, в том числе трехуровневой автоматизированной системы, представленной мультипрограммными комплексами «Вершина», «Панорама» и «Мириада», программного комплекса «Система управления охраной труда», программной площадки «Виртуальный райгаз».

Программное обеспечение газоснабжающих организаций будет унифицировано

7–8 сентября на базе УП «МИНСКОБЛГАЗ» прошел Совет ГПО «Белтопгаз» по автоматизации. Участники заседания обсудили стратегии цифровизации объединения, опыт внедрения программных продуктов 1С («Предприятие 8.3 ЕРП», «Биллинг», ВДГО, «Мобильные сотрудники»), вопросы инвентаризации информационных систем, модернизации программного обеспечения (ПО), сопровождения ПО Единого классификатора товаров и др.

На Совете были приняты решения о создании общего плана информатизации и цифровизации ГПО «Белтопгаз» на 5 лет, унификации ПО газоснабжающих организаций, использовании разработок УП «Витебскоблгаз» при внедрении новых программных продуктов, а также о разработке программы по созданию системы защиты информации ГПО «Белтопгаз».

Завершилась реконструкция Круглянского РГС

15 сентября состоялось торжественное открытие базы Круглянского района газоснабжения ПУ «Могилевгаз» РУП «Могилевоблгаз» после реконструкции. В мероприятии принял участие генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко.

В РГС появился технический класс для повышения уровня знаний работников и обучения их качественному обслуживанию населения, оснащенный современным оборудованием. В рамках проекта были возведены новый склад хранения баллонов, утепленные боксы гаражей (в том числе для технического обслуживания автомобилей), выполнена перепланировка здания административно-бытового корпуса, где оборудованы гардеробные с душевыми кабинами, места для сушки одежды. Таким образом, были созданы более комфортные и безопасные условия для работы персонала.

В Мозыре открылся новый центр по обслуживанию потребителей газа

29 сентября открылся новый центр по обслуживанию населения Мозырского производственного управления РПУП «Гомельоблгаз». В торжественной церемонии по этому поводу приняли участие Министр энергетики В.М. Каранкевич, генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко, председатель Гомельского облисполкома Г.М. Соловей, помощник Президента – инспектор по Гомельской области Н.М. Рогащук.



Открытие нового центра по обслуживанию потребителей газа в г. Мозыре

Ввод центра обеспечит качественно новый уровень оказания услуг населению г. Мозыря, значительно повысит комфортность и сократит время обслуживания потребителей. Передовые технологии и системы позволили автоматизировать большинство операций – от приема заявок до архивирования данных. Проект является наглядным примером цифровизации производственных процессов на предприятиях ГПО «Белтопгаз».

Выступая перед участниками мероприятия, В.М. Каранкевич отметил, что всего в стране введен 31 такой центр, еще семь откроются до конца года. Таким образом, будет завершена масштабная работа по созданию и модернизации сервисных центров для населения в крупных районных городах.

Подготовлено по материалам Минэнерго, ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», информагентств, собственных корреспондентов

УСОВЕРШЕНСТВОВАН ПОРЯДОК СТРОИТЕЛЬСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

5 октября принят Указ Президента Республики Беларусь № 381 «О строительстве распределительных электрических сетей». Положения документа направлены на совершенствование порядка строительства распределительных электросетей, его финансирования, а также на создание условий для использования физическими лицами электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пище-приготовления.

Согласно Указу энергоснабжающие организации выступают заказчиками по проектированию и возведению электрических сетей для электроснабжения обособленных жилых домов, а также по проектированию и реконструкции таких сетей для электроснабжения индивидуальной жилой застройки. Финансирование проектирования и возведения распределительных электросетей к земельным участкам, предоставленным физическим лицам для строительства и (или) обслуживания обособленных жилых домов, электроустановки которых подключаются к распределительным электросетям энергоснабжающих организаций, осуществляется за счет средств этих физических лиц на основании договоров на инвестирование с энергоснабжающей организацией.

Документом определен порядок финансирования проектирования и реконструкции эксплуатируемых распределительных электросетей энергоснабжающих организаций в индивидуальной жилой застройке. При амортизации в размере 100 % финансирование будет осуществляться за счет средств республиканского бюджета, энергоснабжающих организаций, иных источников, не запрещенных законодательством. Если амортизация составляет менее 100 %, финансирование предусмотрено в размере:

- 70 % – за счет средств республиканского бюджета, собственных средств энергоснабжающих организаций, иных источников, не запрещенных законодательством;
- 30 % – за счет средств физических лиц, которым принадлежат на праве собственности жилые дома, квартиры (доли в праве общей собственности на жилые дома, квартиры).

Проектирование и реконструкция распределительных электросетей в жилой застройке будет осуществляться на основании планов проектирования и реконструкции распределительных электросетей, утверждаемых энергоснабжающими организациями по согласованию с облисполкомами (Минским горисполкомом), газоснабжающими организациями, с учетом планируемых источников финансирования.

Для проектирования и строительства распределительных электросетей физическими лицами могут создаваться потребительские кооперативы.

Электросети, возведенные или реконструированные с привлечением средств физических лиц, в целях обеспечения их безопасной эксплуатации, сокращения затрат физических лиц на их обслуживание, качественного и надежного электроснабжения потребителей будут являться собственностью Республики Беларусь и принадлежать на праве хозяйственного ведения энергоснабжающим организациям.

При подключении электроустановок новых потребителей электрической энергии к электросетям, построенным с привлечением средств физических лиц, предусматривается частичное возмещение средств данным потребителям в порядке, определяемом Советом Министров Республики Беларусь.

Указ не распространяет свое действие на отношения:

- по проектированию, возведению и реконструкции электросетей для снабжения электроэнергией садовых домиков, хозяйственных строений, необходимых для ведения коллективного садоводства на земельных участках садоводческих товариществ;
- регулируемые Указом Президента Республики Беларусь от 7 февраля 2006 года № 72 «О мерах по государственному регулированию отношений при размещении и организации строительства жилых домов, объектов инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры»;
- по проектированию и реконструкции распределительных электросетей для использования электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пище-приготовления в жилых домах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения.

Основные положения Указа вступят в силу через три месяца после его официального опубликования.

С текстом документа можно ознакомиться на Национальном правовом Интернет-портале Республики Беларусь:

<https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32100381&p1=1>

МИНИСТР ЭНЕРГЕТИКИ БЕЛАРУСИ ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ В 65-Й СЕССИИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МАГАТЭ



Министр энергетики Виктор Каранкевич
на 65-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ

24 сентября завершилась 65-я сессия Генеральной конференции МАГАТЭ, которая проходила в штаб-квартире Агентства в Вене. В ходе заседания были рассмотрены вопросы обеспечения ядерной и радиационной безопасности, деятельности МАГАТЭ в области технического сотрудничества, применения гарантий МАГАТЭ, а также перспективы расширения ядерных исследований и использования ядерных технологий. Белорусскую делегацию возглавлял Министр энергетики В.М. Каранкевич.

Руководитель Минэнерго выступил на пленарном заседании сессии, провел встречи с Генеральным директором МАГАТЭ Рафаэлем Гросси и его заместителем Михаилом Чудаковым. По итогам переговоров с начальником отдела физической ядерной безопасности МАГАТЭ Еленой Бугловой Министру был передан отчет о результатах миссии Агентства по вопросам физической защиты объектов использования атомной энергии (миссия IPPAS), которая проходила в Беларуси с 27 июня по 9 июля текущего года. Состоялись также двусторонние встречи В.М. Каранкевича с главами других делегаций.

Кроме того, Министр принял участие в открытии на полях сессии экспозиции Беларуси, где была представлена информация о достижениях республики в сфере ядерной энергетики, реализации проекта по строительству БелАЭС, а также о развитии социально-экономической инфраструктуры города атомщиков Островца.

Беларусь сделала ставку на развитие атомной энергетики

Отвечая на вопросы БЕЛТА, Виктор Каранкевич констатировал, что за период, прошедший с предыдущей сессии, МАГАТЭ успешно реализовало ключевые задачи по продвижению ядерных технологий в тех сферах, где их польза неоспорима: энергетике, медицине, сельском хозяйстве и др. Он подчеркнул, что развитие ядерной энергетики приобретает особое значение в контексте мирового тренда по достижению углеродной нейтральности и прогнозируемого роста глобального спроса на электроэнергию. Согласно последнему прогнозу МАГАТЭ, опубликованному в сентябре, доля атомной энергии в мировом производстве электроэнергии повысится до 12 % к 2050 году.

Использование ядерных технологий для многих стран мира – залог укрепления энергетической независимости, роста экономики, улучшения благосостояния населения. Не имея больших запасов углеводородного сырья, Беларусь также сделала ставку на развитие атомной энергетики. Строительство БелАЭС находится на завершающем этапе. С ее запуском страна получит надежный, эффективный и экологичный источник энергии на десятилетия вперед, что чрезвычайно актуально в условиях нестабильности на мировых рынках и резких изменений цен на традиционные энергоносители. Кроме того, БелАЭС – это не только гарантия повышения энергетической безопасности, но и качественно новые возможности для развития национальной экономики, самые передовые технологии и тысячи рабочих мест.

Инструменты МАГАТЭ приносят практическую пользу

МАГАТЭ оказывает Беларуси содействие в решении важнейших вопросов по реализации национальной ядерной энергетической программы и развитию инфраструктуры ядерной энергетики и ядерной безопасности, отметил В.М. Каранкевич, отвечая на вопросы БЕЛТА. Он сообщил, что с 2012 по 2021 год в Беларуси проведены все ключевые миссии МАГАТЭ, рекомендованные для стран, строящих первую АЭС: по оценке ядерно-энергетической и регулирующей инфраструктуры, оценке площадки с учетом внешних воздействий, аварийной готовности и реагированию, учету и контролю ядерных материалов, анализу эксплуатационной безопасности АЭС. Все полученные по итогам миссий рекомендации и предложения положены в основу национальных планов действий, которые являются важным ориентиром в работе по реализации ядерной энергетической программы страны.

Выступая на пленарном заседании сессии, Министр отметил, что Беларусь приветствует флагманские инициативы

Агентства в сфере применения ядерных технологий в борьбе с инфекционными заболеваниями и загрязнением окружающей среды пластиком, поддерживает программу технического сотрудничества МАГАТЭ на предстоящий двухлетний цикл.

Опыт Беларуси свидетельствует о конкретной практической пользе применения инструментов и услуг МАГАТЭ, направленных на поддержку стран, развивающих ядерную энергетику. «Мы открыто делимся накопленным опытом, а также достижениями отечественной ядерной науки с другими государствами», – сказал Виктор Каранкевич.

В ходе встречи с Генеральным директором МАГАТЭ глава Минэнерго поблагодарил Агентство за содействие в вопросах развития в Беларуси инфраструктуры ядерной энергетики и ядерной безопасности, техническую помощь Агентства, оценочные и консультативные миссии. До конца года в стране ожидают две повторные миссии МАГАТЭ по оценке достигнутого прогресса в вопросах развития регулирующей инфраструктуры и эксплуатационной безопасности.

Безусловный приоритет – безопасность

Выступая на пленарном заседании сессии, В.М. Каранкевич заявил, что республика открыто, ответственно и во взаимодействии со всеми заинтересованными партнерами предпринимает необходимые меры для того, чтобы обеспечить наивысшую ступень безопасности станции. Министр подчеркнул, что слова «Безопасность – превыше всего» фактически стали девизом Белорусской АЭС.

Особое внимание Беларусь уделяет физической защите ядерных материалов и установок. В стране планируется создать учебный центр по физической ядерной безопасности. Проект призван не только содействовать укреплению национального режима физической ядерной безопасности, но и внести вклад в решение этой важнейшей задачи на региональном и глобальном уровнях.

С начала реализации проекта по строительству АЭС Беларусь системно сотрудничает с ведущими международными организациями в сфере ядерной и радиационной безопасности. Помимо МАГАТЭ, это Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (БАО АЭС), Европейская группа регулирующих органов в области ядерной безопасности (ENSREG) и др.

В 2011 году после аварии на АЭС «Фукусима-1» Беларусь, как и другие европейские государства, добровольно приняла на себя обязательства провести стресс-тесты БелАЭС с привлечением европейских экспертов. Миссия состоялась в 2018 году, когда на первом энергоблоке станции были практически реализованы все технические решения. Министр подчеркнул, что страна открыто продвигается по пути выполнения рекомендаций по итогам проведенных стресс-тестов БелАЭС и реализации дополнительных мер по обеспечению безопасности. Ключевые мероприятия Национального плана действий по итогам стресс-тестов, касающиеся дополнительных систем и оборудования для обеспечения безопасности Белорусской АЭС, уже выполнены.

В начале сентября состоялся рабочий визит на БелАЭС экспертной группы Европейской группы регулирующих органов ядерной безопасности (ENSREG), организованный в рамках второго этапа партнерского обзора Национального плана действий по итогам стресс-тестов БелАЭС.



Министр энергетики Виктор Каранкевич и Гендиректор МАГАТЭ Рафаэль Гросси

Эксперты отметили существенный прогресс в реализации рекомендаций и выполнении национального плана. Министр сообщил, что в настоящее время готовится окончательная редакция отчета, после чего он будет опубликован в открытом доступе.

Перспективы сотрудничества с МАГАТЭ

В рамках встречи В.М. Каранкевича с Гендиректором МАГАТЭ Рафаэлем Гросси обсуждались не только текущее состояние дел и эффективность совместной работы, но и ее перспективы. Была затронута подготовка проекта новой рамочной программы сотрудничества Беларуси и МАГАТЭ на 2022–2027 годы.

Беларусь заинтересована в реализации проектов технической помощи МАГАТЭ как в части укрепления потенциала эксплуатирующей организации – БелАЭС, так и в сфере подготовки кадров по регулированию ядерной безопасности. Кроме того, Беларусь рассчитывает на техническую помощь МАГАТЭ при осуществлении стратегии обращения с радиоактивными отходами. Ожидается, что будет продолжена и совместная работа в области мониторинга последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

В числе обозначенных в проекте программы направлений взаимодействия – укрепление национальной инфраструктуры радиационной защиты, создание в Беларуси учебного центра по физической ядерной безопасности, подготовка программ контроля и обеспечения качества в области радиологии и радиационной онкологии. «Все эти вопросы в проработке, и мы надеемся, что в ближайшее время работа по согласованию проекта программы выйдет на финальную стадию», – сказал В.М. Каранкевич. Генеральный директор МАГАТЭ отметил открытость Беларуси для сотрудничества с международными организациями, в том числе с Агентством. Он напомнил, что в МАГАТЭ, как в технической экспертной организации, не видят ни одной причины, по которой Белорусская АЭС не могла бы быть введена в эксплуатацию, и заверил, что Агентство продолжит поддержку этого проекта.

Подготовлено по материалам сайтов Минэнерго и БЕЛТА

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

МЭА представило доклад о перспективах потребления энергоносителей

Международное энергетическое агентство (МЭА) впервые прогнозирует снижение спроса на нефть к середине века при любом сценарии развития мировой экономики. Эти данные приведены в ежегодном докладе МЭА World Energy Outlook.

Уголь остается доминирующим источником энергии для производства электроэнергии – около 37 % на 2020 год. Этот показатель мало изменился с 1980 года. В сценарии STEPS спрос на уголь растет незначительно до 2025 года, а затем постепенно снижается.

Мировой спрос на газ, включая низкоуглеродный, будет расти даже в случае достижения углеродной нейтральности. Эта тенденция будет заметна в течение следующих пяти лет, но в последующем возможны различные варианты развития спроса на голубое топливо.

Падение спроса на природный газ в 2025 году частично компенсируется ростом спроса на низкоуглеродные газы, включая низкоуглеродный водород, произведенный из природного газа с использованием технологий улавливания и хранения углекислого газа (CCUS).



МЭА также констатирует, что численность населения, не имеющего доступа к электричеству из-за COVID-19, выросла на 30 млн человек, или более чем на 1 %. Около 50 млн человек в развивающихся азиатских и африканских странах были вынуждены вернуться к традиционному использованию для приготовления пищи твердого биотоплива – дров, пеллет из древесных опилок или коры и т.д. Отмечается также, что в этом году число людей, не имеющих доступа к электричеству, увеличится на 2 %, причем почти весь прирост придется на страны Африки к югу от Сахары.

Британию накрыл энергетический кризис

В Великобритании разразился энергетический кризис. Снижение объема ветровой генерации из-за безветренной

погоды, рекордный скачок цен на газ и попытки затормозить пуск «Северного потока – 2» вызвали бурный рост цен на электроэнергию.

Энергетический кризис отразился на всей британской промышленности. Об остановке работы из-за рекордных цен на газ объявили две британские энергокомпании – Avro Energy и Green Supplier. Ранее с рынка ушли PFP Energy и Money Plus Energy. Общее количество домохозяйств в стране, пострадавших от волны банкротств энергетических компаний, приблизилось к полутора миллионам.

По данным аналитической компании ICIS, в Великобритании цена за мегаватт-час с сентября 2020 года выросла почти в 7 раз – до 331 евро. В пиковые часы этот показатель поднимался до 2,5 тыс. фунтов стерлингов. Власти Великобритании уже готовят чрезвычайные меры на случай непредвиденных обстоятельств.

Рост цен на газ побудил американскую компанию CF Industries приостановить производство углекислоты на двух крупных британских заводах, выпускающих удобрения. Закрылись несколько заводов по производству сухого льда, в супермаркетах возник дефицит замороженных продуктов, в первую очередь мяса.

Положение обострилось также из-за прекращения подачи электричества из Франции – крупнейшего поставщика электроэнергии в Соединенное Королевство. Один из кабелей, проложенных по дну Ла-Манша, пострадал при пожаре. Если поставки из Франции не будут восстановлены в полном объеме, зимой британцы столкнутся с отключением электроэнергии.

Энергетический кризис угрожает не только Великобритании. Если ситуация не улучшится, во многих странах Европы может не хватить газа даже для отопления жилых домов. Кроме того, рост цен на электричество ведет к резкому подорожанию продовольствия и удобрений.

Десять стран выступили за развитие ядерной энергетики

Решением европейского кризиса, обусловленного волатильностью цен на газ, и проблем, связанных с изменениями климата, может стать развитие ядерной энергетики и включение данного сектора в «зеленый» список отраслей, составленный Еврокомиссией. Поддержку соответствующей инициативе выразили 10 стран. В их числе Франция, Румыния, Чехия, Финляндия, Словакия, Хорватия, Словения, Болгария, Польша и Венгрия. Руководство стран уверено: важно рассматривать все технологии производства энергии с низким выбросом CO₂.

Мирный атом способствует стабильности в энергетическом секторе (посредством защиты потребителя от колебания цен) и поддержанию независимости Европы в энергетическом аспекте. В числе прочих эффектов применения атомной энергетики – формирование миллиона рабочих мест в Европе и развитие промышленности. Исходя из данных утверждений, министры



энергетики и экономики считают необходимым включение атомной энергетики в европейскую таксономию до конца 2021 года.

Энергетический кризис ударил по экономике Китая

Увеличивающаяся нехватка электроэнергии в Китае, вызванная переходом страны на чистую энергию, быстрорастущим промышленным спросом и высокими ценами на сырьевые товары, остановила производство на многих заводах, в том числе принадлежащих крупным мировым компаниям Apple и Tesla. Небольшие бизнесы в условиях длительного энергетического кризиса вынуждены закрываться или использовать дизельные генераторы, что обходится дороже, чем государственное электроснабжение. По данным исследования компании Mysteel, из-за дефицита электроэнергии в Китае в сентябре сократилось производство меди, алюминия и цинка, что вызвало рост цен на металлы.

Нормирование электроэнергии в Китае, вероятно, сохранится в первом квартале 2022 года, поскольку реализация экологической политики затрудняется нехваткой топлива и возобновляемых источников энергии. Аналитики считают, что введение ограничений на использование электроэнергии может увеличить расходы китайских экспортеров, борющихся со снижением доходности из-за сбоев в цепочках поставок и роста затрат на рабочую силу.

МАГАТЭ повысило прогноз мировой атомной мощности в 2050 году

Впервые после аварии на АЭС «Фукусима-1» Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) пересмотрело в сторону повышения свои прогнозы относительно потенциального роста мощностей атомной энергетики.

Согласно высокому сценарию нового прогноза, МАГАТЭ ожидает, что к 2050 году мировые атомные генерирующие мощности удвоятся до 792 ГВт. Низкий сценарий предполагает, что к этому времени мощности останутся практически теми же – на уровне 392 ГВт.

Эксперты МАГАТЭ считают, что атомная энергия может обеспечить около 12 % мирового производства электроэнергии к 2050 году.

Новые низкоуглеродные технологии (производство ядерного водорода, малые и усовершенствованные реакторы) будут иметь решающее значение для достижения нулевого уровня выбросов. Атомная энергетика может обеспечить решение проблем роста электропотребления, снижения качества воздуха и безопасности энергоснабжения.

В то же время эксперты отмечают, что около двух третей ядерных энергетических реакторов эксплуатируются более 30 лет. Несмотря на то что срок эксплуатации нескольких АЭС продлен до 60 и даже до 80 лет, в долгосрочной перспективе необходимы значительные новые ядерные мощности для компенсации выбывающих. Между тем сохраняется неопределенность в отношении замены выбывающих реакторов, особенно в Европе и Северной Америке.

Стоимость газа в странах Восточной Европы резко выросла

В 2020 году страны Восточной Европы вынудили «Газпром» переписать контракты таким образом, чтобы формула цены учитывала европейские котировки – тогда было выгодно привязать к ним цены. Из-за переизбытка газа и теплой зимы биржевая стоимость голубого топлива в феврале 2020 года опустилась ниже \$ 100 за тысячу кубометров, а в мае газ подешевел до \$ 50.

В этом году ситуация изменилась кардинально – стоимость топлива, рассчитанная по формуле, которой добились страны Восточной Европы, выросла для многих из них в 2–4 раза. Продолжительная и холодная зима привела к низким запасам газа в хранилищах и позднему началу закачки. Параллельно начали падать поставки СПГ – их перетянули на себя страны Азии и Южной Америки.

К этому добавился рост цен на уголь и котировок квот на выброс CO₂, которые обязана покупать угольная генерация. В результате закачка газа в европейские хранилища рекордно снизилась, и рынок начал опасаться, что в новом отопительном сезоне Европа может испытать дефицит газа.



Как следствие, цены на этот энергоресурс на биржах взлетели до рекордных значений. К примеру, 6 октября газ стоил \$ 1924 за тысячу кубометров.

Из-за высоких цен многие промышленные гиганты сократили производство, а растущие счета граждан за электроэнергию усилили общественное беспокойство. Однако в ходе торговой сессии 6 октября, после заявления президента России В.В. Путина о готовности Москвы стабилизировать цены на энергоносители в Европе, котировки резко просели.

В России создают водородный кластер с приливной электростанцией

На Камчатке на базе Пенжинской приливной электростанции будет создан водородно-энергетический кластер – соответствующее трехстороннее соглашение подписало в рамках ВЭФ правительство региона с министерством по развитию Дальнего Востока и Арктики и компаний «Н2 Чистая Энергетика».



В пределах Пенжинской губы, располагающейся в северо-восточной части залива Шелихова в Охотском море, два раза в сутки перемещается объем воды, сопоставимый со стоком реки Волги за 2 года, – 500 км³. Высота приливов достигает 13 м, что, по оценкам специалистов, позволяет разместить здесь приливные станции различной мощности. Оценки исследований 1970-х годов позволяли говорить об установленной мощности до 100 ГВт, что соответствует примерно 40 % общей установленной мощности электростанций ЕЭС России. Полученная электроэнергия позволит поэтапно сформировать на Камчатке кластер на базе ВИЭ с потенциальным объемом производства водорода до 5 млн т в год.

Молдова сможет получать европейский газ в обход Украины

В начале октября Молдова завершила строительство газопровода Яссы – Унгены – Кишинев, работы над которым велись около десяти лет. Это позволит Молдове получать природный газ из Румынии, не используя газотранспортную систему Украины, как это происходит сейчас.



Общая протяженность магистрали составляет 120 км, а ее пропускная способность – 1,5 млрд м³ в год. Ее первый участок Яссы – Унгены (оба населенных пункта находятся возле границы Румынии и Молдовы), длина которого составляет 43 км, был построен еще в 2014 году, но его коммерческая эксплуатация тогда так и не началась. Сейчас магистраль продлили, и это открывает Молдове путь к европейскому рынку природного газа. Но новый газопровод заработает лишь после того, как Румыния достроит и запустит ветку Онешть – Гэрэешть – Лецкань, а также сдаст в эксплуатацию две компрессорные станции. По прогнозам специалистов, Молдова сможет получать газ из Румынии не раньше 2022 года.

Франция планирует стать лидером в производстве «зеленого» водорода

В октябре президент Франции Эммануэль Макрон представил программу «Франция 2030», которая призвана дать ответ на серьезные вызовы времени и содержит десять пунктов/целей. Документом предусмотрено создание небольших инновационных ядерных реакторов с улучшенным управлением отходами. Сегодня Франция обладает крупнейшей атомной энергетикой, которая вырабатывает порядка 70 % электроэнергии в стране. Несмотря на планы снизить эту долю, к 2030 году она все еще будет составлять более 50 %.

Планируется также, что Франция станет лидером по производству «зеленого» водорода – к 2030 году в стране появятся по крайней мере две гигафабрики электролизеров. Водородная стратегия Франции, по мнению экспертов, является одной из самых амбициозных в Европе: она предусматривает установку электролизеров на 6,5 ГВт до 2030 года – это больше, чем предусмотрено водородной стратегией ФРГ (5 ГВт).

Еще одна задача – декарбонизация промышленности: выбросы парниковых газов в этом секторе экономики должны быть снижены на 35 % по сравнению с 2015 годом.

Кроме того, Франция планирует к 2030 году произвести около 2 млн электромобилей и гибридов, а также выпустить первый низкоуглеродный самолет. Транспортный сектор получит на эти цели 4 млрд евро.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

ОБЩИЙ РЫНОК НЕФТИ ЕАЭС КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕГРАТОР

В октябре Высший Евразийский экономический совет подвел итоги многолетней работы, проделанной Евразийской экономической комиссией и уполномоченными органами государств – членов Союза в рамках реализации положений Концепции и Программы формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, и принял решение о переходе ко второму этапу формирования данных рынков. О том, какие принципы положены в основу этого процесса, как планируется обеспечить свободную конкуренцию на общих рынках, какие задачи необходимо решить в области тарифообразования, а также о других аспектах интеграции в нефтяной сфере рассказывает директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии Вадим Александрович Закревский.



Двусторонние соглашения в нефтяной сфере – временная мера

На территориях государств – членов ЕАЭС сосредоточен значительный потенциал энергоресурсов, позволяющий решить стратегические задачи ЕАЭС и получить экономические и социальные эффекты. Развитие отношений между государствами-членами в нефтяной сфере является одним из наиболее перспективных направлений интеграции, что обусловлено необходимостью обеспечения потребностей национальных экономик в энергоресурсах и минимизации влияния поставок из третьих стран.

Сегодня основой взаимодействия между государствами-членами во взаимной торговле нефтью и нефтепродуктами являются двусторонние межправительственные соглашения, в соответствии с которыми осуществляются поставки. Эти соглашения действуют как временная мера на период до запуска общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС.

В рамках двусторонних соглашений ежегодно разрабатываются индикативные (прогнозные) балансы нефти и нефтепродуктов Союза, в которых согласовываются объемы поставок нефтяного сырья и отдельных видов нефтепродуктов (бензина, дизтоплива, мазута топочного и авиакеросина). Эти энергоносители предназначены для удовлетворения внутренних потребностей государств-членов, поэтому межправительственные соглашения запрещают их реэкспорт.

Хочу подчеркнуть, что взаимная торговля энергоресурсами на двусторонней основе не отвечает поставленным в Договоре о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года целям и задачам по проведению скоординированной энергетической политики. Одной из главных целей евразийской интеграции является формирование в рамках ЕАЭС единого рынка товаров и услуг на основе принципов рыночной эконо-

мики и добросовестной конкуренции, свободного передвижения товаров без изъятий и ограничений. Между тем двусторонние межправительственные соглашения устанавливают квоты на поставку энергетических ресурсов, определенных в индикативных балансах нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, что, по сути, является мерой нетарифного регулирования и ограничивает свободное передвижение энергоресурсов. Поэтому для развития интеграции в сфере энергетики необходимо переходить от двусторонних договоренностей к общим согласованным подходам торгово-экономического сотрудничества.

Следует отметить, что двусторонние соглашения прекратят свое действие с момента запуска общих рынков нефти и нефтепродуктов. Это будет способствовать устранению ограничений во взаимной торговле этими энергоресурсами, увеличению числа участников рынков, обеспечению равного доступа к рынкам и развитию конкуренции.

Формирование правовой основы общих рынков нефти и нефтепродуктов

Общие рынки должны заработать с 1 января 2025 года. Для этого Программой и планом мероприятий по формированию общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, утвержденными Решением Высшего Евразийского экономического совета от 6 декабря 2018 года № 23, определена конкретная система разработки правовых актов и выполнения ряда организационных и технологических мероприятий, направленных на установление единых условий функционирования общих рынков.

Создание общих рынков будет осуществляться в три этапа (2018–2021 годы, 2021–2024 годы и 2024 – 1 января 2025 года). На заключительном третьем этапе предусмо-

тreno вступление в силу международного договора о формировании общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС, в котором должны найти отражение ключевые вопросы их создания и функционирования.

Для обеспечения системной взаимосвязи положений правовых актов, регулирующих вопросы интеграции в нефтяной сфере, государства – члены ЕАЭС согласовали «пакетное» принятие в 2024 году международного договора о формировании общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС и единых правил доступа к системам транспортировки нефти и нефтепродуктов, правил торговли нефтью и нефтепродуктами, правил проведения биржевых торгов (в качестве приложений к международному договору).

Для того чтобы договориться о единых правилах игры, сторонам необходимо в том числе гармонизировать национальные нормы и правила функционирования технологической и коммерческой инфраструктуры общих рынков. Гармонизация законодательства и устранение различий в нормативном правовом регулировании государств-членов является одним из механизмов установления единообразных условий для осуществления предпринимательской деятельности в рамках интеграционного объединения.

Кроме того, существующие различия в налоговых системах государств – членов ЕАЭС, разные подходы при установлении ставок налогов требуют принятия согласованных решений по гармонизации законодательства в отношении налогов, включая гармонизацию (сближение) ставок акцизов, совершенствование системы взимания налога на добавленную стоимость. Это позволит не нарушать условия конкуренции и не препятствовать свободному перемещению товаров, работ и услуг на национальном уровне или на уровне ЕАЭС.

- В **России**, по оценкам экспертов, более 80 % нефти добывается и более 75 % ресурса перерабатывается крупными игроками («Роснефть», «ЛУКОЙЛ», ТНК-ВР, «Сургутнефтегаз», «Газпром»).
- В **Казахстане** крупным участником на рынке нефти является государственная компания АО «КазМунайГаз». В сфере сбыта нефтепродуктов функционируют как дочерние предприятия АО «КазМунайГаз», так и независимые компании.

Эти задачи главным образом и решает Евразийская экономическая комиссия на своей площадке вместе со странами ЕАЭС. Уже сделан целый ряд шагов по формированию правовой основы общих рынков: в 2019 году принят порядок информационного взаимодействия в рамках общих рынков нефти и нефтепродуктов, в 2020 году решением глав государств-членов утвержден план мероприятий («дорожная карта») по гармонизации законодательства государств-членов в нефтяной сфере.

Все запланированные мероприятия первого этапа выполнены. На втором этапе сторонам необходимо разработать и принять основополагающий документ – международный договор о формировании общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС.

Формирование справедливого и прозрачного ценообразования на нефть и нефтепродукты

Работа по формированию общих рынков и гармонизации национальных законодательств ведется с учетом базовых

принципов, предусмотренных Договором о ЕАЭС, Концепцией и Программой формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС. Один из основных принципов – это обеспечение рыночного ценообразования на нефть и нефтепродукты, повышение его прозрачности, создание механизмов биржевой торговли, формирование биржевого товарного рынка (единого биржевого пространства).

Вопросы ценообразования (тарифообразования) на нефть и нефтепродукты на общих рынках, а также порядка взаимных расчетов при поставке энергоресурсов будут отражены в соответствующем международном договоре и правилах торговли нефтью и нефтепродуктами. Стороны уже договорились, что ценообразование на общих рынках формируется на основании рыночных механизмов (в рамках прямых договоров и на биржевых торгах) в соответствии с правилами, утверждаемыми уполномоченными органами государств-членов.

Принципиально важным является формирование в рамках единого биржевого пространства ЕАЭС биржевых и внебиржевых ценовых индикаторов. Их мониторинг позволит выявить экономически обоснованный уровень цен, формировать справедливое и прозрачное ценообразование на нефть и нефтепродукты.

В рамках ЕАЭС данная практика предусмотрена и отрабатана в Российской Федерации в рамках антимонопольного регулирования. Так, установление цен на нефть выше «netback» от мировых котировок может рассматриваться как нарушение антимонопольного законодательства.

Отдельного внимания требует определение порядка взаимных расчетов при поставке нефти и нефтепродуктов. Причем здесь может рассматриваться возможность использования в качестве расчетного средства как национальных валют государств-членов, так и национальной валюты одного из них. При таких подходах существуют определенные риски, обусловленные волатильностью национальных валют и разницей между кросс-курсами для их конвертации.

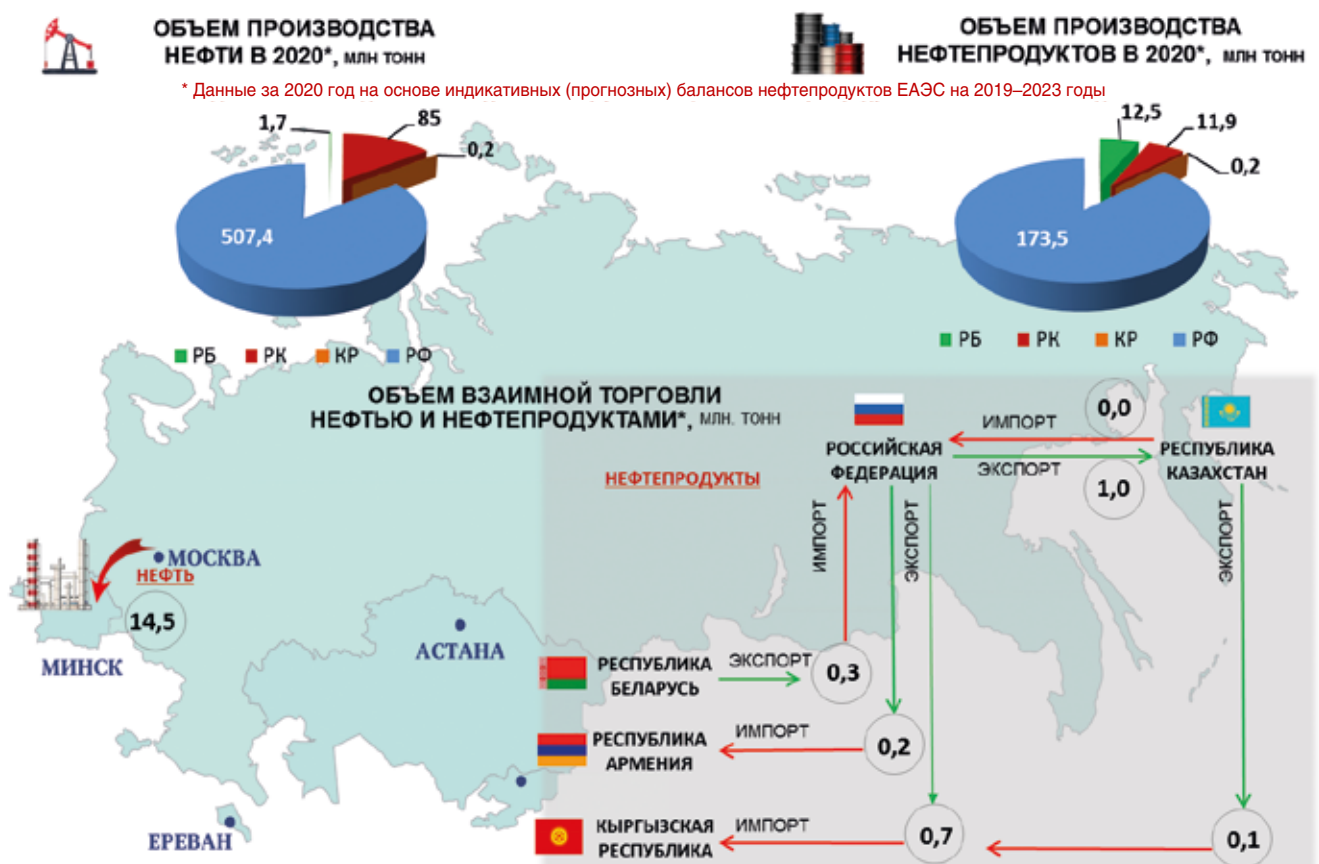
Возможно также рассмотреть механизм использования на общих рынках некоего единого расчетного эквивалента, стоимость которого для внутреннего рынка будет устанавливаться каждым государством-членом самостоятельно.

Техническая реализация расчетного эквивалента может осуществляться в виде электронных записей с использованием технологии распределенных реестров, например, формирования соответствующего стейблкоина.

Доступ хозяйствующих субъектов к общим рынкам энергоресурсов

Равноправие участников должен обеспечить принцип недискриминационного доступа хозяйствующих субъектов к общим рынкам энергоресурсов. Создание условий для обеспечения свободного конкурентного выбора поставщиков и потребителей нефти и нефтепродуктов на общих рынках, сопряженного с гарантированным доступом к системам транспортировки этих энергоносителей, имеет большое значение при формировании общих рынков. Участникам должна быть гарантирована возможность долгосрочной транспортировки нефти и нефтепродуктов, обеспеченная равными

ОБЪЕМ ВЗАИМНОЙ ТОРГОВЛИ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ В РАМКАХ ЕАЭС



* В соответствии с официальной статистикой, формируемой ЕЭК (за 2020 год)

условиями доступа хозяйствующих субъектов к системам транспортировки.

Поскольку транспортировка нефти трубопроводным транспортом во всех государствах-членах является естественно-монопольным видом деятельности, для беспрепятственного доступа к услугам субъектов естественных монополий по транспортировке нефти и нефтепродуктов необходимо разработать унифицированный порядок недискриминационного и прозрачного распределения технических возможностей транспортировки между участниками рынков, раскрытия информации о технических возможностях и условиях доступа.

Важный вопрос – стоимость транспортировки. Программой предусмотрено применение общих принципов и методов тарифообразования на услуги субъектов естественных монополий по транспортировке нефти и нефтепродуктов, а также предоставление «национального» режима (тариф для «чужих» не должен превышать тариф для «своих»).

Реализация указанных подходов направлена на создание равных условий для хозяйствующих субъектов государств-членов, увеличение товарооборота и создание благоприятных условий для привлечения инвестиций в сферы добычи, транспортировки, поставки, переработки и сбыта нефти и нефтепродуктов. Именно поэтому представляется весьма важным устранение имеющихся различий в нормативном правовом регулировании правоотношений в рассматриваемой сфере, а также ограничений в торговле нефтью и нефтепродуктами между хозяйствующими субъектами государств-членов.

Проблемные аспекты интеграции в нефтяной сфере

Среди государств – членов ЕАЭС есть как нефтедобывающие (Россия, Казахстан), так и нефтепотребляющие (Армения, Беларусь, Кыргызстан). Одни заинтересованы в увеличении выручки и долгосрочных поставках нефти и нефтепродуктов, другие – в гарантированном обеспечении внутренних потребностей, снижении стоимости нефти и нефтепродуктов за счет расширения использования механизмов рыночного ценообразования и биржевой торговли. В связи с этим вопрос обеспечения энергетической безопасности рассматривается каждой страной-участницей через призму собственных национальных интересов (защитенность субъектов международного права от внутренних и внешних угроз в энергетической сфере, экологически безопасное энергоснабжение и др.).

В праве ЕАЭС понятие энергетической безопасности не определено. Вместе с тем в ряде государств-членов утверждены и реализуются в качестве программных документов собственные концепции энергетической безопасности. Деятельность органов ЕАЭС в этой сфере сосредоточена на вопросах, связанных с формированием ресурсной базы, прогнозами спроса и предложения, прозрачностью рынка и его развития, инвестициями в энергетический сектор, безопасностью энергоснабжения, экологией и развитием новых технологий.

Представляется важным определить ключевые подходы к обеспечению общей энергетической безопасности госу-

дарств – членов ЕАЭС за счет комплексного подхода и установления системной взаимосвязи положений разрабатываемых правовых актов, регулирующих общие рынки.

В рамках работы по интеграции нефтяных рынков государств-членов невозможно не учитывать существующие региональные особенности. В Казахстане и России они обусловлены наличием вертикально-интегрированных компаний (ВИНК) и фактическим отсутствием механизмов определения рыночных цен на нефть (трансфертное ценообразование на нефть). Ввиду высокой монополизации нефтяной отрасли и отсутствия ценовой конкуренции в этих странах

- *В Республике Армения нефтеперерабатывающие мощности отсутствуют. Нефтепродукты для внутреннего потребления импортируются из России (ПАО «НК «Роснефть») и Ирана.*
- *Кыргызская Республика является импортером нефтепродуктов. На рынке нефтепродуктов участвуют ОАО «Кыргызнефтегаз» и ЗАО «Бишкекская нефтяная компания». Остальные компании принадлежат различным акционерам, в том числе китайским.*

не так много независимых нефтеперерабатывающих предприятий. Этим объясняется тот факт, что на внутренних рынках этих стран нет как спроса на сырую нефть, так и ее предложения. Соответственно, формирование ценовых индикаторов на нефть в существующих условиях не представляется возможным, что является сдерживающим фактором для формирования общих рынков.

Немаловажным вопросом является различный уровень развитости биржевых рынков и биржевого законодательства. В частности, не во всех государствах-членах нерезиденты имеют равные права доступа к участию в биржевых торгах. Унификация подходов к организации биржевой торговли энергоресурсами в рамках Союза позволит повысить прозрачность ценообразования, обеспечить участников рынков нефти и нефтепродуктов эффективным механизмом совершения и исполнения сделок.

Требуют решения также вопросы взаимодействия национальных биржевых площадок, сопряжения программно-аппаратных комплексов операторов биржевых торгов при осуществлении торговых операций участниками общих рынков.

В связи с этим Программой и планом формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС предусмотрено принятие в 2023 году правил проведения биржевых торгов нефтью и нефтепродуктами. Правилами будут определены требования для включения в состав единого биржевого пространства, порядок совместимости операторов биржевых торгов, механизмы взаиморасчетов и клиринга, порядок регистрации договоров, принципы участия хозяйствующих субъектов одних государств-членов на биржевых площадках других, а также принципы формирования ценовых индикаторов (биржевых и внебиржевых).

Развитие биржевой торговли в рамках ЕАЭС будет способствовать увеличению числа участников на общих рынках. В глобальном плане создаваемые биржевые институты могут войти в число центров мировой торговли нефтяными ресурсами, что имеет большое значение для укрепления позиций государств-членов на внешних рынках.

Ожидаемые эффекты

Эффекты от запуска общих рынков нефти и нефтепродуктов могут быть выражены в увеличении объемов поставок, оптимизации логистики при транспортировке, увеличении объемов переработки нефти и производства нефтепродуктов. Для России, например, они будут носить мультипликативный характер, поскольку касаются развития сопутствующих отраслей российской экономики, предпринимательской деятельности, эффективного использования научно-технического, интеллектуального, кадрового и ресурсного потенциала для перехода энергетики на инновационный путь развития.

Развитие конкуренции на общих рынках нефти и нефтепродуктов будет способствовать повышению качества товаров, модернизации производств и внедрению передовых технологий, а также стабилизации цен на энергоносители.

В рамках создаваемых общих рынков предусмотрено создание на территориях стран ЕАЭС благоприятных условий для привлечения инвестиций в сферу энергетики, что позволит повысить

инвестиционную активность бизнес-структур в области модернизации ТЭК государств-членов и внедрения новых технологий.

В настоящее время в качестве одной из важнейших задач формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС рассматривается необходимость стимулирования инвестиционной активности хозяйствующих субъектов государств-членов посредством реализации совместных инфраструктурных проектов. Данная задача имеет стратегическое значение для государств – членов ЕАЭС и несет огромный потенциал для стабилизации и дальнейшего устойчивого развития национальных экономик. Безусловно, для реализации этого направления необходима также поддержка и непосредственное участие бизнес-структур.

В Республике Беларусь концерн «Белнефтехим» объединяет предприятия и организации по добыче, переработке и транспортировке нефти и нефтепродуктов. Продукты нефтепереработки реализуются на внутреннем рынке по ценам, регулируемым государством. Сети независимых АЗС (кроме сетей российских ВИНК) закупают нефтепродукты у «Белнефтехима» по регулируемым ценам.

Создание биржевого рынка энергетических ресурсов в ЕАЭС позволит сформировать экономически обоснованный уровень цен на внутренних рынках, обеспечить возможности страхования рисков от неблагоприятного колебания цен на реальный товар для производителей и потребителей, а также снизить затраты бюджета при закупке нефти и продуктов ее переработки для государственных нужд.

Конечная цель формирования общих рынков – повышение благосостояния населения наших стран. Безусловно, от полномасштабного запуска общих рынков нефти и нефтепродуктов выиграют все: они внесут весомый вклад в развитие глобальной экономики, упрочат интеграционный фундамент ЕАЭС, станут мощным фактором развития евразийского региона в целом.



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

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СФЕРА ГОТОВА К ПРОХОЖДЕНИЮ ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

В целях обеспечения бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами и подготовки к устойчивой работе в ОЗП 2021/2022 Советом Министров Республики Беларусь принято постановление от 19 июня 2021 года № 351 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2021/2022 года». Согласно документу до 20 сентября республиканскими органами госуправления, госорганизациями, подчиненными Правительству, областными исполнительными комитетами и Минским горисполкомом должны быть реализованы соответствующие организационно-технические мероприятия.

Во исполнение постановления Правительства № 351 Министерством энергетики Республики Беларусь и входящими в его систему организациями разработаны организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение устойчивого и надежного топливно- и энергоснабжения потребителей, утверждены графики проведения ремонтов основного энергетического и газового оборудования, тепловых, электрических и газовых сетей, проработаны оптимальные варианты топливоснабжения и режимов энергоснабжения потребителей в предстоящем отопительном сезоне в условиях возможного сокращения поставок энергоносителей, а также в случаях возникновения

аварийных ситуаций и значительного снижения температуры наружного воздуха.

Контроль за подготовкой подведомственных организаций Минэнерго к работе в условиях отопительного сезона осуществляет штаб, созданный при Министерстве для координации работ по подготовке к ОЗП 2021/2022.

Обеспечение надежности энергоснабжения

В соответствии с утвержденными графиками энергоснабжающие организации, входящие в состав ГПО «Белэнерго», к началу отопительного сезона выполнили

значительный объем ремонтов основного теплотехнического и электротехнического оборудования (см. таблицы 1–3).

Следует отметить, что оборудование, находящееся в ремонте или выведенное в ремонт в начале отопительного периода, не влияет на качество и надежность энергоснабжения потребителей и будет вводиться в эксплуатацию в соответствии с утвержденными графиками.

В ходе подготовки к ОЗП 2021/2022 энергоснабжающие организации выполнили замену и монтаж 189,2 км, или 93,6 % от годового плана (см. таблицу 4).

Протяженность тепловых сетей напряжением 0,4–750 кВ, прошедших капитальный ремонт, составил

Таблица 1. Информация о ходе выполнения капитальных ремонтов теплотехнического оборудования

Теплотехническое оборудование	План на 2021 год	Выполнено	В ремонте	Выполнение плана, %
Энергетические котлы	28	19	5	68
Турбины	15	11	2	73
Водогрейные котлы	6	5	1	83
Паровые котлы	6	3	2	50
Итого, ед.	55	38	10	69

Таблица 2. Информация о ходе выполнения средних ремонтов теплотехнического оборудования

Теплотехническое оборудование	План на 2021 год	Выполнено	В ремонте	Выполнение плана, %
Энергетические котлы	10	7	3	70
Турбины	3	3	—	100
Водогрейные котлы	14	13	1	93
Паровые котлы	12	9	1	75
Итого, ед.	39	32	5	82

Таблица 3. Информация о ходе выполнения капитальных ремонтов электротехнического оборудования

Мероприятие	План на 2021 год	Выполнено	В ремонте	Выполнение плана, %
Генераторы	17	6	6	35
Силовые трансформаторы	5	5	–	100
Высоковольтные выключатели 220–330 кВ	5	5	–	100
Комплексный капитальный ремонт ПС 35–110 кВ	151	89	59	59

Таблица 4. Информация о ходе выполнения плана по замене и строительству тепловых сетей

РУП-облэнерго	План на 2021 год, км	Фактически выполнено, км	Выполнение плана, %
РУП «Брестэнерго»	17,4	17,5	100,4
РУП «Витебскэнерго»	36,0	38,9	108,1
РУП «Гомельэнерго»	31,8	27,0	84,8
РУП «Гродноэнерго»	31,3	31,9	102,0
РУП «Минскэнерго»	66,9	54,6	81,7
РУП «Могилевэнерго»	18,8	19,3	102,7
ГПО «Белэнерго»	202,2	189,2	93,6

17 404,17 км, или 75,5 % от планового задания на год.

В рамках подготовки к ОЗП 2021/2022 реализуется ряд других мероприятий, направленных на повышение надежности работы как электротехнического оборудования, так и электрических сетей напряжением 0,4–750 кВ.

Энергоснабжающими организациями во взаимодействии с юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство и подчиненными Министерству лесного хозяйства, продолжается выполнение мероприятий, направленных на расширение просек ВЛ в рамках реализации распоряжения Президента Республики Беларусь от 28 мая 2020 года № 93рп «О повышении надежности электро-снабжения».

Обеспечение надежности газоснабжения

Газоснабжающими организациями, входящими в состав ГПО «Белтопгаз», обеспечено проведение комплексного приборного обследования подземных газопроводов, а также оценки технического состояния подземных газопроводов со сроком службы 40 и более лет. В рамках технического обновления газораспределительных сетей про-

изведена замена оборудования газораспределительных (ГРП) и шкафов регуляторных (ШРП) пунктов, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет. Особое внимание уделено замене морально устаревшего бытового газового оборудования (см. таблицу 5).

Специалистами газоснабжающих организаций за январь – сентябрь 2021 года проведено обследование технического состояния 637 936 единиц газоиспользующего оборудования и внутренних газопроводов жилищного фонда, а также условий их эксплуатации на предмет

соответствия требованиям законодательства. В целях предотвращения аварий и несчастных случаев обеспечено отключение 14 560 единиц газоиспользующего оборудования, не соответствующего требованиям нормативных и технических нормативных правовых актов.

При этом выполнение доведенных газоснабжающим организациям заданий находится на постоянном контроле руководства.

Регистрация паспортов готовности к работе в ОЗП

В целом по республике подлежали регистрации в территориальных подразделениях Госэнергонадзора 29 125 паспортов готовности потребителей тепловой энергии к работе в осенне-зимний

период и 10 328 паспортов готовности теплоисточников. По состоянию на 1 октября зарегистрировано 100 % паспортов готовности как потребителей тепловой энергии, так и теплоисточников.

Следует отметить, что проверка готовности теплоисточников энергоснабжающих организаций ГПО «Белэнерго», отпускающих тепловую энергию потребителям на договорной основе, к работе в осенне-зимний период проводится в соответствии с Положением, утвержденным постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 5 октября 2020 года № 38. Такой проверке подлежат 70 теплоисточников. Контроль за проведением данных работ осуществляется ГПО «Белэнерго».

Результаты проводимых энерго- и газоснабжающими организациями работ свидетельствуют о своевременной подготовке всего технологического оборудования, обеспечивающего энергоснабжение потребителей республики, к работе в условиях предстоящего отопительного сезона, при этом обеспечено создание запасов топлива в объемах, достаточных для бесперебойного энерго- и газоснабжения потребителей при прохождении зимнего максимума потребления энергии.

Работа организаций энергетической и газовой отраслей по обеспечению надежного и устойчивого снабжения потребителей тепловой и электрической энергией, природным и сниженным газом, торфяным топливом в ОЗП 2021/2022 продолжается. Запланированные в соответствии с графиками мероприятия будут в полном объеме реализованы энерго- и газоснабжающими организациями Минэнерго в установленные сроки.

Таблица 5. Информация о ходе выполнения ремонта и замены основного оборудования газораспределительных сетей

Наименование мероприятия	План на 2021 год	Выполнено	Выполнение плана, %
Комплексное приборное обследование подземных газопроводов, км	8267,49	8429,4	102,0
Замена оборудования ГРП, ШРП, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет, шт.	757	616	81,4
Оценка технического состояния подземных газопроводов со сроком службы 40 и более лет, км	996,54	947,81	95,1
Замена морально устаревшего бытового газового оборудования за счет его собственников, шт.	140 801	136 348	96,8



М.А. ШЕВАЛДИН,
к.т.н., начальник управления релейной защиты
и автоматики ГПО «Белэнерго»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ ОБМОТКИ РОТОРА ГЕНЕРАТОРА

Одним из видов повреждений синхронных генераторов, используемых для выработки электроэнергии, являются повреждения обмотки ротора, которые сопровождаются витковыми замыканиями, а также замыканиями на землю (ЗНЗ) в одной или двух точках. Если ЗНЗ в одной точке не оказывает критического влияния на работу генератора, то его появление во второй точке может стать причиной повреждения изоляции цепей обмотки возбуждения (ОВ). В этом случае часть ОВ может зашунтироваться, что приведет к искажению магнитного поля электрической машины. Возможные последствия такого искажения – сильная вибрация и разрушение подшипников и уплотнений вала генератора. Возникновение электрической дуги при ЗНЗ во второй точке ОВ также может сопровождаться местными обгораниями изоляции и оплавлением меди обмотки ротора [1–5].

Наличие защиты обмотки ротора от ЗНЗ – необходимое условие эксплуатации генератора

В соответствии с п. 3.2.34 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [6] на турбогенераторах мощностью более 1 МВт и напряжением выше 1 кВ, работающих непосредственно на сборные шины генераторного напряжения, должна быть предусмотрена защита от ЗНЗ во второй точке цепи возбуждения. Пунктом 3.2.48 ПУЭ предписывается организовывать защиту с помощью одного комплекта на несколько (но не более трех) генераторов с близкими параметрами цепи возбуждения. Защита должна вводиться в работу при возникновении ЗНЗ в одной точке цепи возбуждения (выявляется во время периодического контроля состояния изоляции). Для генераторов с косвенным охлаждением проводников ОВ защита должна действовать на сигнал, а с непосредственным – на отключение

генераторного выключателя и автоматическое гашение поля (АГП).

Для генераторов мощностью более 10 МВт, работающих в блоках генератор – трансформатор, в соответствии с п. 3.2.72 должна предусматриваться защита от ЗНЗ в одной точке цепи возбуждения, а для турбогенераторов мощностью менее 160 МВт – дополнительно защита от замыканий во второй точке. Согласно п. 3.2.85 ПУЭ на гидрогенераторах следует выполнять организацию защиты от ЗНЗ в одной точке цепи возбуждения с действием на отключение, а на турбогенераторах с водяным охлаждением обмотки ротора и на всех турбогенераторах мощностью 300 МВт и выше – с действием на сигнал. При ЗНЗ в двух точках организация защиты должна предусматривать отключение генераторного выключателя и гашение его поля для машин с непосредственным охлаждением обмоток и действие на сигнал или отключение – для генераторов с косвенным охлаждением.

Организация защиты

Если возбуждение осуществляется от коллекторной машины постоянного тока, то емкость и рабочее напряжение ОВ генераторов и синхронных компенсаторов по отношению к корпусу относительно невелики, поэтому повреждение изоляции обмотки в одной точке не сопровождается появлением токов, которые способны серьезно повредить установку. Таким образом, замыкание ОВ на корпус для большинства генераторов не представляет большой опасности – известны случаи работы турбогенераторов мощностью до 100 МВт с незначительным числом замкнутых витков ОВ в течение нескольких лет [4–5].

Большую опасность представляет одиночное ЗНЗ в обмотках турбогенераторов с полупроводниковыми тиристорными и высокочастотными системами возбуждения. Наличие в напряжении ротора составляющих высоких частот может вызвать протекание существенных емкостных

токов, что усугубит дефект в месте повреждения изоляции.

Чрезвычайно опасно появление ЗНЗ во второй точке цепи или в обмотке возбуждения. В этом случае в многополюсных электрических машинах возможно шунтирование ОВ на части полюсов и как следствие – возникновение серьезной магнитной несимметрии и недопустимых вибраций, ведущих к явным повреждениям, например, к срыву синхронного компенсатора с фундаментных болтов и повреждению крышки подшипника. В двухполюсных электрических машинах такая несимметрия магнитного потока выражена меньше и часто не вызывает механических повреждений машины. Однако резкий рост вибрации на генераторе может привести к катастрофическим последствиям для всего турбоагрегата.

В современных турбогенераторах с непосредственным охлаждением обмотки ротора рабочие токи возбуждения достигают нескольких тысяч ампер (в частности, 6550 А – у самого мощного турбогенератора в Беларуси ТЗВ-1200-2А УЗ, установленного на Белорусской АЭС). В случае возникновения в цепи возбуждения второй точки замыкания на корпус через повреждения в роторе будет протекать большой ток, который может спровоцировать выход ротора из строя. В энергосистеме Российской Федерации, например, зафиксированы случаи выгорания части вала при замыкании на корпус токоведущего болта и разрушения зубцов ротора при замыкании на бочку одной из катушек [5].

Принципиальная схема организации защиты от ЗНЗ цепей возбуждения представлена на рисунке.

Эксплуатационные требования к защите

Предупреждение серьезных повреждений обмоток роторов синхронных машин должно обеспечиваться за счет контроля состояния их изоляции и оснащения защитой от снижения изоляции цепи возбуждения.

Турбогенераторы с непосредственным охлаждением обмотки ротора (наиболее мощные – с водяным и водородным охлаждением) комплектуются защитой от ЗНЗ в одной точке цепи возбуждения с действием на сигнал или отключение в зависимости от рекомендаций завода-изготовителя. Требования по эксплуатации указанных защит устанавливаются п. 10.1.34 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь [7].

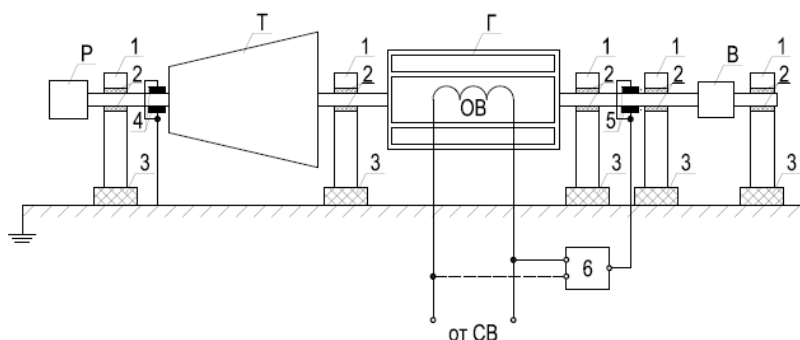
При снижении сопротивления изоляции цепи возбуждения до величины сигнальной уставки генератор с непосредственным охлаждением необходимо перевести на резервное возбуждение в течение 1 часа, а при замыкании на землю – немедленно. Если сопротивление не будет восстановлено, то машина при первой возможности (но не позднее 7 суток) должна быть выведена в ремонт. До этого сопротивление изоляции цепей возбуждения следует контролировать не реже 4 раз в смену. При снижении сопротивления изоляции до уровня нижней уставки происходит автоматическое отключение генератора от сети. В случае невозможности использования или от-

сутствия резервного возбуждения, а также дальнейшего снижения сопротивления изоляции (ниже предельного наименьшего значения) при работе на резервном возбуждении, генератор в течение 1 часа должен быть разгружен, отключен от электрической сети и выведен в ремонт.

При обнаружении ЗНЗ в процессе измерения сопротивления в цепи возбуждения турбогенератора с косвенным охлаждением обмотки ротора (снижение сопротивления изоляции до значений ≤ 2 кОм) его необходимо перевести на резервное возбуждение. Если эта мера не устранила ЗНЗ – турбогенератор при первой возможности должен быть выведен в ремонт, а до этого следует ввести защиту от двойного ЗНЗ с действием на сигнал или отключение (в зависимости от рекомендаций изготовителя). При появлении сигнала турбогенератор необходимо незамедлительно разгрузить и отключить от сети. Если защита от двойного ЗНЗ не может быть введена (или в целом не предусмотрена), турбоагрегат в течение 1 часа должен быть разгружен, отключен от сети и выведен в ремонт.

В силу особой опасности двойного замыкания для многополюсных машин, отмеченной выше, синхронные компенсаторы и гидрогенераторы при возникновении ЗНЗ в одной точке цепи возбуждения должны в обязательном порядке автоматически отключаться защитой.

Для генераторов и синхронных компенсаторов с воздушным охлаждением элементов системы возбуждения и газовым охлаждением обмотки ротора сопротивление изоляции всей цепи возбуждения должно составлять не менее 0,5 МОм. Допустимые величины сопротивления изоляции обмотки ротора или элементов системы возбуждения с водяным охлаждением определяются заводскими инструкциями по эксплуатации. Работа генераторов и синхронных компенсаторов с сопротивлением изоляции цепей возбуждения ниже нормируемых значений допускается в обоснованных случаях только с разрешения технического руководителя энергообъекта [7].



Принципиальная схема организации защиты от замыканий на землю цепей возбуждения: Р – регулятор, Т – турбина, Г – генератор, В – возбудитель, ОВ – обмотка возбуждения, СВ – система возбуждения; 1 – подшипник, 2 – масляная пленка подшипника, 3 – изоляция корпуса подшипника, 4 – заземляющие щетки вала турбогенератора, 5 – релейные щетки, 6 – защита от ЗНЗ обмотки ротора генератора

Обзор применяемых в Беларуси защит обмотки ротора от ЗНЗ

Основные характеристики устройств защиты обмотки ротора и цепей возбуждения от ЗНЗ, используемых на объектах Белорусской энергосистемы, представлены в таблице. Анализ данных показывает, что в основном используются защиты со следующими принципами работы:

- с применением наложенного напряжения специальной формы и пониженной частоты;
- с контролем тока в диагонали четырехплечевых мостов (специальным потенциометром измеряется ток от ОВ).

Во втором случае измеряется напряжение на специальном шунте, то есть положительное и отрицательное напряжения. Сопротивление изоляции рассчитывается по величине разности напряжений в конце каждого полупериода. Такой подход снижает влияние на точность измерения наличия емкостного тока на землю на объектах и возможное смещение контролируемого напряжения.

На объектах энергетики Беларуси наиболее распространена защита типа БЭ1104, БЭ1105 (более 15 %), имеющая два сигнально-отключающих органа (ступени) с переменной уставкой. Величины уставок (верхней – сигнальной и нижней – отключающей) в основном приводятся в инструкциях заводов-изготовителей генераторов. При отсутствии

таких данных в заводской инструкции уставок предупредительной и аварийной сигнализации следует ориентироваться на следующие значения:

- **верхняя уставка:**
 - до 8 кОм – для турбогенераторов с воздушным охлаждением преобразователей системы возбуждения и с газовым охлаждением обмотки ротора (первая группа);
 - до 2,5 кОм – для турбогенераторов с водяным охлаждением обмотки и преобразователей и с водяным охлаждением обмотки ротора или преобразователей системы возбуждения (вторая группа);
- **нижняя уставка:**
 - 4 кОм и ниже – для турбогенераторов первой группы;
 - 1,5 кОм и ниже – для турбогенераторов второй группы.

Сегодня на объектах Белорусской энергосистемы более 34 % рассматриваемых защит исчерпали парковый ресурс, сняты с производства и (или) не в полной мере соответствуют требованиям актуальных ТНПА [6–9], касающихся в частности обеспечения измерения сопротивления изоляции (с отображением на экране или в специальной системе в известных величинах), а также наличия соответствующей защиты, реагирующей на снижение этого параметра.

Существуют и другие недостатки указанных средств РЗА. Например, защита типа КЗР-3 (более 10 %

от всех рассматриваемых устройств) реагирует только на замыкание в одной точке. Защиты типа КЗР-2 (около 5 %) имеют «мертвую зону», что не гарантирует их корректную работу, если второе ЗНЗ возникло близко к точке первого. А при возникновении первого замыкания на кольцах ротора генератора защита этого типа вообще не будет на него реагировать независимо от места второго ЗНЗ. Также устройство КЗР-2 нельзя применять при первом замыкании в цепи возбуждения возбуждателя генератора – возможно неправильное действие реле при изменении положения реостата возбуждения.

Вместе с тем необходимо отметить, что большинство защит от ЗНЗ цепей возбуждения и обмоток роторов генераторов реализованы с использованием современных устройств, выполненных на микропроцессорной элементной базе. Это свидетельствует о том, что внедрению инновационных защит от замыканий уделяется серьезное внимание в Белорусской энергосистеме.

Заземление роторов турбоагрегата для защиты от электроэрозии

Одной из причин повреждения роторов генераторов также является электрическая эрозия. При эксплуатации электрических машин с газовыми и паровыми турбинами и генераторами различных типов зафиксированы случаи электроэрозионного повреждения вкладышей подшипников, шеек роторов, зубчатых муфт и деталей узлов регулирования, в том числе в результате воздействия токов, возникающих при трении сухого пара о лопатки турбины.

Основными причинами развития процесса электроэрозии в турбинных установках являются:

- снижение изоляционных свойств масляной пленки в узлах смазки подшипников и уплотнения вала генератора;
- ухудшение изоляции относительно «земли» корпусов уплотнений и подшипников генератора и возбуждателя (далее – корпусов подшипников);



Турбоагрегат № 3 Лукомльской ГРЭС (слева сторона турбины, справа – генератора)

Основные характеристики используемых на объектах Белорусской энергосистемы устройств защиты от замыканий на землю обмотки роторов генераторов

№	Тип устройства	Принцип работы	Количество ступеней защиты 64F и диапазон их уставок	Область применения	Дополнительная информация
1	MRR1 (Woodward, Германия)	Наложение в цепь ОБ низкочастотного напряжения прямоугольного сигнала ($f = 0,51 \text{ Гц}$, $U = \pm 24 \text{ В}$) в качестве напряжения смещения	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – от 20 до 200 кОм; 2 ст. (отключ.) – от 2 до 20 кОм; $t_{\text{сраб}} = 1 \dots 50 \text{ с}$; диапазон измерений от 1 до 1000 кОм	Для синхронных генераторов (СГ) и двигателей (Д) мощностью $\geq 1 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. $U_{\text{возб}} \leq 600 \text{ В}$ (пост. напр.)	Мультифункциональное устройство защиты ротора. Имеются дополнительные защитные функции, в том числе для бесщеточных систем возбуждения (максимальная и минимальная токовая защита цепей возбуждения, контроль исправности вращающихся диодов и другие функции, включая ANSI 37, 40, 58, 64, 76). Осуществляется непрерывное измерение и отображение состояния сопротивления изоляции контролируемых цепей и тока возбуждения. Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора
2	SEL-2664 (США)	Наложение в цепь ОБ низкочастотного напряжения прямоугольного сигнала ($f = 1 \text{ Гц}$ для СГ < 2,5 мкФ и $f = 0,25 \text{ Гц}$ при $2,5 < C_T \leq 10 \text{ мкФ}$)	2 ступени с R от 0,5 до 200 кОм; $t_{\text{сраб}} \leq 2 \text{ с}$ при $f = 1 \text{ Гц}$; $t_{\text{сраб}} \leq 8 \text{ с}$ при $f = 0,25 \text{ Гц}$; диапазон измерений от 1 до 20 МОм; $t_{\text{уст}} = 0 \dots 99 \text{ с}$	Для СГ с $U_{\text{возб.ном}}$ – от 0 до 700 В, при форсировке – от 48 до 825 В (пост. напр.)	Связь между устройствами с использованием оптических кабелей (до 1 км), включающих помехи. Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора. Измеренное сопротивление передается по специализированному протоколу обмена информации на вышестоящее устройство
3	PCS-985R/PCS-985B (Nanjing Narit-Relays Electric, Китай)	Попеременный контроль (типа «пинг-понг») напряжения четырех контуров двухплечевое моста ОБ	2 ступени для ЗНЗ в одной точке – $R_{\text{уст}} = 0,1 \dots 100 \text{ кОм}$; $R_{\text{зот}} = 20 \dots 80 \text{ кОм}$; ЗНЗ в двух точках – $1 \dots 10 \%$; $t_{\text{сраб}} = 0,01 \dots 10 \text{ с}$	Нет данных по ограничению применения	Полноценное многофункциональное устройство защиты генератора, соответствующее НТД
4	WFB-800A (XJ Group Electric, Китай)	Контроль напряжения двух контуров, при ЗНЗ в двух точках – контроль каждого контура по отдельности и анализ изменений контролируемых параметров*	2 ступени для ЗНЗ в одной точке с R от 1 до 50 кОм; ЗНЗ в двух точках – $1 \dots 20 \%$; $t_{\text{сраб}} = 1 \dots 100 \text{ с}$	Нет данных по ограничению применения	Полноценное многофункциональное устройство защиты генератора, соответствующее НТД. *Нарушается симметрия воздушного зазора для магнитного поля: обмотка статора генерирует напряжение на частоте второй гармоники, и защита реагирует на ее увеличение выше 0,5 В
5	Модуль связи М-3921 к устройству М-3425А (Beckwith Electric, США)	Наложение напряжения специальной формы и частоты ($f = 0,1 \dots 1 \text{ Гц}$; $U = \pm 15 \text{ В}$) на контролируемую сеть Реле посылает напряжение, измеряет обратный сигнал и затем вычисляет сопротивление изоляции	2 ступени с R от 1 до 100 кОм; выдержка сраб. от 1 до 8160 циклов измерений	Для СГ с $U_{\text{возб}}$ от 60 до 1200 В (пост. напр.) с возможностью увеличения напряжения до 1500 В при форсировке	Обязательно наличие основного полноценного многофункционального устройства защиты генератора (М-3425А). Выполняется непрерывный контроль сопротивления изоляции. Отсутствует индикация его величины. Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора
6	APGUC-1200-02/380-220 («Объединенная энергия» – Joint Power, Россия)	Контроль токов утечки путем наложения оперативного напряжения специальной формы и частоты на контролируемую сеть	3 ступени: 1 ст. – от 40 до 60 кОм (светодиод); 2 ст. – от 12 до 18 кОм (сигнал); 3 ст. – от 3 до 5 кОм (авар.); $t_{\text{сраб}} = 3,5 \text{ с}$	Для СГ с $U_{\text{возб}}$ от 40 до 1200 В (пост. напр.), предельная емкость сети $C_{\text{дел}} \leq 5 \text{ мкФ}$ (с учетом емкости преобразователя)	Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора. Отсутствует индикация величины сопротивления изоляции
7	BE1-64F (Basler Electric, США)	Наложение постоянного напряжения (~ 55 В) между ОБ СГ/Д (отриц. полюс) и «землей». При снижении изоляции ОБ относительно «земли» начинает протекать ток, контролируемый реле	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – $20 \pm 1 \text{ кОм}$, $t_{\text{сраб}} = 1 \text{ с}$; 2 ст. (отключ.) – $5 \pm 0,2 \text{ кОм}$, $t_{\text{сраб}} = 0,75 \dots 1 \text{ с}$	Для СГ и Д с $U_{\text{возб}}$ до 600 В (пост. напр.) с увеличением при форсировке до 750 В (в течение 1 мин)	Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора. Отсутствует индикация величины сопротивления изоляции
8	БЭ1104 с блоком БЭ1105 (частотный фильтр) (ЧЭАЗ, Россия)	Наложение оперативного напряжения специальной формы и частоты ($f = 17,5 \text{ Гц}$) на контролируемую сеть	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – от 0,5 до 15 кОм (при $C_T = 0,2 \dots 0,5 \text{ мкФ}$), $t_{\text{сраб}} = 1 \dots 10 \text{ с}$; 2 ст. (отключ.) – $5 \pm 0,2 \text{ кОм}$; $t_{\text{сраб}} = 0,75 \dots 1 \text{ с}$; диапазон измерений от 0,5 до 80 кОм	Для СГ и синхронных компенсаторов с любой системой возбуждения, имеющей контактные кольца	Имеется орган, реагирующий на нарушение контакта (отскок) релейной или статической щетки, блокирующий работу реле. Независимые уставки для рабочей и резервной (не более двух) систем возбуждения. Измерение сопротивления изоляции – периодическое, с помощью встроенного прибора

Окончание таблицы

№	Тип устройства	Принцип работы	Количество ступеней защиты 64F и диапазон их уставок	Область применения	Дополнительная информация
9	КЗР-2 – защита от ЗНЗ в двух точках (переносное устройство, СССР)	Принцип четырехфазного моста. Контроль тока в диагоналях моста, образуемого ОВ и потенциометром, присоединенным к кольцам ротора	Одна ступень с $t_{сраб} = 0.5...2$ с	Нет данных по ограничению применения	Наличие «мертвой зоны» при расположении замыкания близко к первой точке ЗНЗ. Также нельзя исполнять КЗР-2 при возникновении первой точки ЗНЗ в цепи возбуждения возбуждателя. Подключение к ОВ осуществляется без использования предохранителей или других защитных аппаратов. Отсутствует измерение сопротивления изоляции, имеется только одна ступень защиты. Применяется только для ТГ: – с косвенным охлаждением ОВ, как правило, на сигнал; – на мощных ТГ с непосредственным охлаждением ОВ на отключение с $t_{сраб} = 1...2$ с
10	КЗР-3 – защита от ЗНЗ в одной точке (СССР)	Наложение переменного тока специальной частоты ($f = 25$ Гц) на цепь возбуждения и измерение активной составляющей переменного тока, определяемой значением сопротивления изоляции цепей ротора относительно «земли»	Одна ступень с R от 2,5 или 5 кОм, $t_{сраб} = 0...10$ с	Для генераторов с тиристорной и высокочастотной системами возбуждения. Для сетей с емкостью $C \leq 2$ мкФ	На измерения оказывает влияние зависимость чувствительности защиты от емкостных токов на землю. Применение защиты рекомендуется при емкости сети $C \leq 2$ мкФ, при которой погрешность в токе срабатывания не превышает 30 %. При $C > 5$ мкФ защита КЗР-3 неприменима. Нет возможности измерения сопротивления изоляции. Имеется только одна ступень.
11	Isometer IRDN375 (275) (Bender, Германия)	Адаптивные измерения по технологии AMP Plus (по специальным кривым в зависимости от сопротивления изоляции и емкости сети)	2 установки по сопротивлению от 1 кОм до 10 МОм; $t_{готовности} \leq 5$ с (при $C_E = 1$ мкФ); время работы в соответствии со специальной кривой с учетом времени готовности устройства	Для изолированных одно-, трехфазных сетей и сетей постоянного тока с $U_{возб} \leq 650$ В (пост. напр.) и $U \leq 793$ В (перем. напр.)	Имеется полноценная индикация измерения сопротивления изоляции и других параметров в режиме реального времени. Уставки задаются через встроенное меню на самом устройстве. Для установки на DIN-рейку используется вариант IRDN275. Длина линий связи ≤ 1200 м. В системах с большими емкостями на «землю» IRDN375 автоматически адаптируется для обеспечения точности измерений. Для корректной работы функции 64F требуется заземление ротора
12	DCAP-5082 (DCAP-5085) (Hunan Unisplendour Measuring & Control, Китай)	Принцип четырехфазного моста. Контроль тока в диагоналях моста, образуемого ОВ и потенциометром, присоединенным к кольцам ротора	2 ступени с сопротивлением от 1 до 50 кОм; $t_{сраб} = 0.5...20$ с; ЗНЗ в двух точках – 1...100 %; $t_{сраб} = 0.2...20$ с ($t_{сраб} \leq 0.3$ с);	Для СГ с $U_{возб} = 20...400$ В (пост. напр.)	Имеется встроенный регистратор. Поддерживается полноценная индикация измерения сопротивления изоляции и других параметров. Устройство не предназначено для бессточных систем возбуждения
13	7XR6100 и 7UM62 или аналог (Siemens, Германия)	Измерение емкостного тока. Наложение переменного напряжения 36–45 В частотой $f = 50$ Гц	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – от 3 до 30 кОм; 2 ст. (отклоч.) – от 1 до 5 кОм; $t_{сраб} = 0...60$ с	Для СГ и Д при $U_{возб} > 150$ В (пост. напр.) используется приставка 3PP13	Имеется контроль состояния измерительной цепи (обрыв при $C \geq 0.15$ мкФ) Реализован контроль угловой погрешности входных ТТ для повышения точности измерений
14	7XT71 + блок 7XR600X и 7UM62 или аналог (SIEMENS, Германия)	Наложение оперативного постоянного напряжения 50 В специальной формы и частоты $f = 0.5...4$ Гц на контролируемую сеть	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – от 5 до 80 кОм; 2 ст. (отклоч.) – от 1 до 10 кОм; $t_{сраб} = 0...60$ с	Нет данных по ограничению применения	Имеется контроль измерительной цепи (разрыв одного провода, слабый контакт щетки), а также контроль уровня управляющего напряжения. Организовано внешнее тестирование с использованием тестового резистора
15	Vigilohm XM300C (Schneider Electric, Германия)	Постоянное измерение значения сопротивления изоляции и емкости сети наложением напряжения специальной формы и частоты (5 В пост. тока, 2,5 Гц)	2 ступени: 1 ст. (сигнал) – от 1 до 300 кОм; 2 ст. (авар.) – от 0.2 до 99.9 кОм	Для сетей постоянного тока с напряжением не более 500 В, переменного тока – не более 760 В	Имеется индикаторный дисплей. Устройство требует наличия соединения с «землей»

- нарушение цепи заземления валопровода турбоагрегата;
- повышение намагиченности деталей турбины (корпуса и ротора).

До появления эксплуатационного циркуляра от 22.06.1988 № Ц-05-88 (э) «О предотвращении электроэрозии турбоагрегатов» [10] состояние изоляции корпусов подшипников в процессе эксплуатации контролировалось только косвенным методом: ухудшение изоляции можно было оценить лишь при металлическом замыкании корпуса подшипника на «землю», а изоляционные свойства масляной пленки подшипников вообще не оценивались. Заземление на валопроводах или вовсе отсутствовало, или его исправность не контролировалась.



Щеточный аппарат возбудителя на одном из турбоагрегатов Лукомльской ГРЭС

Циркуляром [10] предписывается на всех эксплуатируемых турбогенераторах – вне зависимости от типа, мощности и срока службы – устанавливать устройства контроля заземления вала турбины, а также контролировать работоспособность щеток, состояние изоляции подшипников генераторов и связанных с ними маслопроводов. Контроль осуществляется измерением сопротивления изоляции корпусов подшипников и их масляной пленки. В документе также указаны подразделения, ответственные за контроль и реализацию перечисленных мероприятий. Кроме того, регламентирована обязательная установка заземления вала турбоагрегата только в одном сечении – во избежание появления контурных

токов через ротор и другие детали турбины. Это необходимо учитывать при организации защиты от ЗНЗ обмотки ротора и не допускать наличия двух и более мест заземления валов турбоагрегатов.

Дополнительно в 2000 году в Российской Федерации было выпущено информационное письмо [11], в котором отмечалось, что одной из главных причин электроэрозионного повреждения элементов турбоагрегата и его систем является ненадежность контакта заземляющей щетки с валом машины. Отмечалось, что с 1991 по 1996 год было обследовано около 700 турбоагрегатов мощностью от 60 МВт и выше, на 40 % из них были выявлены электроэрозионные повреждения валов и подшипников.

В информационном письме отмечалось также, что защиты ротора от ЗНЗ в одной точке типа КЗР-3, БЭ1104 и БЭ1105 при потере контакта заземляющей щетки с валом не обеспечивают защиту внешних по отношению к ротору цепей возбуждения, а защиты типа БЭ1104 и БЭ1105 выводятся из действия (блокируются).

Исходя из этого для повышения надежности заземления валов и обеспечения защиты ротора от ЗНЗ предлагается на турбоагрегатах мощностью более 1 МВт использовать разработанные ОАО «ВНИИЭ» заземляющие устройства типа ЗБ-1Б и ЗБ-1М. Они повышают надежность заземления роторов и существенно уменьшают вероятность возникновения электроэрозии вала и подшипников. Кроме того, заземляющее устройство типа ЗБ-1Б устраняет недостатки защит ротора от ЗНЗ в одной точке.

Замечу, что в нашей стране отсутствуют директивные документы, аналогичные [11], хотя проблема электроэрозии актуальна и для объектов Белорусской энергосистемы.

Выводы

Рассмотрены различные устройства и способы организации защиты от замыканий на землю обмоток роторов турбоагрегатов. Отмечена обязательность наличия данной защиты и обозначены направления по ее совершенствованию, в том

числе за счет устранения рассмотренных недостатков.

При организации защиты от ЗНЗ, требующей заземления ротора, необходимо учитывать недопустимость наличия более одного места заземления валов турбоагрегатов для обеспечения защиты от электроэрозии.

В целях предотвращения возможных повреждений и выхода из строя генерирующего оборудования на объектах Белорусской энергосистемы необходимо и в дальнейшем уделять серьезное внимание вопросам организации защиты ротора от ЗНЗ.

Список литературы

1. Вавин, В.Н. Релейная защита блоков турбогенератор-трансформатор / В.Н. Вавин. – М.: Энергоиздат, 1982. – 256 с.
2. Таубес, И.Р. Релейная защита мощных турбогенераторов / И.Р. Таубес. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 88 с.
3. Чернобровов, Н.В. Релейная защита энергетических систем : учеб. пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
4. Самородов, Ю.Н. Причины и последствия аварий и отказов турбогенераторов / Ю.Н. Самородов // Энергия единой сети. – 2014. – № 2 (13). – С. 70–80.
5. Самородов, Ю.Н. Турбогенераторы. Аварии и инциденты: техническое пособие / Ю.Н. Самородов. – М.: Элекс-КМ, 2008. – 488 с.
6. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., доп. с исправл. – Гомель: Полеспечать, 2005. – 640 с.
7. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь: СТП 33240.20.501-19. – Введ. с 18.04.2019. – Второе издание. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2019. – 459 с.
8. Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия: ГОСТ 21558-2000. – Введ. с 01.07.2003. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 16 с.
9. Системы управления возбуждением турбогенераторов и гидрогенераторов: СТП 33240.45.101-17. – Введ. впервые. – Минск: ОАО «Эконом-энерго», 2017. – 60 с.
10. Эксплуатационный циркуляр от 22.06.1988 г. № Ц-05-88 (э) «О предотвращении электроэрозии турбоагрегатов» с разъяснениями положений от 25.04.1989 № 0324-6-1/1574 Главтехуправления Минэнерго СССР. – М., 1989. – 8 с.
11. Информационное письмо ИП-04-2000 (э) «О внедрении в эксплуатацию заземляющих устройств типа ЗБ-1М и ЗБ-1Б валов турбоагрегатов» (РАО «ЕЭС России»). – М., 2000. – 2 с.



П.А. САЗОНОВ,
м.т.н., инженер по наладке и испытаниям
ОАО «Белэлектромонтажналадка»

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЭНЕРГООБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ

Увеличение в энергетической системе количества и разнообразия цифровизированных объектов, функционирующих с применением информационных сетей, включая сеть Интернет, прямо пропорционально росту возможностей для стороннего вмешательства в работу этих объектов. Между тем достоверность, своевременность и полнота информации оказывают существенное влияние на правильность принимаемых технических и управленческих решений и, соответственно, на качество и надежность энергоснабжения. В связи с этим вопросы обеспечения информационной безопасности в энергетике приобретают особую актуальность.

Среди основных угроз информационной безопасности объектов энергосистемы (ЭС) можно выделить атаки на конечного пользователя и на поставщика услуг.

Когда атака направлена на конечного пользователя (потребителя энергии), обеспечить информационную безопасность (ИБ) может поддержание в актуальном состоянии преимущественно клиентского программного обеспечения (ПО), в том числе прошивок для оборудования (установка последних обновлений, предоставляемых вендорами), а также информирование пользователей о возможных угрозах [1]. Между тем для защиты от атак на поставщика услуг необходимы комплексные меры, в том числе проведение аудитов системы ИБ и соответствующего ПО.

Аудит информационной безопасности – это системный процесс получения объективных качественных и количественных оценок текущего состояния ИБ цифровых систем в соответствии с определенными критериями и показателями безопасности [2]. Сегодня рынок аудиторских услуг в этой области активно развивается. Стоит подчеркнуть,

что в Беларуси аудит ИБ проводится преимущественно частными коммерческими организациями и имеет смысл только в случае неизменности конфигурации исследуемой сети, оборудования, входящего в ее состав, и безупречности ПО, в котором с течением времени не выявляются новые уязвимости. Поскольку такие условия в принципе не могут быть соблюдены, то проведение аудитов ИБ на сверхответственных объектах ЭС можно считать иррациональным.

Выходом может стать применение в ЭС Беларуси систем управления событиями и информацией о безопасности – SIEM (Security Information and Event Management), предназначенных для сбора и анализа информации о событиях безопасности [3].

SIEM-системы существуют на глобальном рынке около 16 лет, однако активное распространение они получили только в последние несколько лет из-за возросшего количества угроз. Опубликованное российским вендором исследование в области ИБ сетевой активности более 40 компаний, в которых реализовывались пилотные проекты по оптимизации ИБ, говорит о наличии во всех компаниях угроз в инфраструктуре

и в 24 % организаций – на периметре [4]. В ходе исследования выявлены основные типы угроз:

- нарушения регламентов ИБ, в том числе использование ПО для удаленного доступа и использование незащищенных протоколов (выявлены в 100 % организаций);
- подозрительная сетевая активность – сокрытие трафика, запуск инструментов сканирования сети, попытки удаленного запуска процессов (90 %);
- активность вредоносного ПО (68 %);
- эксплуатация уязвимостей ПО, в том числе попытки атак внутри сети, успешные атаки на системы периметра (каждая третья компания);
- попытки подбора паролей (26 %).

Например, в одной из компаний злоумышленники пытались подобрать пароль к системе управления базой данных, веб-интерфейс которой был доступен через интернет. В случае успеха атакующие смогли бы получить доступ к базе данных веб-сайта, в том числе к учетным данным пользователей.

Оптимальным средством по выявлению перечисленных угроз и борьбе с ними на данный момент служат

программные продукты класса SIEM. Их основные потребители сегодня – банковские учреждения, работающие с конфиденциальной информацией и нуждающиеся в регулярном проведении аудитов ИБ. Использовать подобные системы начинают также крупные предприятия и производства, генерирующие высокую сетевую активность различного характера. Контроль и анализ этой активности позволяет выявлять атаки, уязвимости и нарушения политики безопасности на ранних этапах и минимизировать ущерб от инцидентов. Основная причина отказа предприятий от аудитов в пользу внедрения SIEM-систем – предоставляемые этими продуктами новые возможности и инструменты в области обеспечения ИБ [3], в том числе:

- оценка защищенности информационных систем и актуальных для них рисков;
- отслеживание в реальном времени сигналов тревоги, поступающих от сетевых устройств и приложений;
- обработка полученных данных и поиск взаимосвязи между ними;
- выявление отклонений от нормального поведения контролируемых систем;
- оповещение операторов об обнаруженных инцидентах;
- активное реагирование на события в зависимости от характера полученных данных.

В классической интерпретации SIEM – это система сбора, обработки информации и оповещения о возможной опасности. В последнее время такие системы позволяют также оперативно реагировать на входящие данные и предпринимать активные действия для локализации опасных событий в области ИБ.

Принцип работы SIEM состоит в сборе информации при помощи программ-агентов, которые высылают серверу SIEM локальные журналы событий. Эта информация ложится в основу базы данных. Далее следует анализ – корреляция и обработка полученных данных (событий) по правилам, которые могут формироваться как администраторами системы, так и с помощью технологии BigData, в зависимости от разработчика SIEM. При анализе данных законы и правила математики и статистики применяются совместно

с правилами корреляции. Так, если некоторой учетной записью введен неправильный пароль, то такое событие не будет расценено системой как критическое. Если же таких вводов от одной учетной записи несколько, то это будет рассматриваться как попытка подобрать пароль – критическое событие для системы ИБ.

Стоит отметить, что многие вендоры SIEM-систем предлагают такую возможность, как анализ событий в реальном времени, и ведут разработку решений, позволяющих автоматизировать генерацию правил – то есть получать эту функцию сразу в готовом продукте, а не в результате многомесячной наладки/отладки и последующей эксплуатации на предприятии.

При реализации комплекса мероприятий по проектированию и реализации системы ИБ критически важного объекта информации (КВОИ) законодательство Беларуси обязывает проводить аудит [5]. Однако эффективность аудита в перспективе невелика, в первую очередь из-за отсутствия должного обслуживания информационных систем: используемое ПО не обновляется до актуальных версий, как и сигнатуры для антивирусных программ (последние зачастую вообще отсутствуют). Подобную картину можно наблюдать на многих объектах энергетики буквально спустя год после ввода в эксплуатацию.

Безусловно, следует обратить внимание на высокую стоимость аудита систем ИБ критически важных объектов информации и систем с пометкой «Для служебного пользования» (ДСП). Так, аудит КВОИ на 2021 год может оцениваться в пределах от 70 до 100 тыс. белорусских рублей в зависимости от масштаба системы ИБ, стоимость аудита систем ДСП достигает 20 тыс. рублей. Необходимо отметить, что даже при минимальных изменениях в системе, не говоря уже о глобальной ее реконфигурации, необходим повторный аудит. Кроме того, при существующем подходе к обеспечению ИБ на время проведения аудита система передается третьим лицам, что повышает вероятность утечки критически важной информации или иных закрытых служебных данных.

Внедрение программных продуктов класса SIEM или их ана-

логов на энергетических объектах позволит не только уйти от необязательных, по мнению автора, издержек на аудиты, но и повысит культуру эксплуатации технических средств в энергетике. Бесспорно, на нынешнем этапе своего развития эти системы еще далеки от идеала, но они обладают высоким потенциалом и в перспективе могут стать важным фактором ускорения цифровизации энергетики и повышения надежности работы цифровых систем.

Специалистов в сфере ИБ можно обучать на предприятиях энергосистемы. Полученные ими общие знания, навыки кодирования и работы с базами данных, несомненно, повысят качество эксплуатации микропроцессорной техники. Для обучения можно использовать открытое программное обеспечение (Open Source). Примером такого решения является Open Source Security Information Management (OSSIM) – бесплатная SIEM-система, развивающаяся с 1996 года и имеющая коммерческий вариант AlienVault Unified Security Management [6].

Заключение

На текущем этапе развития технологий внедрение на энергопредприятии SIEM-системы – достаточно сложное решение, требующее для обслуживания как минимум одного (зависит от масштаба применения системы) высококвалифицированного специалиста, который сможет обеспечивать бесперебойность сбора событий, управлять правилами корреляции, модифицировать их и при необходимости добавлять новые.

Обучение специалистов в сфере информационной безопасности на предприятиях энергосистемы наряду с внедрением SIEM является необходимой ступенью к повышению культуры эксплуатации технических средств в энергетике. Данный подход позволяет получить эффективный инструмент предотвращения доступа третьих лиц к критически важным данным при проведении аудитов систем ИБ, а также оптимизировать затраты.

Для пилотных проектов в энергетической сфере, по мнению автора, лучше применять решения

Open Source – как бесплатную платформу для приобретения специалистами опыта эксплуатации SIEM-систем и отслеживания тенденций их развития. Внедрение таких продуктов позволит отказаться от аудитов ИБ, проводимых сторонними организациями, и обеспечит:

- автоматизацию процессов обнаружения угроз и аномалий, регистрации и контроля инцидентов;
- аудит политик и стандартов ответственности, контроль и отчетность;
- документируемое корректное реагирование на возникающие угрозы в режиме реального времени;
- возможность расследования инцидентов и аномалий.

Список литературы

1. Сазонов, П.А. Основные принципы организации сетевой безопасности в многоуровневых SCADA-системах / П.А. Сазонов, А.А. Дашковский // Энергетическая стратегия. – 2020. – № 3. – С. 19–21.
2. Wikipedia – интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 25.07.2021.
3. Kaspersky – международная компания, специализирующаяся на разработке систем защиты от компьютерных вирусов, спама, хакерских атак и прочих киберугроз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/siem/>. – Дата доступа: 25.07.2021.
4. Positive Technologies – разработчик решений в области ИБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/top-ugroz-ib-v-korporativnyh-setyah-2021/>. – Дата доступа: 26.07.2021.
5. О некоторых мерах по совершенствованию защиты информации : указ Президента Респ. Беларусь, 16 апр. 2013 г., № 196 // Национальный правовой интернет портал РБ. – 2013. – 1/14225.
6. AT&T Cybersecurity – разработчик коммерческих сервисов и сервисов с открытым исходным кодом для управления кибератаками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cybersecurity.att.com>. – Дата доступа: 26.07.2021.

К СВЕДЕНИЮ

ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ПОД ВОПРОСОМ

Доклад Международного энергетического агентства «Чистый ноль к 2050 году: дорожная карта для глобального энергетического сектора» был опубликован еще в мае текущего года и вызвал дискуссию в экспертном сообществе. Доклад, созданный по заказу Лондона, анонсировали в качестве первого в мире всеобъемлющего исследования того, как перейти к системе нулевых выбросов менее чем за 30 лет, обеспечивая при этом стабильное энергоснабжение, всеобщий доступ к энергии и устойчивый экономический рост.

Программа «Net Zero by 2050» предполагает, что уже к 2030 году выбросы углекислого газа должны сокра-

титься на 45 % и к середине века мир сможет стать углеродно-нейтральным. Однако новые данные показывают, что к 2050-му в лучшем случае удастся сократить выбросы на 40 %. Американское исследовательское агентство Glenloch Energy подвергло нашумевший доклад МЭА серьезной критике. Детально проанализировав его цели и недочеты, эксперты пришли к выводу, что предлагаемая дорожная карта не может обеспечить надежный путь к «чистому нулю» к 2050 году, поэтому ее скорее следует рассматривать как признание МЭА недостижимости целей Парижского соглашения по климату.



М.Д. КРАСНИЦКИЙ,
руководитель проектов
ООО «МультиТек Инжиниринг»



ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, НАЛАДКА, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

В связи с наметившейся тенденцией цифровизации подстанций компания «МультиТек Инжиниринг», активно занимающаяся проектированием и внедрением комплексных систем защиты информации в электроэнергетике, рекомендует обратить внимание на систему управления жизненным циклом цифровой подстанции «Теквел Парк» (производитель ООО «Теквел», Россия).

Лучшие практики проектирования и создания цифровой подстанции (ЦПС) опираются на положения стандарта МЭК 61850. Согласно этому документу обязательным атрибутом реализации ЦПС является файл электронной проектной документации SCD, который не только дает возможность понять, как работают комплексы РЗА и АСУ ТП на объекте проектирования, но и берется за основу при выполнении их технического обслуживания, а также используется при модернизации ЦПС.

В соответствии с положениями стандарта МЭК 61850 файл SCD должен формироваться на этапе проектирования, а не на стадии пусконаладочных работ. «Теквел Парк» является эффективным инструментом, обеспечивающим визуализацию файла SCD, включая коммуникационные параметры всех устройств проекта ЦПС и связи между ними согласно сервисам GOOSE и Sampled Values. Таким образом, «Теквел Парк» предоставляет заказчику возможность проверки файлов электронной проектной документации SCD.

При использовании специальных устройств мониторинга сети, входящих в состав системы «Теквел Парк», а также утвержденного файла SCD, заказчик может задействовать

«Теквел Парк» в ходе приемочных испытаний для того, чтобы убедиться, что фактическая реализация комплексов РЗА и АСУ ТП соответствует ранее утвержденному файлу SCD.

Кроме того, «Теквел Парк» позволяет контролировать наличие сбоев в сетевых коммуникациях согласно коммуникационным сервисам МЭК 61850. Сложность заключается в том, что коммуникации, согласно этому стандарту, неочевидны и их нельзя физически отследить и прозвонить аналогично электрическим связям на традиционной подстанции.

«Теквел Парк» позволяет осуществлять непрерывный мониторинг и диагностику всех коммуникаций ЦПС в режиме реального времени, а также постоянный контроль работы ЦПС в соответствии с файлом SCD. Более того, заказчик получает функционал автономного регистратора аварийных событий, реагирующего как на срабатывание пусковых органов защиты, так и на нарушение критериев работы, специфичных для ЦПС.

Таким образом, на разных стадиях жизненного цикла ЦПС «Теквел Парк» предоставляет следующие возможности:

- на стадии проектирования:
 - хранение SCD-файлов и организация коллективного доступа;
 - управление версиями SCD-файлов, отслеживание изменений и возврат к любой предыдущей версии;
 - валидация SCL-файлов, проверка целостности конфигурации, анализ на предмет наличия ошибок и недостатков конфигурации;
 - проверка эффективности кон-

фигурации и наличия возможностей для оптимизации;

- на стадии пусконаладочных работ:
 - проверка соответствия между данными в сети и утвержденной конфигурацией;
 - контроль изменения данных и флагов качества;
 - просмотр изменений значений на временных диаграммах;
 - независимый мониторинг нормальных и симулированных данных;
- на стадии эксплуатации:
 - проверка соответствия между данными в сети и утвержденной конфигурацией в течение всего жизненного цикла;
 - контроль отсутствия потерь GOOSE- и SV-сообщений в сети;
 - мониторинг несанкционированного доступа и угроз, таких как появление несконфигурированных GOOSE- и SV-сообщений в сети;
 - мониторинг состояния синхронизации;
 - регистрация событий, вызванных любыми изменениями данных и флагов качества с записью предшествующего режима.

Данные мониторинга ЦПС, полученные «Теквел Парк», могут передаваться в систему сбора событий информационной безопасности (ИБ) для контроля за состоянием ИБ ЦПС.

ООО «МультиТек Инжиниринг» – технологическая компания в сфере информационной безопасности, авторизованный партнер ООО «Теквел» в Республике Беларусь.

В.Е. ШОЛОНИК,
генеральный директор
УП «МИНГАЗ»



ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В КОНТЕКСТЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Прибыль может быть получена только в результате преимущества, которое дает инновация, и поэтому исчезает, как только инновация превращается в рутину.
Йозеф Шумпетер (1883–1950)*

Цифровая трансформация в настоящее время рассматривается в качестве приоритетного направления развития экономики. Создать условия для развития инструментов цифровой экономики планируется в ходе реализации мероприятий Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы [1]. В ходе цифровой трансформации производственных процессов и управления предусматривается выполнение реинжиниринга и оптимизации бизнес-процессов отечественных предприятий с использованием передовых производственных технологий, соответствующих концепции «Индустрия 4.0». Однако, несмотря на оказываемую государством поддержку, запустить процесс трансформации и получить от него выгоду удастся далеко не всем. Одной из возможных причин является отсутствие научно обоснованных предложений и разработок.

Инновационные технологии как фактор эффективности экономики

Несмотря на различные предпосылки и используемые технологии, все прошедшие промышленные революции объединены одним – применением на практике новых комбинаций экономических ресурсов. По мнению экономиста Йозефа Шумпетера, процесс развития осуществляется посредством нахождения таких комбинаций [2].

В конкурентной экономике новые комбинации ресурсов побеждают в конкуренции со старыми, а субъект, который находит новое применение средствам производства и обеспечивает их использование, получает прибыль. Й. Шумпетер выделяет пять типов нововведений:

- создание нового товара (услуги);
- использование новых технологий и новой техники;
- освоение нового рынка сбыта;
- получение нового источника сырья или полуфабрикатов;
- новая промышленная организация.

В широком смысле под новыми комбинациями экономических ресурсов следует понимать не что иное, как инновации. При этом субъект, внедряющий их в свою производственную деятельность, начинает занимать монопольное положение на рынке, если эти инновации недоступны или труднодоступны для его конкурентов. В данном случае монополия, даже несмотря на ее временный характер, позволяет обеспечить более устойчивое финансовое по-

ложение за счет получения дополнительной выручки или снижения затрат. И в первом, и во втором случае происходит повышение эффективности экономики субъекта.

На основании вышеописанного подхода для цифровой трансформации экономики на современном этапе можно предложить специальный критерий экономического развития.

Любая экономическая деятельность, включая все виды бизнеса, может быть представлена как сеть актов взаимодействия, или транзакций, не только между отдельными людьми или организациями, но также между элементами бизнес-процессов или технических систем. С учетом этого цифровая трансформация позволяет (или должна – в зависимости от уровня зрелости применяемых



Дистанционная выдача задания слесарю

технологий и грамотности их применения) значительно (экспоненциально) изменять как минимум три характеристики транзакций: во-первых, снижать удельные издержки на их проведение, во-вторых, увеличивать объемы транзакций, в-третьих, повышать их надежность и удобство.

Для конкретизации трактовки понятия «цифровая трансформация», на наш взгляд, целесообразно использовать опыт партнеров Республики Беларусь по Союзному государству – в частности, России, где была проделана значительная работа по формированию терминологии и методологии в данной области. Так, Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации считает, что **цифровая трансформация** в интегрированном смысле этого слова, в частности, может касаться преобразования: бизнес-деятельности, бизнес-процессов, бизнес-модели, бизнес-экосистемы, управления бизнес-активами, организационной культуры, клиентов, работников и партнерских подходов [3].

При этом **цифровая экономика** – это конечное состояние, которое достигается в ходе последовательности цифровых трансформаций более мелких элементов. Важно отметить, что построение цифровой экономики не является самоцелью для отдельного предприятия. Потребность в цифровизации опреде-

ляется, как правило, наличием широкого комплекса проблем, задач, вопросов, в том числе связанных с повышением эффективности деятельности компании.

В УП «МИНГАЗ» в качестве базового элемента цифровой трансформации был принят бизнес-процесс.

Цифровизация бизнес-процесса предполагает его оптимизацию за счет внедрения цифровых технологий. Под оптимизацией подразумевается:

- уменьшение числа шагов с участием человека,
 - повышение качества и количества принимаемых решений,
 - увеличение интенсивности использования данных и обмена ими.
- Рассмотрим использование в УП «МИНГАЗ» новой модели информационно-коммуникационных технологий. Вектор движения компании к цифровизации задан в Концепции цифровой трансформации предприятия – основополагающем документе с горизонтом планирования на 10 лет, который определяет процессы, подлежащие модернизации, планируемые к использованию технологии и целевые параметры.

Принципы цифровизации бизнес-процесса

Первый процесс, трансформация которого проведена в УП «МИНГАЗ», – это деятельность по оказанию услуг населению в части ремонта и технического обслуживания газоиспользующего оборудования.

Исходные данные для моделирования выглядели следующим образом:

- 530 тыс. потребителей природного газа;
- 5 видов регламентных работ, проводимых с различной периодичностью;

- более 1000 видов услуг по ремонту газоиспользующего оборудования;

- более 50 наименований материалов, применяемых при оказании услуг;

- 20 единиц автотранспорта;

- 146 работников, выполняющих заявки.

Цифровая трансформация должна обеспечить своевременное проведение регламентных работ и выполнение заявочного ремонта в условиях эффективного использования ресурсов (трудовых, материальных).

На этапе постановки задачи были определены пять принципов цифровизации бизнес-процесса:

- актуальность;
- детализация;
- оптимизация;
- достоверность;
- оперативность.

Соблюдение этих принципов при проведении цифровой трансформации бизнес-процесса невозможно обеспечить исключительно за счет внедрения информационно-коммуникационных технологий. Для достижения наибольшего эффекта построение оцифрованного процесса должно сопровождаться организационными и функциональными преобразованиями.

Внедрение инновационной модели информационно-коммуникационных технологий

Реальные шаги по цифровизации отдельного бизнес-процесса в УП «МИНГАЗ» начались в октябре 2017 года. На первом этапе были выполнены организационные изменения, обеспечившие соблюдение принципов актуальности и детализации:

- выделено новое структурное подразделение – Сервисный центр;
- рабочие Сервисного центра переведены на сдельную форму оплаты труда;
- режим работы Сервисного центра изменен на 12/7;
- внедрено новое программное обеспечение – АИС «Бремин», которое позволило вести централизованный учет абонентов и установленного у них оборудования,

обеспечило взаимодействие с абонентами, планирование технического обслуживания, прием заявок и мониторинг их выполнения в реальном времени, а также детализацию и списание использованных материалов.

В качестве одного из приоритетов при оказании предприятием услуг населению рассматривается сдерживание роста тарифов. В этой ситуации обеспечить безубыточность процесса оказания услуг возможно только при эффективном использовании трудовых и материальных ресурсов.

С февраля 2020 года в производственных подразделениях УП «МИНГАЗ» действует логистический сервис, который позволяет:

- эффективно распределить дневное задание среди слесарей (необходимое количество исполнителей определяется с учетом их квалификации);
- построить оптимальный маршрут движения для каждого автомобиля;
- сократить время ожидания для потребителя и заранее информировать его посредством SMS-рассылки о расчетном времени выполнения работ.

Программная оптимизация исключила случаи недозагрузки работников и обеспечила снижение пробега автомобилей в расчете на одну заявку до 15 %, что в комплексе позволило увеличить производительность труда до 140 %. Учитывая сдельную форму оплаты труда на данных работах, рост эффективности позитивно отразился на заработной плате рабочих.

На первых этапах трансформации бизнес-процесса исходная информация о выполненной работе вносилась в учетную систему вручную с бумажного носителя. Это требовало значительных временных издержек. Кроме того, существовал значительный риск попадания в систему недостоверных сведений. Причины могли быть разными – от случайной ошибки работника из-за усталости до умышленного искажения информации. Для обеспечения ее достоверности необходимо было исключить лишние транзакции, связанные с ручным вводом данных в систему, а также ограничить возможность

некорректного выбора вида услуг из прейскуранта.

Решить эту задачу удалось благодаря использованию программных касс. На их основе был разработан программно-аппаратный комплекс, являющийся «гибридом» кассы и мобильного рабочего места сотрудника. Это значительно расширило возможности работников: они смогли получать задание дистанционно, видеть посредством интерфейса программной кассы всю информацию об абоненте и установленном оборудовании, отмечать ход выполнения работ, списывать материалы, выбирать виды работ, доступные для выполнения. Кроме того, программно-аппаратный комплекс позволил сократить бумажный документооборот и вносить информацию не вручную, а путем выбора из заранее сформированных справочников.

Благодаря тому, что автоматизированное рабочее место создано, по сути, на кассовом аппарате, прием оплаты за выполненные работы осуществляется без дополнительных манипуляций со стороны работника, а информация о них сразу поступает в информационные системы предприятия. В данном случае реализуется принцип оперативности.

Таким образом, мониторинг осуществляется на всех этапах процесса. Программно-аппаратный комплекс фиксирует необходимую информацию: где был работник, какую работу выполнял, какие материалы использовал, в каком размере и виде принял оплату. Вся первичная информация после выполнения работ отражается в учетных системах автоматически и не требует ручного внесения. Объем оказанных услуг и сам факт их оказания подтверждается кассовым чеком с детализированной информацией о выполненных работах и использованных материалах, который потребитель услуг получает на руки.

Эффективность цифровой трансформации

Несмотря на то что внедрение новых технологий требует значительных финансовых вложений, их применение окупает себя. Лучшим показателем экономической эффективности цифровой трансформации бизнес-процесса оказания услуг населению служат реальные результаты деятельности УП «МИНГАЗ».

За период с 2018 по 2020 год объем выполненных работ в денежном выражении возрос на 23,7 % в условиях сохранения тарифов на техническое обслуживание на одном уровне. При этом количество работников предприятия, задействованных в оказании услуг, сократилось с 189,7 до 174 человек, или на 8,1 %. Надо отметить, что оптимизация численности сотрудников происходила в рамках естественной текучести кадров, без сокращения персонала.



Использование программных касс при расчете с потребителем

К тому же в 2020 году при меньшей численности работников предприятием было оказано большее количество услуг, что кардинально изменило ситуацию с их окупаемостью: убытки в 2018 году сменились прибылью в 2020-м.

Экономический эффект, полученный за 2019–2020 годы в виде сокращения убытков от оказания услуг населению, по сравнению

с базовым 2018 годом составил более 950 тыс. рублей и значительно превысил затраты на цифровую трансформацию.

Выводы

Практика показала, что цифровая трансформация не только решает текущие задачи, но и закладывает основы для будущего развития. Внедренная УП «МИНГАЗ» модель цифровой трансформации дала следующие результаты:

- сокращение бумажного документооборота. Использование программной кассы с мобильным рабочим местом позволило подготовиться к внедрению ID-карт и обеспечить в перспективе возможность

подписания документов электронной цифровой подписью;

- минимизация времени ожидания клиентом выполнения заявки (сократилось с 4–6 ч до 2 ч);

- уменьшение риска ошибки в применении преискурантов и, как следствие, исключение переплат;

- повышение информированности клиентов (уведомление за день до производства работ об исполнителе и расчетном времени его прибытия, после выполнения заявки – о видах работ и израсходованных материалах);

- отсутствие роста тарифов на техническое обслуживание газоиспользующего оборудования на протяжении трех лет.

В итоге повысилась клиентоориентированность компании, которая

стала базовой ценностью. Внедрение разработанной специалистами УП «МИНГАЗ» модели цифровой трансформации позволило завершить построение на предприятии первого цифровизированного бизнес-процесса – оказания услуг населению.

Список литературы

1. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 02.02.2021 № 66 (ред. от 24.02.2021).
2. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия: пер. с англ. / Й.А. Шумпетер. – М.: Эксмо, 2008. – 864 с.
3. <https://digitech.ac.gov.ru/digital-transformation/>.

К СВЕДЕНИЮ

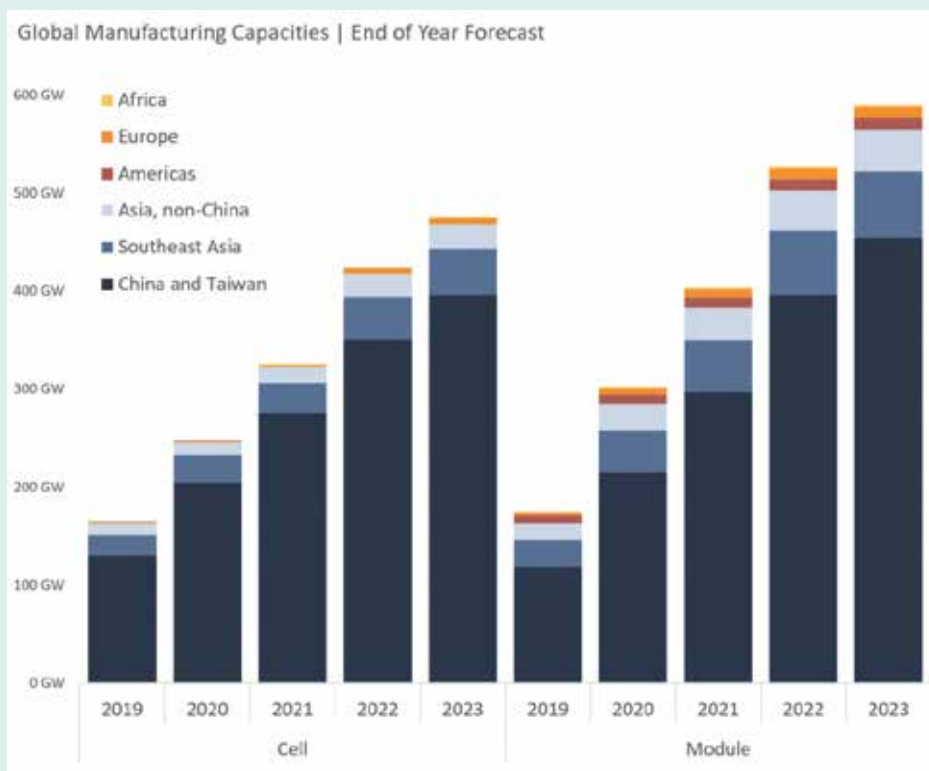
К КОНЦУ ГОДА МОЩНОСТИ ПО ВЫПУСКУ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ В МИРЕ ДОСТИГНУТ 400 ГВт

По данным американской консалтинговой компании Clean Energy Associates (CEA), глобальные производственные мощности по выпуску солнечных панелей к концу текущего года составят примерно 400 ГВт, по выпуску солнечных элементов (ячеек), из которых состоят модули, – 325 ГВт.

Ожидается, что ведущими производственными площадками останутся Китай и Тайвань – в 2021 году на них придется более чем 85 % мировых производственных мощностей по выпуску элементов и около 75 % – по выпуску модулей. Второй по величине площадкой является Юго-Восточная Азия (около 9 % и 13 % мощностей соответственно).

Поставщики кремниевых пластин, солнечных элементов и модулей сталкиваются с трудностями из-за постоянной нехватки поликремния и ростом цен на него, а также на сталь, алюминий и медь. Это приводит к повышению стоимости солнечных проектов, что, в свою очередь, обусловило снижение спроса на продукцию солнечной индустрии на большинстве рынков в первой половине 2021 года. Несмотря на эти вызовы, крупные игроки уже начали строительство мощных производственных комплексов.

В 2017 году установленная мощность мировой гелиоэнергетики превысила 400 ГВт. Сегодня солнечная индустрия способна построить сравнимые мощности всего за год.





Ю. А. ШЕЙКО,
начальник отдела энергоэффективности
и охраны окружающей среды УП «МИНГАЗ»

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОПРОВОДОВ В УП «МИНГАЗ»

УП «МИНГАЗ» активно использует в производственной деятельности инновационные и энергоэффективные технологии, современные материалы, оборудование и передовые технические решения. Предприятие прежде всего ориентируется на достижение максимального эффекта в области энергосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов, снижения издержек и повышения эффективности производства, экологии и охраны окружающей среды.

Реконструкция подземных газопроводов: вместо замены – санация

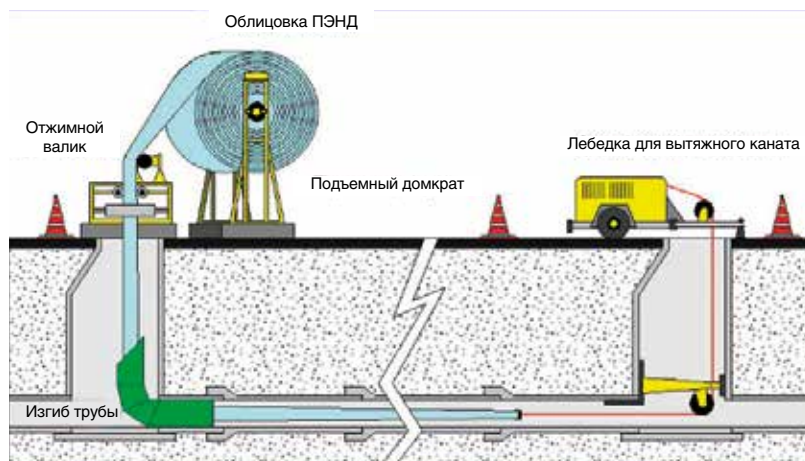
УП «МИНГАЗ» – первая в Беларуси газоснабжающая организация, применившая метод санации при реконструкции подземных газопроводов высокого давления. Инновационную технологию использовали во время капитального ремонта газопровода длиной 700 м по улице Смоленской в г. Минске.

Актуальность замены и реконструкции подземных газопроводов

обусловлена в первую очередь их фактическим износом: газификация населенных пунктов Беларуси началась еще в середине прошлого века. Необходимо учитывать, что организация работ по ремонту и частичной замене газопроводов в густонаселенных районах, особенно в крупных городах, весьма трудоемка. В частности, в местах интенсивного движения автотранспорта необходимо согласовывать не только проведение земляных работ, но и временные схемы проезда и действовать в сжатые сроки.

Применение метода санации значительно упрощает и удешевляет ремонтные работы. Основное преимущество метода – бестраншейная технология, при которой внутренняя поверхность трубопровода армируется специальным рукавом из полиэфирных и нейлоновых нитей, пропитанных полиэтиленом. Бесшовный кевларовый рукав протягивается в полость трубы на всю длину ремонтного участка и плотно фиксируется к внутренней поверхности трубопровода с помощью предварительно нанесенных клеевых составов (эпоксидной смолы) и давления воздуха (пара) или воды. Если магистраль теряет несущую способность, полимерный рукав самостоятельно выдерживает рабочее давление. Таким образом, санация продлевает жизнеспособность трубы на срок до сорока лет при минимальном объеме земляных работ.

Уникальность процесса реконструкции газопровода методом санации состоит в том, что обеспечивается точечный доступ к подземным коммуникациям без разрытия траншеи по всей длине ремонтируемого участка. Всего два котлована по его противоположным сторонам



Армирование полимерным рукавом внутренней поверхности трубопровода



Подготовка полимерного рукава к работе



Выполнение санации газопровода высокого давления в г. Минске

позволяют провести реконструкцию трубы максимально быстро и комфортно для окружающих.

Кроме того, к преимуществам санации в сравнении с традиционными способами перекладки газопроводов относятся:

- отсутствие необходимости в применении электроинструмента и сварочного оборудования, что минимизирует расходы электроэнергии и топлива;
- предотвращение утечек природного газа в процессе эксплуатации;
- минимизация затрат на проектирование и строительство за счет использования действующей ветки газопровода без ее демонтажа, в том числе частичного;
- уменьшение расходов на земляные и восстановительные работы;

- высокая скорость прокладки за счет точечного доступа к подземным коммуникациям;

- снижение общих затрат в четыре раза по сравнению с традиционными методами ремонта.

Сравнительный анализ объемов светлых нефтепродуктов (СНП) и электрической энергии, затрачиваемых при проведении работ методом санации и при традиционной перекладке поврежденного участка газопровода длиной 700 м, показал, что в первом случае расход СНП (бензин, дизельное топливо) снижается более чем в 9 раз, электрической энергии – более чем в 16 раз.

Помимо этого, был проведен анализ воздействия технологии на окружающую среду. Его результаты свидетельствуют, что при про-

изводстве работ значительно уменьшается количество образующихся отходов и максимально сохраняются почвенный покров и объекты растительного мира (см. таблицу).

Приведенная информация позволяет с уверенностью утверждать, что использование технологии санации является наиболее перспективным и эффективным способом реконструкции подземных газопроводов и с учетом значительного объема таких газопроводов в республике ее востребованность будет только расти.

Использование стоп-систем

Сегодня предприятием эксплуатируется более 6000 км газовых сетей. Рост их протяженности и, соответственно,

Анализ воздействия технологии санации на окружающую среду

Наименование воздействия	Ед. изм.	Метод санации	Демонтаж и прокладка газопровода
Отходы, в том числе:		15,82	652,52
– асфальтобетон от разборки асфальтового покрытия;	т	10,08	603
– бой бетонных изделий;		0,81	0,81
– поврежденные металлические конструкции и детали из железа и стали;		1,924	45,704
– бой железобетонных изделий		3,006	3,006
Воздействие на атмосферный воздух, в том числе за счет:		0,53174	2,47174
– расхода газа при вводе объекта в эксплуатацию;	т	0,29174	0,29174
– расхода СНП		0,24	2,18



Протягивание полимерного рукава в полость газопровода

объемов работ требует применения современных технологий, внедрения инноваций и совершенствования производственного процесса.

Большую долю в общем объеме работ занимают текущие и капитальные ремонты газопроводов, которые предполагают значительные затраты труда и ресурсов. Поэтому именно здесь наиболее активно оптимизируются производственные процессы и внедряются инновации. Примером тому служит использование стоп-систем Ravetti. Итальянская технология позволяет производить ремонтно-восстановительные работы на газопроводах без прекращения газоснабжения, что особенно актуально в отопительный сезон.

Традиционно ремонт и реконструкция газовых сетей, подключение потребителей, аварийные работы выполняются с обязательным прекращением подачи газа на требуемом участке. Как правило, его протяженность намного больше непосредственно ремонтируемого либо реконструируемого участка, что обусловлено расположением на линии запорных устройств, и провести ремонтные работы за одну рабочую смену не всегда возможно. При традиционном ремонте потребитель не получает энергоресурс, а «ненужный»

газ из трубопровода стравливается в атмосферу.

Применение стоп-систем, суть которых в использовании блокирующих устройств на поврежденных участках газопровода, существенно повышает производительность за счет минимизации трудовых затрат при выполнении подготовительных и основных работ: не требуется привлечения дополнительной бригады для контроля процесса работ на каждом конкретном участке газопровода, нет необходимости в информировании потребителей об отключении подачи газа, не нужен повторный запуск системы газоснабжения. Кроме того, практически исключена вероятность ошибок при проведении работ и минимизированы риски, связанные с выходом газа.

В 2020 году УП «МИНГАЗ» первым в республике приобрело новейшую стоп-систему, позволяющую выполнять врезки в газопроводы диаметром от 350 до 500 мм. Таким образом, существенно расширился диапазон ремонтных работ – сегодня эта технология применяется при ремонте наружных газопроводов высокого и среднего давления диаметром от 57 до 500 мм. Благодаря

уникальному оборудованию предприятие не только эффективно и оперативно выполняет производственные планы, но и оказывает содействие другим областным газоснабжающим организациям. В 2021 году были выполнены работы по замене задвижек на газопроводах высокого и среднего давления в Гомеле, Рогачеве,



Устройство котлована на месте производства работ по выполнению «холодной врезки»

Молодечно, заменены задвижки диаметром 500 мм в Полоцке, проведена переврезка газопровода того же диаметра в Гродно.

Практика подтвердила экономическую целесообразность использования стоп-систем. Инновационная технология позволяет экономить время, оптимизировать затраты труда и энергоресурсов. Так, снижение потерь природного газа при одной врезке в газопровод среднего или высокого давления в зависимости от диаметра и протяженности сети в среднем составляет от 3000 до 25 000 м³. Помимо экономической, важна и экологическая составляющая процесса: применение стоп-систем снижает выбросы в атмосферу загрязняющих веществ (метана и одоранта этилмеркаптана) за счет минимальных объемов стравливаемого газа. Необходимо также отметить, что применяемая на предприятии стоп-система универсальна и при необходимости позволяет производить работы на трубопроводах систем водоснабжения и тепловых сетей.



Процесс установки стоп-системы на газопроводе высокого давления



В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

Правильный выбор режима работы нейтрали электросети имеет существенное значение для защиты электротехнического персонала от поражения электротоком, предупреждения повреждений изоляции, вызываемых перенапряжением, обеспечения надежного срабатывания систем релейной защиты и автоматики при замыканиях на землю. Способ рабочего заземления нейтрали также во многом определяет режимы работы электроприемников, схемные решения системы электроснабжения, параметры и характеристики выбираемого оборудования и т.д. Предлагаем вниманию главных энергетиков предприятий статью, в которой рассматриваются основные преимущества и недостатки разных режимов работы нейтрали.

Если вас интересуют другие вопросы эксплуатации электро- или теплооборудования, пишите. Высококвалифицированные специалисты ответят вам на страницах журнала.

Тел.: 293-46-82
e-mail: 2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

Режимы работы нейтрали электрической сети: преимущества и недостатки

Преобразование, передача, распределение и потребление электроэнергии согласно законам электротехники осуществляются по симметричной трехфазной системе проводников. Симметричность системы достигается равенством фазных и линейных напряжений, распределением равномерной токовой нагрузки по фазам, одинаковым сдвигом фаз токов и напряжений.

При нарушении нормальных режимов работы систем электроснабжения (обрыв проводов, повреждение или пробой изоляции, перекрытие фаз сторонними предметами, некорректная работа коммутационных аппаратов при переключениях, ошибочные действия оперативного персонала и др.) симметрия работы трехфазной сети нарушается.

Несимметрия приводит к негативным последствиям – появлению токов обратной и нулевой последовательности, которые, в свою очередь, могут спровоцировать повреждение оборудования энергосистемы. Поэтому несимметрия в работе сети должна оперативно устраняться.

На быстродействие релейной защиты при аварийных режимах, в том числе при несимметричной работе сети, значительное влияние оказывает режим работы нейтрали сети (трансформатора). При одном из видов несимметрии – замыкании на землю (ЗНЗ) – происходит изменение значения напряжения между «землей» и фазами, образуются токи ЗНЗ, в сети возникает перенапряжение. Степень изменения симметрии также зависит от выбранного режима присоединения нейтрали сети.

Согласно п. 4.3.1.2 ТКП 339-2011 (02230) электроустановки в отношении присоединения нейтрали сети и требуемых мер электробезопасности делятся на четыре группы:

- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью (с большими токами ЗНЗ);
- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью (с малыми токами ЗНЗ);
- электроустановки напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью.

Соответственно, в практике используются три основных режима работы нейтрали сети (рабочего заземления): с глухозаземленной, эффективно заземленной и изолированной нейтралью.

Глухозаземленная нейтраль

Соединение обмотки трансформатора непосредственно с заземляющим устройством или через малое сопротивление образует глухозаземленную нейтраль (рис. 1). Системы с глухозаземленной нейтралью – это системы с большим током ЗНЗ. Участок сети, на котором произошло

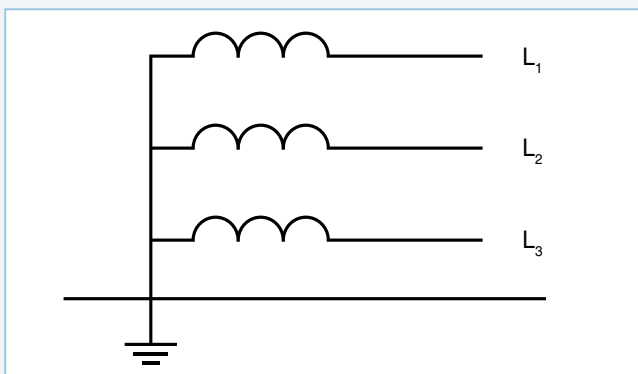


Рис. 1. Схема глухозаземленной нейтрали

замыкание, автоматически отключается аппаратами защиты. В сетях 0,22–0,4 кВ это отключение обеспечивает прежде всего защиту людей от поражения электротоком. В соответствии с требованиями раздела 4.3 ТКП 339 при данной схеме работы нейтрали должны заземляться все токопроводящие части оборудования.

Преимущества систем с глухозаземленной нейтралью:

- стабилизация потенциала нейтрали, предотвращение появления устойчивых заземляющих дуг и связанных с ними последствий;

- облегченная работа изоляции при ЗНЗ;
- четкая и надежная работа селективной защиты и др.

К **недостаткам** такой системы относятся:

- отключение поврежденного участка при однофазном ЗНЗ, что приводит к нарушению бесперебойного электроснабжения и, как следствие, к необходимости резервирования электроприемников типа АВР, АИЭ и т.п.;

- возникновение больших напряжений прикосновения и шага, вызываемых током однофазного ЗНЗ, что создает опасность для жизни и здоровья людей;

- значительные затраты на заземляющие устройства и др.

Изолированная нейтраль

Изолированной называется нейтраль обмотки трансформатора, не соединенная с заземляющим устройством или присоединенная к нему через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети (дугогасящие реакторы, резисторы), трансформаторы напряжения или другие устройства, имеющие большое сопротивление (рис. 2).

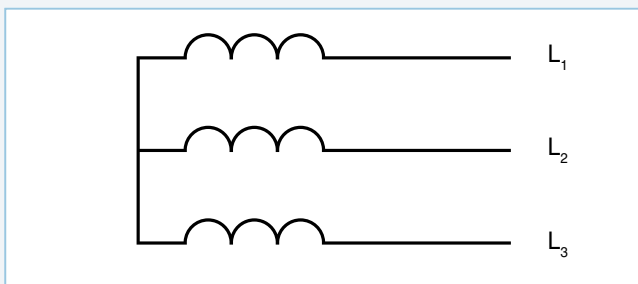


Рис. 2. Схема изолированной нейтрали

Электрические системы с изолированной нейтралью обеспечивают повышенную надежность работы электрооборудования, в том числе возможность его работы при однофазных ЗНЗ. Применение данной схемы обязательно в сетях

напряжением от 1 кВ до 35 кВ включительно, которые питают большие группы электроприемников и потребителей.

Применять режим изолированной нейтрали в сетях до 1 кВ допускается при повышенных требованиях к электробезопасности. В сети напряжением 110 кВ и выше применение этого режима экономически нецелесообразно, поскольку повышенное напряжение относительно «земли» требует усиления фазной изоляции оборудования и сетей.

Однофазное ЗНЗ в такой системе электроснабжения не приводит к аварийному отключению поврежденной линии, так как ток замыкания в этом случае довольно незначителен и в сетях напряжением до 35 кВ не способен поддерживать горение дуги.

При металлическом замыкании одной фазы («полная земля») напряжение на двух других возрастает до линейного, при этом электроснабжение потребителей не прерывается. Это основное достоинство режима изолированной нейтрали. Для сохранности трансформаторов при таком способе заземления класс напряжения изоляции нейтрали должен соответствовать классу напряжения изоляции линейных вводов.

Таким образом, к основным **преимуществам** изолированной нейтрали следует отнести:

- надежность электроснабжения (отсутствие необходимости в немедленном отключении при первом однофазном ЗНЗ);

- незначительный ток в месте повреждения (при малой емкости сети на «землю»).

Общими **недостатками** этого режима являются:

- возможность повреждения питающих кабелей других электроприемников из-за пробоев изоляции на других присоединениях вследствие дуговых перенапряжений;

- относительно длительное воздействие дуговых перенапряжений на изоляцию, приводящее к ее повреждению и снижению срока службы;

- необходимость выполнения изоляции электрооборудования на линейное напряжение относительно «земли»;

- определенная сложность выявления поврежденного участка;

- опасность поражения персонала и посторонних лиц электротоком при длительном ЗНЗ в сети;

- относительная сложность настройки работы релейных защит от однофазных замыканий (ток ЗНЗ зависит от количества включенных присоединений).

Эффективно заземленная нейтраль

Сетью с эффективно заземленной нейтралью считается электрическая сеть напряжением выше 1 кВ, в которой коэффициент ЗНЗ (отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и «землей» в точке ЗНЗ одной или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и «землей» в этой точке до замыкания) не превышает 1,4.

В системе электроснабжения с эффективно заземленной нейтралью заземлена часть нейтральных обмоток силовых трансформаторов (рис. 3). Однофазное короткое замыкание в таких сетях приводит к отключению поврежденного участка.

Ток замыкания проходит от места повреждения до ближайших заземленных нейтралей трансформаторов по «земле», распределяясь в соответствии с сопротивлением петли «фаза-нуль». К трансформаторам, нейтрали которых не заземлены, ток КЗ не поступает.

Если нейтраль трансформатора соединена с заземляющим устройством через дугогасящий реактор (индуктивное со-

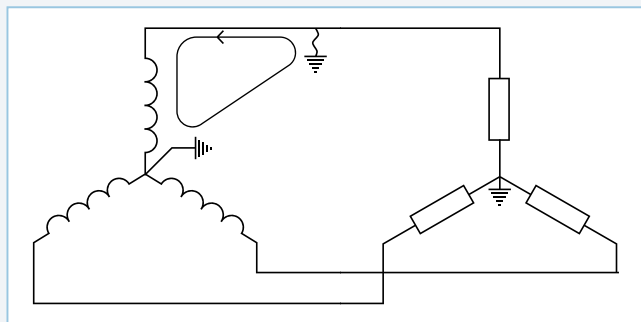


Рис. 3. Схема эффективно заземленной нейтрали

противление), компенсирующий емкостной ток сети, то такая схема заземления нейтрали называется **резонансно заземленной (компенсированной)**.

Дугогасящий реактор включается в нейтраль трансформатора по схеме, представленной на рисунке 4. При однофазном ЗНЗ в нем протекает индуктивный ток, который компенсирует емкостной ток в месте замыкания.

Токоограничивающие реакторы используются для ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях до значения, обеспечивающего термическую стойкость кабелей и коммутационных аппаратов.

При значительных емкостных токах в линиях до 35 кВ применяют дугогасящие катушки, подключаемые к нейтрали трансформаторов.

Преимуществами режима компенсированной нейтрали являются:

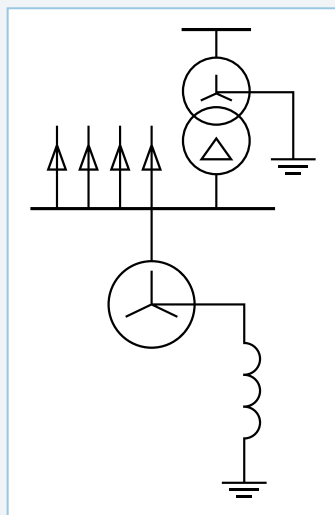
- отсутствие необходимости в отключении электрооборудования при однофазном ЗНЗ;
 - незначительный малый ток в месте замыкания (при условии настройки дугогасящего реактора в резонанс) и др.
- К **недостаткам** режима относятся:
- возникновение дуговых перенапряжений при некорректной настройке компенсации;
 - возможность повреждения питающих кабелей других электроприемников из-за пробоев изоляции на других присоединениях вследствие дуговых перенапряжений;
 - переход однофазного замыкания в двухфазное при некорректной настройке (расстройке) компенсации;
 - вероятность поражения электротоком персонала и посторонних лиц при длительном ЗНЗ;
 - сложность обнаружения места повреждения и настройки работы релейной защиты от однофазных замыканий из-за незначительных токов и др.

Если нейтраль трансформатора заземлена через резистор (активное сопротивление), то такая нейтраль называется **резистивно заземленной**.

Преимуществами данного режима являются:

- отсутствие дуговых перенапряжений и, как следствие, повреждений питающих кабелей других электроприемников

Рис. 4. Схема включения дугогасящего реактора



из-за пробоев изоляции на других присоединениях вследствие дуговых перенапряжений;

- отсутствие необходимости в отключении оборудования при однофазном ЗНЗ (только для высокоомного заземления нейтрали);
 - исключение феррорезонансных процессов и, как следствие, повреждений трансформаторов напряжения;
 - снижение вероятности поражения людей электротоком при однофазном замыкании, исключение возможности его перехода в многофазное (только для низкоомного заземления нейтрали);
 - «упрощенная» схема исполнения селективной релейной защиты от однофазных ЗНЗ, основанной на токовом принципе.
- Недостатками** резистивного заземления нейтрали являются:
- увеличение силы тока в месте повреждения;
 - необходимость отключения однофазных замыканий (только для низкоомного заземления) и др.

Выбор режима работы нейтрали

Учитывая тот факт, что около 70–80 % повреждений в электросетях приходится на однофазные КЗ со значительными величинами токов, влияние этих КЗ ограничивают следующим образом: часть нейтралей в сети оставляют незаземленной, увеличивая тем самым сопротивление петли замыкания и ограничивая однофазные токи КЗ. Общий баланс заземленных и незаземленных нейтралей рассчитывается исходя из условий селективной работы устройств РЗА и ограничения токов замыкания.

При выборе точек заземления существенное значение имеет ограничение перенапряжения на нейтральных обмотках при несимметричных повреждениях. На силовом оборудовании, как правило, класс напряжения изоляции нейтрали должен быть более низким относительно номинального напряжения обмоток высокого напряжения. Такая практика позволяет снизить затраты на изоляцию электрооборудования, что дает заметный экономический эффект.

Критерии выбора режима работы нейтрали в зависимости от класса напряжения трехфазной сети представлены в таблице.

Класс напряжения	Режим работы нейтрали	Критерий выбора
До 1 кВ	Глухозаземленная нейтраль	Защита персонала и населения от поражения электрическим током
От 1 кВ до 35 кВ	Изолированная нейтраль	Повышение надежности работы оборудования при несимметрии в сети
От 110 кВ и выше	Эффективно заземленная нейтраль	Снижение напряжения незамкнутых фаз относительно земли при ЗНЗ одной фазы и снижении расчетного напряжения изоляции

При выборе способа рабочего заземления нейтрали следует помнить, что режим ее работы оказывает существенное влияние на надежность электроснабжения, безопасность эксплуатации оборудования и режим работы энергосистемы в целом.

*Н.Н. Киселев, начальник ОЭГИ филиала
Госэнергогазнадзора по Гомельской области,*

*А.И. Васильева, инженер I категории ОЭГИ филиала
Госэнергогазнадзора по Гомельской области*

БЕЛАРУСЬ ВЗЯЛА КУРС НА ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

По итогам форума EnergyExpo 2021

С 12 по 15 октября в Минске при поддержке Министерства энергетики Республики Беларусь прошел юбилейный XXV Белорусский энергетический и экологический форум EnergyExpo. В этом году он приурочен к 90-летию Белорусской энергосистемы. В работе специализированных выставок «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро», «Технологии для нефтехимической отрасли», «АТОМЭКСПО-Беларусь», «ЭкспоСВЕТ», «Водные и воздушные технологии», «ЭкспоГОРОД» и XXV Белорусского энергетического и экологического конгресса приняли участие более 200 компаний и организаций из 7 стран.



Открывая форум, Министр энергетики Виктор Каранкевич отметил, что за годы своего существования EnergyExpo стал без преувеличения ключевым событием в сфере энергоэффективности и энергосбережения, диалоговой площадкой для представителей госорганов, энергетических компаний и научного сообщества.

Подтверждение тому – насыщенная деловая программа форума: конференции, круглые столы, семинары. Всего за три дня прошло более 15 мероприятий, на которых обсуждались основные направления развития энергетического комплекса. Большое внимание в ходе дискуссий уделялось возможностям укрепления потенциала отрасли за счет снижения потребления углеводородного сырья, развития атомной энергетики и внедрения современных технологий автоматизации и цифровизации.

Именно эти направления Министр назвал приоритетными для дальнейшего развития энергосистемы. Виктор Каранкевич отметил также, что Беларусь взяла курс на повышение энергоэффективности и энергосбережение. Благодаря вниманию Главы государства к этим вопросам и государственной поддержке данного направления энергоёмкость ВВП страны за последние 10 лет снизилась в 1,2 раза. Это существенный вклад в укрепление энергобезопасности, улучшение экологии, повышение качества жизни людей. Главенствующая роль в решении этих задач принадлежит атомной энергетике.

Реализация масштабного проекта по строительству БелАЭС не только гарантирует повышение энергетической

безопасности Беларуси, но и предоставляет качественно новые возможности для развития национальной экономики. С запуском двух блоков станции страна получит надёжный, экологичный источник энергии, который обеспечит около 40 % внутренних потребностей в электроэнергии. При этом выбросы парниковых газов будут ежегодно сокращаться более чем на 7 млн т. А это уже весомый вклад в работу по смягчению последствий изменения климата.

К слову, тема развития атомной энергетики широко обсуждалась в рамках деловой программы форума. Так, 12 октября прошел круглый стол «Экономические и экологические аспекты ядерной энергетики», в котором приняли участие представители Министерства энергетики, специалисты ГПО «Белэнерго» и непосредственно БелАЭС, а также гости из Венгрии, Египта и Турции. Модератором дискуссии выступила заместитель директора Департамента по ядерной энергетике Минэнерго Лилия Дулинец. Участники дискуссии отметили, что новый сектор энергетики – это инфраструктурный драйвер страны, который позволяет создать тысячи новых рабочих мест, развивать новые отрасли и совершенствовать социальную инфраструктуру. Сегодня, в отсутствие значимой альтернативы атому, БелАЭС позволяет создать в республике мощнейший энергетический потенциал. Все спикеры обратили внимание на высокий уровень безопасности атомной станции, который соответствует всем нормам МАГАТЭ и обеспечивается самыми современными технологическими решениями.



Говоря об инновациях в энергетике, нельзя не упомянуть о строительстве первой в стране цифровой подстанции 330 кВ «Могилев», которую Министр энергетики привел в качестве примера внедрения автоматизации и цифровизации на предприятиях Белорусской энергосистемы. Отвечая на вопросы журналистов, Виктор Каранкевич подчеркнул, что использование цифровых технологий позволило значительно снизить эксплуатационные и трудовые затраты, повысив при этом надежность электроснабжения.

Министр также ознакомил представителей СМИ со статистикой роста электропотребления в стране: за 8 месяцев 2021 года его объем в Беларуси вырос на 1,8 млрд кВт·ч по сравнению с аналогичным периодом 2020 года (с 24,6 млрд до 26,4 млрд кВт·ч). При этом реальный сектор экономики за счет реализации межотраслевого комплекса мер по увеличению электропотребления обеспечил прирост в 1,1 млрд кВт·ч. Объем потребления электроэнергии населением за указанный период составил 200 млн кВт·ч, еще 500 млн кВт·ч – это объем потребления электроэнергии в энергосистеме.

Отдельно Виктор Каранкевич остановился на работе Министерства энергетики по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Так, за последние пять лет экономия топливно-энергетических ресурсов в организациях Минэнерго составила почти 1,1 млн т у.т., что позволило заместить около 1 млрд м³ природного газа. В энергосистеме реализуются проекты по повышению энергоэффективности действующих энергетических мощностей с внедрением инновационных технологий и выводом из эксплуатации уста-

ревшего оборудования, максимальному вовлечению в топливно-энергетический баланс страны собственных ТЭР. Особое внимание уделяется снижению потерь в электроэнергетике – за 2020 год удельный расход топлива на производство электроэнергии снизился на 2,2 г/кВт·ч.

В ходе форума Министр энергетики ознакомился с экспозициями предприятий и организаций Минэнерго, чьи достижения были представлены на объединенном стенде министерства (ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», Госэнергогазнадзор, РУП «Белорусская атомная электростанция»), филиалов отраслевых объединений, презентовавших самостоятельные экспозиции. На выставке также демонстрировали свою продукцию и разработки ведущие предприятия промышленности Беларуси и известные мировые бренды, в том числе «Росатом», Siemens, Honeywell и др.

Следует отметить, что стенды предприятий Минэнерго пользовались популярностью как у специалистов отрасли, так и у рядовых посетителей выставки, которых было немало. Привлечению их во многом способствовало широкое использование в экспозициях тренажеров, динамических макетов и других интерактивных элементов.

Главная ценность форума для работников энергетической отрасли заключалась в его научно-практической составляющей. В конференц-залах, куда после официальной части переместился фокус внимания участников выставки, на протяжении трех дней обсуждалось наиболее актуальные для отрасли темы – от перспектив ядерной энергетики до развития электротранспорта, отечественные образцы которого также были представлены на выставке. Особый интерес вызвали вопросы цифровизации производственного, топливно-энергетического и нефтехимического комплексов Республики Беларусь.

В дни форума состоялся конкурс инновационных и стартап-проектов Belarus ENERGY Award 2021, были подведены итоги Республиканского конкурса «Лидер энергоэффективности 2021».

Мероприятия проходили в форматах круглых столов, конференций, диалогов и дискуссий, где каждый мог высказать свое видение обсуждаемой проблематики, что, безусловно, повысило продуктивность и практическую значимость деловой программы. Форум стал одним из главных событий года в энергетической сфере республики.



Владимир ВЕРЕНИЧ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ ОРГАНИЗАЦИЙ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

В первой части статьи были рассмотрены итоги анкетирования свыше 500 работников организаций ГПО «Белэнерго» на предмет подверженности воздействию производственных факторов (шум, вибрация, высокие и низкие температуры, риск травмирования и др.), оказывающих прежде всего физическое влияние на человека. В продолжении публикации приводятся результаты опроса о влиянии на состояние здоровья работников психосоциальных и организационных факторов.

Часть 2

Психосоциальные факторы

В настоящее время большое внимание уделяется состоянию не только физического, но и ментального здоровья персонала. Влияние на психологическое самочувствие работников оказывает ряд факторов, в том числе напряженность трудового процесса и качество организации труда. Показателем неполного ментального благополучия могут быть проявления тревоги, нервозности, эмоционального выгорания, проблемы со сном, расстройства поведения, депрессия и др. В связи с этим при анкетировании была выделена особая группа факторов риска, негативное воздействие которых следовало оценить респондентам, – психосоциальные факторы.

Вопросы по данному направлению были сгруппированы в несколько блоков. Во-первых, предлагалось оценить следующие характеристики рабочего процесса: напряженность, интенсивный темп работы, сложность выполняемых задач, нехватка времени. Распределение ответов на вопросы этого блока между группами УО «Минский государственный энергетический колледж» (МГЭК), ОАО «Белэнергоремналадка» (БЭРН), филиалы «Минские электрические сети» (МЭС) и «Минская ТЭЦ-3» (ТЭЦ-3) РУП «Минскэнерго» представлено на рисунке 1.

Наибольшее влияние (высокая степень воздействия) такого фактора, как нехватка времени, было отмечено в группах БЭРН (58,7 %) и МГЭК

(более 52 %). На интенсивный темп работы указывали сотрудники ТЭЦ-3 (53,1 %), МГЭК (49,3 %) и МЭС (более 48 %). Напряженность труда и сложность выполняемых задач часто встречались в ответах работников ТЭЦ-3 (51,6 % и 49,6 % соответственно).

Во-вторых, оценивалось влияние таких факторов, как плохая организация труда (нечеткие, противоречивые команды), невозможность улучшить рабочий процесс (реализовать собственные идеи, которые помогли бы лучше работать), отсутствие понимания и поддержки начальства (рис. 2). Чаще всего опрошенные указывали на неудовлетворительную организацию труда, в частности, ее отметили 47,83 % работников БЭРН. В данной группе также акцентировали проблему отсутствия поддержки со стороны начальства – ответ «да, часто» составил 44,4 %, что на порядок выше результатов в других группах.

Таким образом, можно констатировать, что работники нередко испытывают воздействие неблагоприятных психосоциальных факторов непосредственно на рабочем месте.

Обобщенные данные по оценке работниками ГПО «Белэнерго» психосоциальных факторов риска представлены на рисунке 3. Ведущими по степени воздействия на работников остаются такие взаимосвязанные факторы, как нехватка времени (52,1 % от общего числа опрошенных) и интенсивный темп работы (49,3 %).

В.В. САРАНЦЕВ,

к.т.н., доцент,
директор Учебного центра
подготовки и повышения
квалификации персонала
РУП «Минскэнерго»

Т.М. РЫБИНА,

к.м.н., доцент, начальник отдела
управления профессиональными
рисками и охраны
профессионального здоровья
РЦОТ Минтруда и соцзащиты

А.В. ДЕШКЕВИЧ,

ведущий специалист отдела
управления профессиональными
рисками и охраны
профессионального здоровья
РЦОТ Минтруда и соцзащиты

Т.М. СУШИНСКАЯ,

ведущий специалист отдела
управления профессиональными
рисками и охраны
профессионального здоровья
РЦОТ Минтруда и соцзащиты

А.Л. РЫБИНА,

ведущий специалист отдела
управления профессиональными
рисками и охраны
профессионального здоровья
Минтруда и соцзащиты

В.А. ГОРАНИН,

начальник отдела надежности,
охраны труда, пожарной
и промышленной безопасности
Минской ТЭЦ-3

Д.О. НЕСТЕРОВ,

заместитель начальника
отдела надежности, охраны труда,
пожарной и промышленной
безопасности Минских
электрических сетей

А.А. НОВИКОВ,

к.т.н., доцент, директор
Минского государственного
энергетического колледжа

Организационные факторы

В следующем блоке анкеты предлагалось оценить утверждения, позволяющие охарактеризовать уровень организации работы по охране

труда (ОТ) на предприятии. Наиболее актуальными оказались следующие утверждения:

- безопасность и здоровье сотрудника важны так же, как качество и производительность труда;

• сотрудники оказывают влияние на выбор средств индивидуальной защиты (СИЗ);

• при оснащении рабочих мест обращается внимание на потребности и возможности сотрудников;

Рис. 1. Оценка работниками ГПО «Белэнерго» подверженности воздействию психосоциальных факторов (характеристики рабочего процесса)

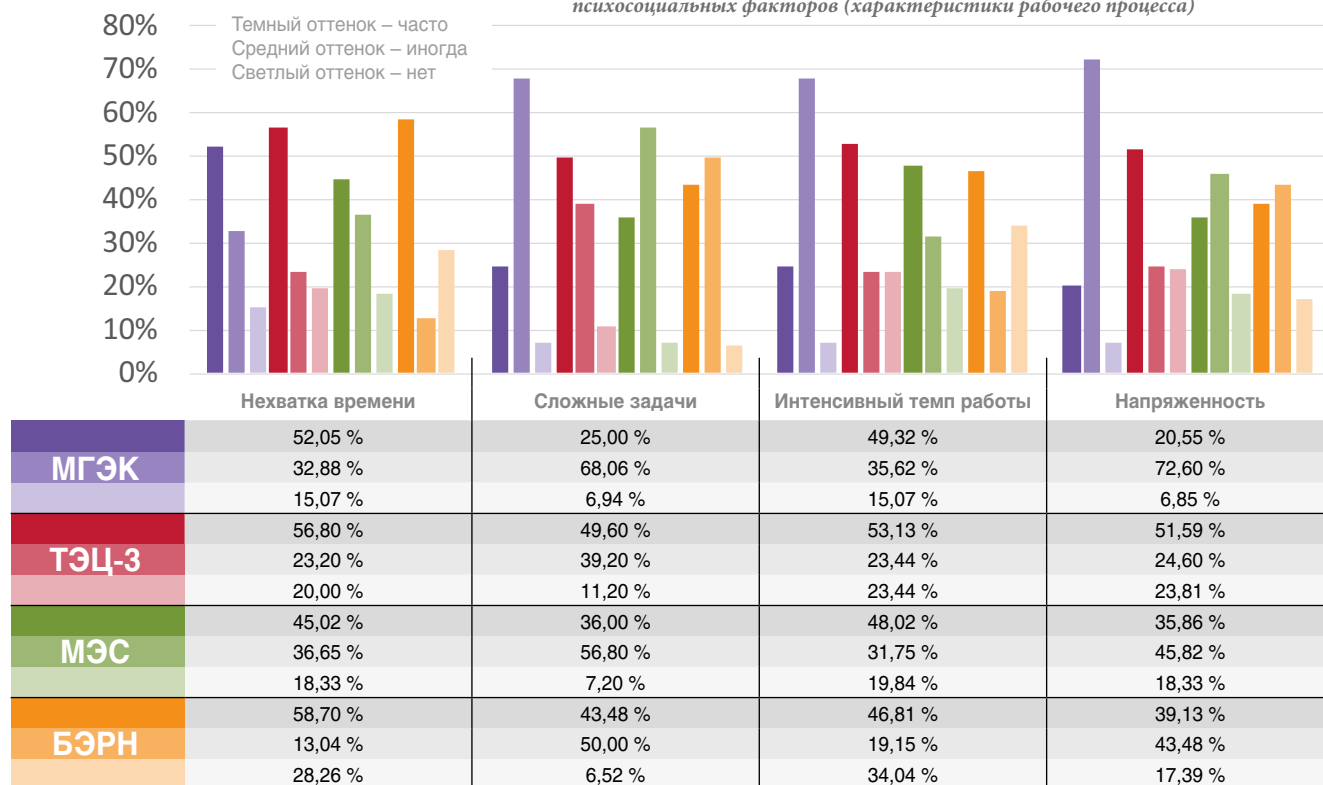


Рис. 2. Оценка работниками ГПО «Белэнерго» подверженности воздействию психосоциальных факторов (уровень организации труда и взаимодействия с руководством)

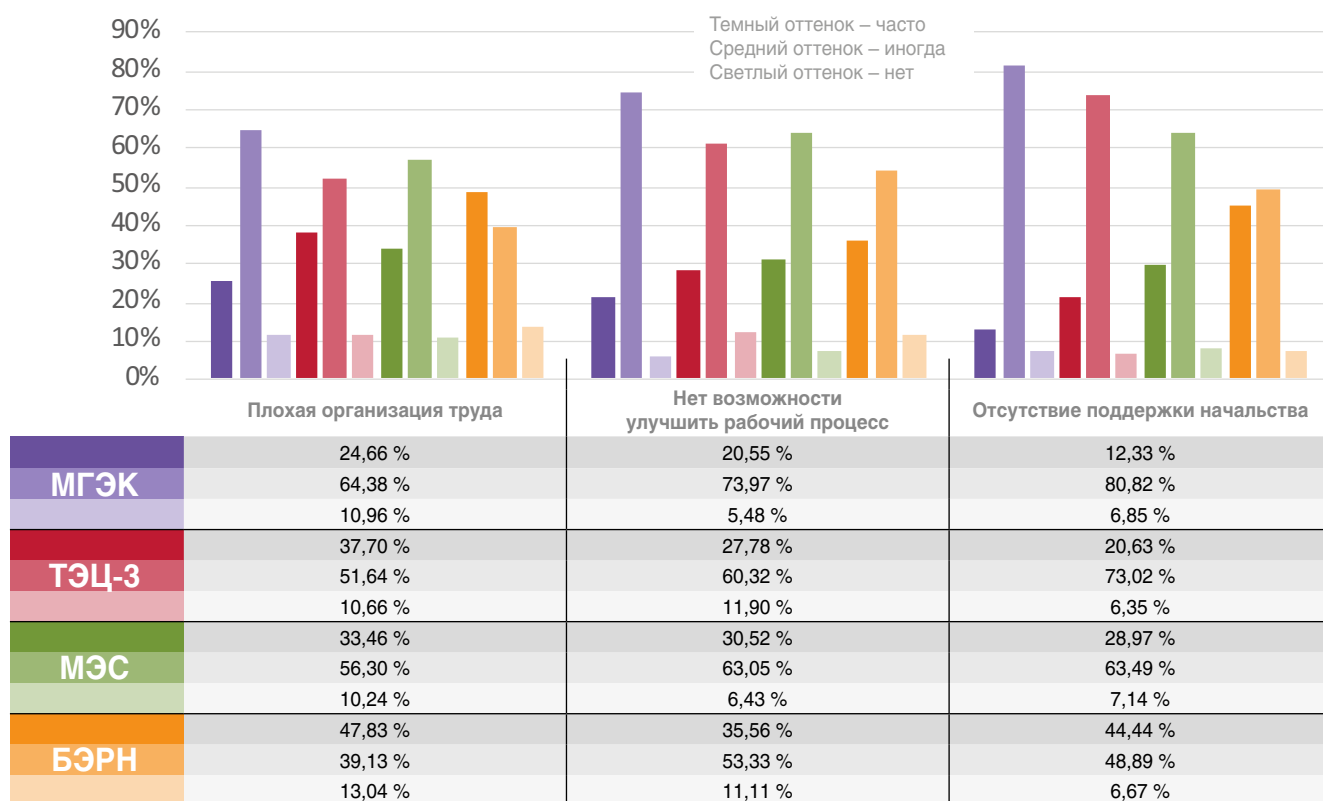
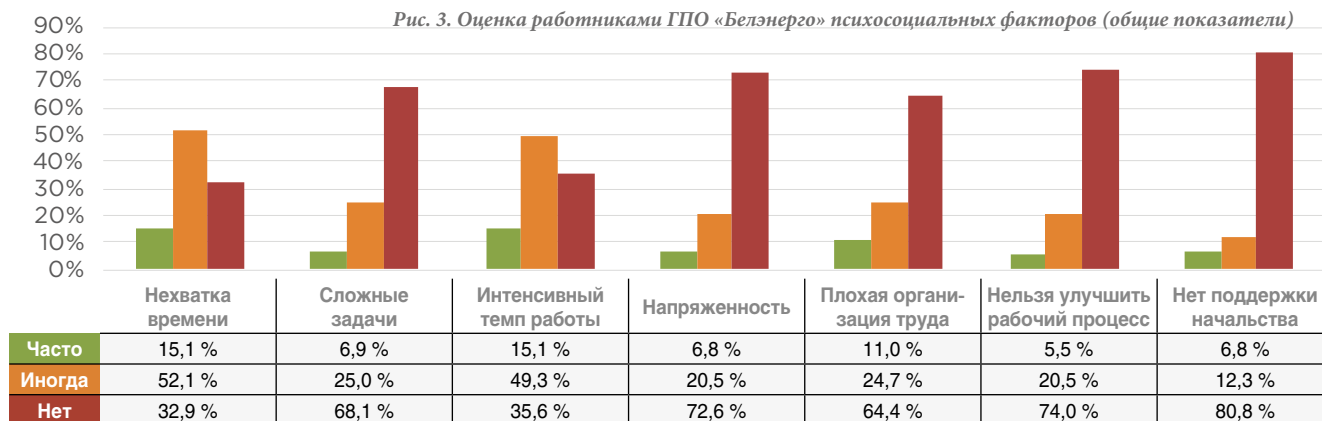


Рис. 3. Оценка работниками ГПО «Белэнерго» психосоциальных факторов (общие показатели)



- сотрудники обеспечиваются хорошей медицинской помощью;
- деятельность профсоюзов оказывает влияние на безопасность труда.

Более 80 % опрошенных ответили утвердительно на вопрос о важности безопасности и здоровья сотрудников, что свидетельствует о хорошей организации работы службы ОТ.

Возможность повлиять на выбор СИЗ подтвердили более чем 65 % опрошенных («скорее да» – 32,7 %, «да» – 32,9 %). Это свидетельствует о внимательном отношении руководства и службы ОТ к здоровью персонала и понимании важности правильного и комфортного использования средств защиты. При этом следует отметить, что до 20 % работников считают, что указанная возможность не реализуется в полной мере. Каждый шестой из общего числа респондентов думает, что при оснащении рабочих мест обращается недостаточно внимания на потребности и возможности сотрудников.

Около 50 % опрошенных работников ГПО «Белэнерго» указывают на возможность получения хорошей медицинской помощи. В то же время на вопрос о влиянии на безопасность и охрану здоровья деятельности профсоюзов положительно ответили до 32 % респондентов, что может

указывать на необходимость более целенаправленной и интенсивной работы в этом направлении.

Следует отметить, что более 60 % опрошенных отметили доступность профильной службы и руководства в случае необходимости решения вопросов безопасности труда, то есть у работников нет причин скрывать те или иные негативные явления, связанные с производственными факторами риска, что позволяет своевременно принимать необходимые меры в сложившихся нестандартных ситуациях.

Высокий процент утвердительных ответов получен во всех группах по следующим пунктам: руководство обращает внимание на применение СИЗ и обсуждает проблемы с сотрудниками (от 40 % и выше); хорошо организовано обучение по вопросам ОТ (43–54 %); сотрудники получают ответы на интересующие вопросы по ОТ, проходят обучение по использованию СИЗ (50,7–64 %), знают свои права и обязанности (53–61 %), без опаски могут сообщить о проблемах руководству (57–67 %), хорошо информированы о профессиональных рисках (58–75 %).

Что касается оценки работниками предприятий ГПО «Белэнерго» состояния собственного здоровья,

то более 20 % опрошенных считают себя здоровыми, из них наиболее высокий процент отмечается в группах ТЭЦ-3 (43,3 %) и МЭС (44,9 %) (рис. 4). При этом во всех профессиональных группах более половины респондентов довольны своей работой, что соответствует международным данным (доклад Klaudio Colossio, конгресс «Профессия и здоровье», Санкт-Петербург, 2017).

Из распространенных факторов риска наиболее значимым в рассматриваемой профессиональной группе оказалось курение. Факт курения в настоящем признали более 34 % (в прошлом – более 32 %) опрошенных в группах ТЭЦ-3, МЭС и БЭРН и почти 15 % (около 19 %) в группе МГЭК (рис. 5). Очевидно, что это представляет серьезную проблему и требует разработки и внедрения корпоративных программ по отказу от курения для работников.

Информация, полученная по данным анкетирования, может быть использована для анализа ситуации в различных организациях ГПО «Белэнерго» и определения наиболее важных направлений работы по совершенствованию системы управления и охраны труда в целом.

Рис. 4. Оценка работниками ГПО «Белэнерго» состояния собственного здоровья

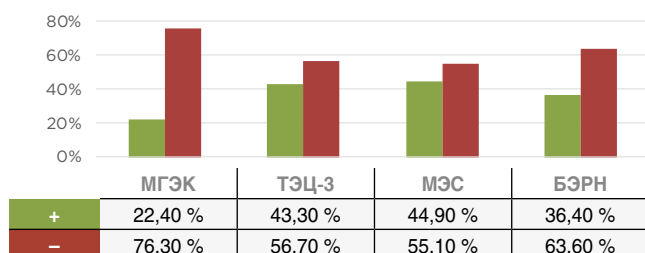
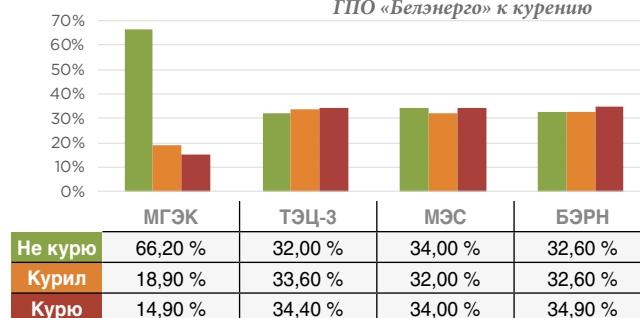


Рис. 5. Отношение работников ГПО «Белэнерго» к курению



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



М.П. АГРИЗКО,
психолог филиала «Гомельская ТЭЦ-2»
РУП «Гомельэнерго»



ПРАКТИКА РАБОТЫ ПСИХОЛОГОВ РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО» ПО ИТОГАМ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ В ОРГАНИЗАЦИИ

Анализ серьезных аварий в энергетике, промышленности и на иных производствах показывает, что основной их причиной является «нездоровая», несформированная культура безопасности на предприятии. В статье рассмотрены психологические причины формирования такой ситуации, общие принципы мотивации работников на соблюдение правил безопасности, а также алгоритм проведения коррекционных мероприятий после случаев производственного травматизма, разработанный психологами РУП «Гомельэнерго».

Для формирования здоровой культуры безопасности недостаточно просто следовать инструкциям, знать, что и как делать, хотя и это очень важно, – нужно понимать, почему необходимо делать именно так.

Для развития культуры безопасности требуется, чтобы работники полностью понимали ее значение для работы, которую выполняют, и были готовы к потенциальным

проблемам. Зону «бескультурия», в свою очередь, нужно оперативно выявлять и подвергать особенно тщательному анализу – как зону риска возникновения различных нештатных ситуаций.

Основные виды последствий нарушения правил безопасности – физические (травмы) и юридические (санкции), однако существуют и психологические последствия. Причины таких нарушений также лежат в об-

ласти психики. Поэтому важно мотивировать персонал на сознательное, а не формальное соблюдение дисциплины и правил безопасности.

Быть дисциплинированным – это значит:

- знать правила безопасности, так как незнание не освобождает от ответственности;
- понимать эти правила, поскольку их непонимание может привести к ошибкам при выполнении заданий;
- принимать правила, хотеть их соблюдать, так как обратное приводит к последствиям физического и юридического характера;
- соблюдать правила всегда и везде, не надеяться на случай, когда есть понятная закономерность развития нештатных ситуаций, в том числе приводящих к травматизму;
- требовать от других соблюдения правил безопасности на работе.

Психологический аспект производственного травматизма

При физическом травмировании одного человека психологическую травму получают не только он сам и непосредственные участники событий, но и многие другие. Во-первых,



Таблица 1. Мероприятия по психологическому сопровождению работников после несчастного случая

Мероприятие	Участники	Срок с момента происшествия
Проведение краткого психологического обследования для оценки текущего состояния работников	Участники нештатной ситуации	В первую неделю после происшествия
Анализ особенностей поведения участников нештатной ситуации с учетом их психологической характеристики	Директор филиала, руководители головного предприятия (РУП-облэнерго)	Сразу после происшествия
Оказание экстренной психологической помощи в соответствии с реакцией персонала на нештатную ситуацию (алгоритм выхода из стресса на рабочем месте)	Участники нештатной ситуации	Сразу после происшествия
Краткое консультирование с целью определения степени влияния ситуации на психологическое состояние участников нештатной ситуации, выработка стратегии дальнейшей работы	Участники нештатной ситуации, руководители подразделения, члены семей пострадавших	В течение первых трех дней после происшествия
Проведение собрания коллектива с целью информирования о происшествии на производстве, разъяснения стадий процесса переживания травмирующей ситуации, а также выработки стратегии дальнейшей работы	Персонал подразделения, где произошел несчастный случай, коллектив филиала. Спикеры: директор филиала, заместитель главного инженера по работе с персоналом, руководитель подразделения, психолог	В течение первой недели после происшествия
Консультативные сессии	Персонал подразделения	В течение первого месяца после происшествия
Семейное консультирование	Члены семей пострадавших	По запросу
Проведение тренингов с целью коррекции постстрессового, кризисного состояния	Персонал подразделений, бригад, руководители подразделения	В течение двух месяцев после происшествия
Повторная диагностика для изучения влияния травмирующей ситуации на личность, оценка динамики коррекции по результатам повторной диагностики	Участники нештатной ситуации	Не ранее чем через год после происшествия
Психологическое просвещение: размещение информации на стендах, распространение буклетов о влиянии постстрессовых расстройств и способах восстановления	Персонал филиала	В течение года после происшествия

это семья пострадавшего, во-вторых – коллеги, затронутые происшествием, в-третьих – все работники предприятия, где произошел несчастный случай (самая многочисленная группа). Каждый человек переживает психологическую травму по-своему, и далеко не все способны справиться с сильным стрессом самостоятельно.

Для того чтобы нивелировать негативное влияние физической травмы на психику персонала, в РУП «Гомельэнерго» проводится обязательная отработка психологической травмы с сотрудниками подразделения, где произошел несчастный случай. При этом с учетом психологических характеристик участников анализируется каждое происшествие, приведшее к травматизму по вине персонала, и разрабатываются соответствующие профилактические меры для предупреждения аналогичных случаев в системе всех филиалов предприятия.

По итогам работы со случаями травматизма в организации психологами филиалов РУП «Гомельэнерго» в январе 2017 года был утвержден практический алгоритм коррекции

онных мероприятий в отношении участников таких событий (см. таблицу 1).

Цель мероприятий – снижение влияния травмирующих переживаний участников происшествия и персонала филиала, задачи – оказать психологическую помощь участникам происшествия, обучить методам нормализации постстрессовых состояний, сформировать понимание травмирующих переживаний и их психологических закономерностей, оптимизировать психологический климат для сплочения коллектива.

Приведем пример психологического анализа несчастного случая на производстве.

Электромонтер по обслуживанию электрооборудования электростанций К. получил термический ожог лица и кистей рук (I, II и III степеней), попав под пламя вольтовой дуги. Срок нетрудоспособности травмированного сотрудника составил полтора месяца – К. стационарно лечился в ожоговом отделении. С 27 января 2021 года он был переведен на нижестоящую должность и после прохождения переподготовки рабочих при-

ступил к полноценной работе. Таким образом, потерпевший не только получил физические увечья, но и понес материальные убытки.

Раннее исследование компонентов культуры безопасности на предприятии показывает, что компонент «вовлечение сотрудников в обеспечение безопасности» недостаточно сформирован, поэтому после описанного несчастного случая было принято решение провести интервью с пострадавшим, чтобы увидеть ситуацию с его позиции, описать его эмоции и переживания. Цель интервью – разъяснить сотрудникам психологические причины несчастного случая.

Зачастую после происшествия работники чувствуют свою растерянность, ощущение вины, желание повернуть время вспять. В беседе работник признал свою ответственность за случившееся, а основной причиной происшествия назвал поспешность своих действий в ситуации, когда его никто не торопил и было достаточно времени для выполнения задания. Другими словами, сработал пресловутый человеческий фактор. Детальный

психологический анализ показал, что несчастный случай произошел в момент, когда человек находился в состоянии расслабленности, самоуспокоенности, полной уверенности в своих профессиональных навыках. Это привело к подавлению сомнений, «доверчивости» по отношению к оборудованию – самым опасным эмоциональным состояниям на производстве, вследствие которых теряется бдительность и возрастает вероятность ошибок.

Приступая к выполнению задания, важно настроить себя на рабочее состояние. Это значит оставаться заинтересованным и одновременно настороженным, проявлять сомнения, использовать критическое мышление и аналитический подход на всем протяжении выполнения работ – другими словами, постоянно находиться в рабочем тонусе. В интервью пострадавший признался, что после происшествия он стал более внимательно относиться к своим действиям, перепроверять их по несколько раз, избегать спешки.

Личная ответственность как составляющая культуры безопасности

Опираясь на анализ нештатных ситуаций в РУП «Гомельэнерго», можно сделать вывод, что существуют факторы, напрямую влияющие на уровень травматизма в организации, – это осознание личной ответственности и отношение работников к дисциплине. Чаще всего предпосылкой несчастных случаев становится формальная (вынужденная)



ответственность. В таблице 2 приводятся признаки поведения, основанного на внутренней и формальной ответственности, а также безответственного поведения сотрудников.

Чтобы избежать проявлений формальной ответственности и механического выполнения работы, психологи РУП «Гомельэнерго» рекомендуют нацеливать персонал на следование принципу **STAR**:

S – STOP (остановись): перед выполнением ответственной работы необходимо сосредоточиться на задании и оценить свою готовность к его выполнению.

T – THINK (подумай): работник должен убедиться, что ему понятно задание и его цель; вспомнить, выполнял ли он его раньше и какие проблемы при этом возникали; проанализировать, достаточно ли у него знаний, возможностей, времени

для выполнения работы; предусмотреть возможные осложнения в ходе работы.

A – АСТ (действуй): нужно действовать согласно процедуре; следить за оборудованием, его параметрами, регистрировать все изменения и отклонения; при возникновении проблем остановить работу и обратиться за помощью.

R – REWIEW (проверь): необходима оценка проделанной работы, подтверждающая, что результат совпал с целью задания; работник должен оценить свои действия, сообщить о выполнении задания руководителю и сделать соответствующие записи, передать свои наблюдения руководству и коллегам.

Соблюдение каждым работником данного принципа при выполнении работ, влияющих на безопасность, может стать последним барьером на пути к возможному несчастному случаю.

Таблица 2. Признаки поведения сотрудников с точки зрения ответственности

Внутренняя (личная) ответственность	Формальная (вынужденная) ответственность
• Человек отвечает за свои действия прежде всего перед собой. • Он делает что-либо, потому что считает нужным это сделать, и несет ответственность за все последствия своих действий, как позитивные, так и негативные. • Он признает тот факт, что от него зависел ход событий, что он мог его изменить, но осознанно выбрал именно этот вариант действий. • Он полностью присваивает себе результат своих действий.	• Человек отвечает за свои действия прежде всего перед другими людьми. • Он делает что-либо, потому что ему сказали это сделать, и не чувствует внутренней личной ответственности за последствия своих действий. • Он не признает тот факт, что от него зависел ход событий и что он мог его изменить. • Как следствие, если что-то не получилось, он либо ищет виноватых, либо оправдывается, либо отрицает негативные последствия.
Безответственность: человек сознательно не выполняет взятые на себя обязательства, не делает того, что обещал, даже если его контролируют.	

Список литературы

1. Мельницкая, Т.Б. Социально-психологические проблемы жизнедеятельности и стрессовые реакции населения в отдаленном периоде после аварии на Чернобыльской АЭС: монография / Т.Б. Мельницкая, В.Ю. Рыбников, А.В. Хавыло. – СПб.: Политехника-Сервис, 2015. – 148 с.
2. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты. Издание 2007 года. – Международное агентство по атомной энергии. – Вена, 2008. – 303 с.

Е.В. БОГДАН,
инженер по наладке тепломеханического
оборудования группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



А.Н. ДУБРОВЕНСКИЙ,
ведущий инженер-программист
группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ТУРБИН

Аннотация

В статье проанализированы проблемные вопросы построения оптимизационных моделей тепловых электрических станций с учетом технических особенностей теплофикационных турбин, в том числе оценка временной сложности (трудоемкости) алгоритмов расчета топливной характеристики ТЭС для включения ее в оптимизационную модель энергосистемы.

Annotation

The article analyzes the problematic issues of constructing optimization models of thermal power plants, considering the technical features of co-generation turbines, including the assessment of the time complexity (labor intensity) of algorithms for calculating the fuel characteristics of a thermal power plant to include it in the optimization model of the power system.

Статья поступила в редакцию 28 июля 2021 года

Ввод в эксплуатацию двух энергоблоков БелАЭС непосредственно скажется на изменении базовой части графика электрических нагрузок – возникнет необходимость эффективного покрытия пиковой мощности и оптимизации распределения нагрузок как между ТЭС энергосистемы, так и между отдельными агрегатами их генерирующего оборудования.

Из всех генерирующих мощностей ТЭС, для которых базовый режим работы в зимний период является естественным, только половина сможет работать в базовой части суточного графика электрической нагрузки энергосистемы, остальная часть должна быть переведена в маневренный полупиковый режим с ежесуточной разгрузкой отборов теплофикационных турбин непосредственно на котлы ТЭС или другие теплоисточники. Полупиковый режим работы ТЭС (с глубоким снижением электрической мощности) оправдан в перспективе при исчерпании технических возможностей по разгрузке КЭС. Оптимизация режимов этих ТЭС имеет свои особенности ввиду сложности проведения оптимизационных расчетов загрузки теплофикационных турбоагрегатов.

При больших тепловых нагрузках мощность конденсационного потока мала, соответственно, и маневренные возможности теплофикационной турбины в пределах ре-

гулировочного диапазона ограничены. Малые тепловые нагрузки, в свою очередь, дают возможность изменять мощность турбины в достаточно широком диапазоне без переключений. При конденсационной нагрузке регулировочный диапазон определяется возможностями турбины, котла, питательной установки.

Кроме того, дополнительные ограничения регулировочного диапазона создаются давлением в теплофикационных отборах, в камере регулирующей ступени и рядом других факторов.

Особенности турбоагрегатов Т-250, Т-100 и ПТ-60

К регулированию суточного графика нагрузок в энергосистеме будут привлекаться теплофикационные установки типа Т-250, Т-100, ПТ-60.

Паровая теплофикационная турбина **Т-250/300-240-3** имеет два отопительных отбора пара (верхний и нижний) для ступенчатого подогрева сетевой воды в бойлерах. Номинальные значения основных параметров турбины:

- электрическая мощность – 250/255 МВт;
- тепловая нагрузка отопительных отборов – 350/360 Гкал/ч;
- давление пара в конденсаторе – 4,9 кПа;

- минимальное количество пара, поступающего в конденсатор, – 50 т/ч.

Паровая теплофикационная турбина **T-100/120-130-3 (T-110/120-130-4)** производства УТМЗ также имеет два отопительных регулируемых отбора пара. Номинальные значения основных ее параметров:

- электрическая мощность – 110 МВт;
- тепловая нагрузка отопительных отборов – 175 Гкал/ч;
- давление пара в конденсаторе – 4,9 кПа;
- минимальное количество пара, поступающего в конденсатор, – 18 т/ч.

Турбина может функционировать с полностью закрытыми диафрагмами, то есть конструктивно предусмотрен режим с противодавлением, при котором турбина работает по тепловому графику с минимальным пропуском пара в конденсатор для обеспечения вентиляции части низкого давления (ЧНД).

Паровая турбина **ПТ-60-130/13** – конденсационная, с двумя регулируемыми отборами пара. Номинальные значения основных параметров турбины:

- электрическая мощность – 60 МВт;
- расход пара производственного отбора – 140 т/ч;
- расход пара теплофикационного отбора – 100 т/ч;
- давление пара в конденсаторе – 4,4 кПа;
- минимальное количество пара, поступающего в конденсатор, – 10 т/ч.

Сегодня в целях экономии топлива на ТЭС эксплуатация паровых турбин в отопительный период ведется в режиме практически полной теплофикации – так называемой отсечки, когда расход пара в цилиндр низкого давления (ЦНД) минимален. Поворотные диафрагмы турбин ограничены минимальным пропуском пара в конденсатор для предотвращения разогрева «хвоста» турбины. Регуляторы теплофикационных отборов хоть и подключены, но настроены исключительно на режим максимального давления и открываются в автоматическом режиме только при достижении максимального значения давления пара в подогревателе.

Удельный расход тепла и, соответственно, удельный расход топлива на выработку электроэнергии на ТЭС зависят в первую очередь от соотношения тепловой и электрической нагрузки турбин, то есть от режима их работы. С целью экономии топлива оптимизируются тепловые нагрузки турбоагрегатов в составе ТЭС и электрические нагрузки ТЭС в составе энергосистемы. Для каждого турбоагрегата составляется математическая модель с входными параметрами, полностью описывающими состояние турбины и необходимыми для проведения оптимизационного расчета. Число параметров – это порядок математической модели.

Для турбоагрегатов типа Р порядок равен единице (расход тепла на турбоагрегат), для турбоагрегатов типа ПР, Т-100, Т-250 он равен двум (расход тепла на турбоагрегат, расход тепла в Т-отборы), типа ПТ-60, ПТ-135 – трем (расход тепла на турбоагрегат, расход тепла в П-отборы, расход тепла в Т-отборы).

Очевидно, что **оптимальным для теплофикационных турбоагрегатов является режим работы с полностью закрытой поворотной диафрагмой**: потери тепла в конденсаторе при этом минимальны. Кроме того, вопрос включения/отключения подогревателей высокого

давления (ПВД) при расчетах зачастую не рассматривается – включение ПВД максимизирует выработку электроэнергии на тепловом потреблении, что оказывает определяющее влияние на эффективность работы энергосистемы в целом. Если следовать этому тезису, то для турбоагрегатов ПТ-60, ПТ-135 порядок равен двум (расход тепла на турбоагрегат, расход тепла в П-отборы), так как расход тепла в Т-отборы и мощность паротурбинной установки будут определяться из условия полностью закрытой поворотной диафрагмы. Соответственно, для турбоагрегатов Т-100, Т-250 порядок условно равен единице (расход тепла на турбоагрегат).

Однако в связи с запуском АЭС возникает острая необходимость разгрузки турбоагрегатов до параметров ниже теплофикационного графика с непременным включением в работу электрокотлов для поглощения избыточной электрической мощности. Продолжительность нахождения в таком режиме может достигать трети всего времени работы турбоустановок. В такие периоды становится целесообразным отключение группы ПВД: снижение температуры питательной воды перед энергокотлами приведет к снижению температуры уходящих газов и, как следствие, к росту КПД котельной установки (до 1 %).

Практика оптимизационных расчетов, приведенных в [2], показывает, что достаточно часто при совместной работе двух турбоагрегатов типа ПТ оптимальным оказывается вариант, когда один из турбоагрегатов работает в режиме П, а другой – в режиме Т. В этом случае максимизируется выработка электроэнергии на тепловом потреблении при условии обеспечения требуемой структуры и величины отпуска тепла из отборов.

Кроме того, как утверждается в [2] и других работах автора, при низких нагрузках отборов работа турбоагрегатов с закрытой поворотной диафрагмой может оказаться настолько невыгодной, что с точки зрения оптимизации работы энергосистемы эффективнее будет приоткрыть поворотную диафрагму, чтобы «вывести» ЧНД из зоны невыгодной работы.

Таким образом, можно сделать вывод, что для построения полноценной оптимизационной модели необходимо рассматривать турбоагрегаты ПТ-60 и ПТ-135 как модели третьего порядка, а Т-100 и Т-250 – как модели второго порядка, дополняя их, кроме того, режимами с включенными/отключенными ПВД.

Учет режимов при распределении электрических нагрузок в системе может обеспечить значительную экономию топлива. При работе ТЭС по электрическому графику распределение электрических нагрузок является сложным, оно должно производиться с учетом распределения тепловых нагрузок и может быть выполнено для конкретных ТЭС. Для снижения расхода топлива в энергосистеме необходимо проведение оптимизационных расчетов, обеспечивающих перебор всех допустимых вариантов загрузки оборудования. Выполнять их следует как на уровне ТЭС, так и на уровне энергосистемы. Наиболее трудоемкая часть вычислений – расчет оптимизации загрузки турбоагрегатов.

Для решения задачи системной оптимизации режимов работы ТЭС необходима разработка программно-технологического комплекса автоматизированного контроля, выполняющего в том числе и оптимизационные расчеты.

Постановка задачи оптимизации

На отдельной ТЭС в работе постоянно находятся котло- и турбоагрегаты, также в рабочий цикл могут быть включены водогрейные и электрические котлы. Это оборудование должно обеспечить заданную величину и структуру отпуска тепла потребителям. При этом в рамках энергосистемы, имеющей в своем составе множество ТЭС, должен быть обеспечен минимальный расход топлива при условии соблюдения требуемого значения отпуска электроэнергии в сеть. Единственным способом решения этой задачи представляется двухуровневый.

На первом уровне (**уровень ТЭС**) для каждой станции строится топливная характеристика, представляющая собой зависимость расхода топлива на ТЭС от отпуска электроэнергии при обеспечении значения и структуры отпуска тепла потребителям. Каждой точке данной характеристики соответствует оптимальный из условия минимизации расхода топлива план загрузки оборудования ТЭС.

На втором уровне (**уровень энергосистемы**) строится оптимальный с точки зрения минимизации расхода топлива план загрузки всех ТЭС энергосистемы из условия обеспечения заданного значения отпуска электроэнергии.

Задачи на обоих уровнях можно решить одним из методов динамического программирования. В статье анализируется задача оперативной оптимизации в режиме реального времени; требуемое быстроедействие составляет 15–30 мин при уровне дискретизации модели на уровне 80–100 точек по каждой координате. Эффективное решение этой задачи способен обеспечить программно-технический комплекс оптимизации (ПТК), разрабатываемый специалистами отрасли.

В функции комплекса входят автоматизированный контроль и получение расчетных параметров для выполнения задачи оптимизации распределения нагрузок между единицами оборудования, представление административно-управленческому и производственно-техническому персоналу необходимой информации, создание и ведение архивов, подготовка и вывод оперативной информации для диспетчерской службы ГПО «Белэнерго», РУП-облэнерго и т.д. Кроме того, в ПТК была заложена концепция динамических нормативных характеристик, позволяющая значительно повысить достоверность проводимых на уровне ТЭС оптимизационных расчетов.

Задача оптимизации на уровне ТЭС, в свою очередь, включает несколько подзадач, рассмотренных ниже.

Оптимизация котлоагрегатов

Котлоагрегат может быть представлен в виде математической модели второго порядка (рис. 1).



Рис. 1. Математическая модель котлоагрегата

Здесь и далее R – режим работы (обобщенная переменная); B – расход топлива, т у.т./ч; Q_0 – расход тепла на турбины (РОУ), Гкал/ч.

Характеристика n -го котлоагрегата может быть задана в виде массива значений расхода топлива:

$$B_n^k = f(Q_0^k, X^y). \quad (1)$$

Здесь и далее характеристики оборудования рассчитываются по данным нормативно-технической документации по топливоиспользованию.

В данной формуле $n = 2^p$, где p – порядковый номер котлоагрегата, а $k, y = 1, S$, где S – количество рассматриваемых точек (уровень дискретизации), иначе – размерность задачи.

Котлоагрегаты в общем случае работают совместно на общий коллектор, поэтому для совместной работы двух котлоагрегатов характеристика будет иметь вид:

$$B_l^k = f(Q_0^k, X^y). \quad (2)$$

В данной формуле $l = 2^{p1} + 2^{p2}$, где $p1$ и $p2$ – порядковые номера первого и второго котлоагрегатов. Каждая точка этой характеристики может быть получена многочисленными способами для различных сочетаний ($Q_0^k = Q_0^{k1(p1)} + Q_0^{k2(p2)}$); целевой функцией для минимизации является величина расхода топлива для каждой точки характеристики котлоагрегата и/или совокупности котлоагрегатов.

Процедура полного перебора вариантов выполняется для двух котлоагрегатов методом припасовки. На первом шаге получается совокупная характеристика двух котлоагрегатов, которая становится фиктивным котлоагрегатом; затем к указанной характеристике припасовывается третий котлоагрегат. Таким образом формируется совокупная характеристика трех котлоагрегатов, иными словами, происходит погружение отдельной задачи в пространство аналогичных задач.

В результате получается характеристика котельного отделения (КО) вида $B_U^k = f(Q_0^k, X^y)$, где $U = 2^{D+1} - 1$ (D – общее количество котлоагрегатов), каждая точка которой представляет собой оптимальный план загрузки КО, представленный в виде совокупности $B_l^k = f(Q_0^k, X^y)$ для каждого котлоагрегата. Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи – $O(1)(S^4)$.

Здесь и далее принимается, что для расчетов используется так называемая целочисленная арифметика.

Если задаться допустимым временем решения задачи на уровне $T = 1$ мин = 6×10^{10} нс при реальном времени выполнения одной операции на уровне $t_0 = 200$ нс (600 тактов), то можно определить допустимый уровень дискретизации:

$$S \leq \sqrt[4]{\frac{T}{t_0}} = \sqrt[4]{\frac{6 \times 10^{10}}{200}} \approx 132.$$

Указанная величина является вполне допустимой.

Оптимизация турбоагрегатов (группы РОУ)

Построение модели производится по методикам, аналогичным приведенным в [2], [3] и [4]. Турбоагрегат (РОУ) может быть представлен в виде математической модели (рис. 2).

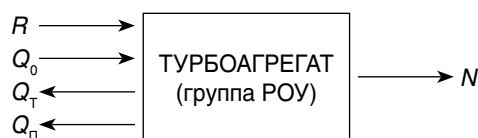


Рис. 2. Математическая модель турбоагрегата (РОУ)

Здесь и далее R – режим работы (П, ПТ, Т, К, включение/отключение ПВД); Q_T – расход тепла в теплофикационный отбор (в том числе для РОУ, ВК и ЭК, см. далее), Гкал/ч; Q_n – расход тепла в производственный отбор (в том числе для РОУ), Гкал/ч; N – мощность, МВт.

Характеристика n -го турбоагрегата может быть задана в виде массива значений мощности:

$$N_n^{ijkz} = f(Q_T^i, Q_n^j, Q_0^k, R^z). \quad (3)$$

В данной формуле $n = 2^p$, где p – порядковый номер турбоагрегата, а $i, j, k = 1, S$, где S – количество рассматриваемых точек (уровень дискретизации), иначе – размерность задачи; $z = 1, V$, где V – количество рассматриваемых режимов работы турбоагрегата.

Группы РОУ рассматриваются как турбоагрегаты первого порядка с нулевой электрической мощностью.

Турбоагрегаты в общем случае работают совместно на общий коллектор, поэтому для совместной работы двух турбоагрегатов характеристика будет иметь вид:

$$N_l^{ijkz} = f(Q_T^i, Q_n^j, Q_0^k, R^z). \quad (4)$$

В данной формуле $l = 2^{p1} + 2^{p2}$, где $p1$ и $p2$ – порядковые номера первого и второго турбоагрегатов. Каждая точка данной характеристики может быть получена многочисленными способами для различных сочетаний $(Q_T^i = Q_T^{i1(p1)} + Q_T^{i2(p2)}, Q_n^j = Q_n^{j1(p1)} + Q_n^{j2(p2)}, R^z = R^{z1(p1)} + R^{z2(p2)})$; целевой функцией для минимизации является величина фиктивного удельного расхода тепла на отпуск электроэнергии, которая для каждой точки характеристики турбоагрегата и/или совокупности турбоагрегатов может быть определена по формуле

$$q_{\Sigma l}^{ijkz} = \frac{7 \cdot B_l^k(Q_0^k, X^y) - Q_T^i - Q_n^j}{N_l^{ijkz}} \times 1000 \rightarrow \min. \quad (5)$$

Указанная процедура, заключающаяся в полном переборе вариантов, выполняется для двух турбоагрегатов описанным выше методом припасовки. В результате получается характеристика котельно-турбинного отделения (КТЦ) вида $B_U^{ijkz} = f(Q_T^i, Q_n^j, Q_0^k)$, где $U = 2^{D+1} - 1$ (D – общее количество турбоагрегатов), каждая точка которой представляет собой оптимальный план загрузки ТО, представленный в виде совокупности $N_l^{ijkz} = f(Q_T^i, Q_n^j, Q_0^k, R^z)$ для каждого турбоагрегата и $B_l^k = f(Q_0^k, X^y)$ для каждого котлоагрегата.

Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи – $O_2(S^6 \times V^2)$; с учетом того, что $V_{max} = 8$, $V = 4 \ll S$, а также на основании несложных программных тестов (реальная трудоемкость которых может быть оценена как $O_{2,r}(S^6 \times \bar{V}^2 / 9)$), можно принять, что реальная трудоемкость решения данной задачи находится на уровне

$O_{2,r}(S^6)$. Если задаться допустимым временем решения задачи на уровне $T = 3 \text{ мин} = 1,8 \times 10^{11} \text{ нс}$ при реальном времени выполнения одной операции на уровне $t_0 = 200 \text{ нс}$ (600 тактов), то можно определить допустимый уровень дискретизации:

$$S \leq \sqrt[6]{\frac{T}{t_0}} = \sqrt[6]{\frac{1,8 \times 10^{11}}{200}} \approx 31.$$

Указанная величина недопустима из соображений точности и должна быть повышена.

Отметим, что для турбоагрегатов второго порядка (учитывается припасовка турбоагрегата второго порядка к базисному турбоагрегату третьего порядка) при тех же условиях

$$S \leq \sqrt[5]{\frac{T}{t_0}} = \sqrt[5]{\frac{1,8 \times 10^{11}}{200}} \approx 62.$$

Указанная величина также недопустима из соображений точности и должна быть повышена.

Если же на ТЭС присутствуют лишь турбоагрегаты второго порядка или задача может быть сведена к такой модели, то

$$S \leq \sqrt[4]{\frac{T}{t_0}} = \sqrt[4]{\frac{1,8 \times 10^{11}}{200}} \approx 173.$$

Указанная величина является вполне допустимой и даже избыточной.

Таким образом, для решения задачи для ТЭС, в состав которой входит хотя бы один турбоагрегат третьего порядка, требуются специальные меры по достижению требуемого быстродействия. Есть два варианта решения этой задачи.

Первый – снижение допустимой области рассматриваемых значений. При этом исключаются области со значительными значениями расхода пара в конденсатор. Например, для турбоагрегата ПТ-60 соотношение $Q_0 - 1,43Q_T - 1,17Q_n \leq 5$ с достаточной степенью вероятности означает работу турбоагрегата с закрытой диафрагмой теплофикационного отбора. Иначе это условие можно записать как $Q_0 - 7Q_T / 5 - 7Q_n / 6 - 5 \leq 0$ или $Q_T \geq 5Q_0 / 7 - 5Q_n / 6 - 4$ – ограничение для величины Т-отбора. А ограничивающее условие для П-отбора имеет вид $Q_0 - 7Q_n / 6 - 5 \leq 0$ или $Q_n \geq 6Q_0 / 7 - 5$. Кроме того, $Q_n \leq Q_0 - 10$. Снижение рассматриваемого диапазона работы по конденсационному циклу в три раза приводит к снижению трудоемкости приблизительно в 100 раз ($3^4 = 81$). Это повышает точность для турбин третьего порядка до 67, для смешанной ситуации (турбины второго и третьего порядка) – до 156, что более чем достаточно. Из вышеприведенных расчетов следует, что простым сужением рассматриваемого диапазона практический результат в некоторых случаях не достигается.

Второй вариант – многопроцессорные (многоядерные) вычисления. Например, использование восьми 32-ядерных серверов общей стоимостью около 200 тыс. BYN позволит повысить точность вычислений в $256^{1/6} \approx 2,5$ раза, достигнув точности для турбин третьего порядка на уровне 80, для смешанной ситуации – до 155. Этого более чем достаточно.

С учетом проведенных выше вычислений можно ожидать, что решение задачи оптимизации турбоагрегатов займет не менее 10 мин (600 с).

Оптимизация водогрейных котлов

Водогрейный котел (ВК) может быть представлен в виде математической модели первого порядка (рис. 3).

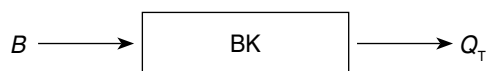


Рис. 3. Математическая модель ВК

Характеристика n -го ВК может быть задана в виде массива значений расхода топлива:

$$B_n^i = f(Q_T^i). \quad (6)$$

В данной формуле $n = 2^p$, где p – порядковый номер ВК, а $i = 1, S$, где S – количество рассматриваемых точек (уровень дискретизации), иначе – размерность задачи.

ВК в общем случае работают совместно на общий коллектор, поэтому для совместной работы двух ВК характеристика будет иметь вид:

$$B_i^i = f(Q_T^i). \quad (7)$$

Подходы к построению динамической оптимизационной модели аналогичны указанным выше. Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи – $O3(S^2)$. Допустимый уровень дискретизации находится на уровне 700 (более чем достаточно) при реальном времени выполнения оптимизации 0,1 с, что не критично с точки зрения времени выполнения.

Оптимизация электродкотлов

Электродкотел (ЭК) может быть представлен в виде математической модели (рис. 4).

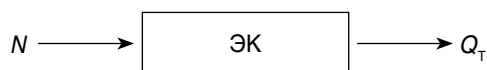


Рис. 4. Математическая модель ЭК

Характеристика n -го ЭК может быть задана в виде массива значений расхода топлива:

$$N_n^i = f(Q_T^i). \quad (8)$$

В данной формуле $n = 2^p$, где p – порядковый номер ЭК, а $i = 1, S$, где S – уровень дискретизации.

ЭК в общем случае работают совместно на общий коллектор, поэтому для совместной работы двух ЭК характеристика будет иметь вид $N_i^i = f(Q_T^i)$.

Подходы к построению динамической оптимизационной модели аналогичны указанным выше. Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи – $O3(S^2)$. Допустимый уровень дискретизации находится на уровне 700 (более чем достаточно) при реальном времени выполнения оптимизации 0,1 с, что делает данную задачу не критичной с точки зрения времени выполнения.

Построение топливной характеристики ТЭС

Отправной точкой для построения топливной характеристики ТЭС является характеристика КТЦ вида $B_{U^{ijkz}}^i = f(Q_T^i, Q_n^i, Q_0^k)$, где $U = 2^{D+1} - 1$, D – общее количество турбоагрегатов, каждая точка которой представляет собой оптимальный план загрузки ТЭО, представленный в виде совокупности $N_{ij^{kz}}^i = f(Q_T^i, Q_n^i, Q_0^k, R^z)$ для каждого турбоагрегата и $B_j^k = f(Q_0^k, X^y)$ для каждого котлоагрегата.

На первом этапе выполняется преобразование характеристики КТЦ в форму $B1^i = f(N^i, Q_T^i)$, отвечающую требованиям величины отпуска тепла потребителям с паром при различных величинах отпуска тепла с горячей водой на данной ТЭС.

На втором этапе выполняется построение совместной характеристики КТЦ + ВК. Для каждой точки характеристики КТЦ $B1^{i1} = f(N^{i1}, Q_T^{i1})$ и для каждой точки характеристики $B1^{i2} = f(Q_T^{i2})$ для каждого ВК выбирается оптимальное сочетание из двух вариантов из условия минимизации расхода топлива:

$$\min \left[B1^{i1} = f(N^{i1}, Q_T^{i1}); \{B1^{i1} = f(N^{i1}, Q_T^{i1} - Q_T^{i2}) + \{B1^{i2} = f(Q_T^{i2})\} \right]. \quad (9)$$

В результате получается модифицированная топливная характеристика $B2^i = f(N^i, Q_T^i)$, включающая КТЦ и ВК.

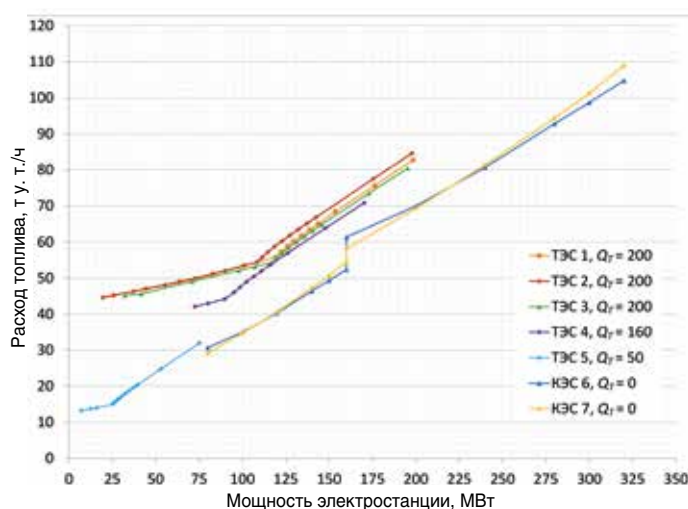
На третьем этапе выполняется построение совместной характеристики КТЦ + ВК + ЭК. Для каждой точки характеристики КТЦ $B2^{i1} = f(N^{i1}, Q_T^{i1})$ и для каждой точки характеристики $N^{i2} = f(Q_T^{i2})$ для каждого ЭК выбирается оптимальное сочетание из двух вариантов из условия минимизации расхода топлива:

$$\min \left[B2^{i1} = f(N^{i1}, Q_T^{i1}); \{B2^{i1} = f(N^{i1} - N^{i2}, Q_T^{i1} - Q_T^{i2})\} \right]. \quad (10)$$

В результате получается модифицированная топливная характеристика $B^i = f(N^i)$, отвечающая требованиям величины и структуры отпуска тепла потребителям на данной ТЭС и включающая КТЦ, ВК и ЭК.

Примеры топливных характеристик для отдельных ТЭС и КЭС приведены на рисунке 5.

Рис. 5. Топливные характеристики для ТЭС и КЭС



Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи составляет $O5(S^3)$. Допустимый уровень дискретизации находится на уровне 200 (более чем достаточно) при реальном времени выполнения оптимизации 20 с, что не критично с точки зрения времени выполнения.

Оптимизация на уровне энергосистемы

Как было показано ранее, ТЭС может быть представлена в виде математической модели (рис. 6).

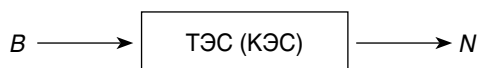


Рис. 6. Математическая модель (топливная характеристика) для ТЭС и КЭС

Характеристика n -й ТЭС может быть задана в виде массива значений расхода топлива:

$$B_n^k = f(N^i). \quad (11)$$

В данной формуле $n = 2^p$, где p – порядковый номер ТЭС, а $i = 1, S$, где S – уровень дискретизации, иначе – размерность задачи.

ТЭС в общем случае работают совместно в общей электрической сети энергосистемы, поэтому для совместной работы двух ТЭС характеристика будет иметь вид:

$$B_l^k = f(N^i). \quad (12)$$

В данной формуле $l = 2^{p1} + 2^{p2}$, где $p1$ и $p2$ – порядковые номера первой и второй ТЭС. Каждая точка данной характеристики может быть получена многочисленными способами для различных сочетаний ($N^i = N^{i1(p1)} + N^{i2(p2)}$); целевой функцией для минимизации является величина расхода топлива для каждой точки характеристики ТЭС и/или совокупности ТЭС при условии соответствия величины и структуры отпуска тепла потребителям на данной ТЭС.

Подходы к построению динамической оптимизационной модели аналогичны указанным выше, изменяются только переменные. Асимптотическая трудоемкость решения данной задачи – $O3(S^2)$. Допустимый уровень дискретизации находится на уровне 700 (более чем достаточно) при реальном времени выполнения оптимизации 0,1 с, что не критично с точки зрения времени выполнения.

Далее выполняется так называемый обратный ход Беллмана.

Согласно оптимальному плану загрузки ТЭС энергосистемы для каждой ТЭС определяется электрическая нагрузка N^i . По величине N^i согласно оптимальному плану для каждой ТЭС определяются нагрузки основного оборудования (турбоагрегатов, котлоагрегатов, водогрейных котлов и электродвигателей) при условии соответствия величины и структуры отпуска тепла потребителям на данной ТЭС.

Трудоемкости вычислений оптимизационных задач приведены в таблице.

Трудоемкости вычислений оптимизационных задач

Наименование задачи (подзадачи) оптимизации	Трудоемкость выполнения, с
Оптимизация котлоагрегатов	60
Оптимизация турбинных установок (РОУ)	600
Оптимизация водогрейных котлов	0,1
Оптимизация электродвигателей	0,1
Построение топливной характеристики	20
Оптимизация в рамках энергосистемы	0,1
Обратный ход Беллмана	0,1

Выводы

В 2017 году ОАО «Белэнергоремналадка» выполнило предпроектное обследование возможности создания ПТК оптимизации нагрузок. На основании данных предпроектного обследования в результате создания ПТК были получены следующие показатели:

- годовая экономия топлива в энергосистеме – на уровне 22,5 тыс. т у.т. (приведен нижний порог экономического эффекта);
- средний (по семи энергоисточникам) динамический срок окупаемости при затратах на создание ПТК порядка 27 млн BYN – менее четырех лет (нижний порог срока окупаемости).

В настоящий момент работы по созданию ПТК приостановлены ввиду неопределенности режимов работы Белорусской энергосистемы.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Режимы ТЭС с глубоким снижением электрической мощности оправданы в перспективе при исчерпании технических возможностей по разгрузке КЭС. Оптимизация режимов таких ТЭС имеет свои особенности ввиду сложности проведения оптимизационных расчетов загрузки теплофикационных турбоагрегатов.
2. Наиболее трудоемкой частью разработки оптимизационных моделей является задача оптимизации на уровне турбоагрегатов ТЭС при наличии на ТЭС турбоагрегатов типа ПТ.
3. Работы по созданию ПТК оптимизации сохраняют свою актуальность и после запуска БелАЭС.

Список литературы

1. Качан, А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций / А.Д. Качан. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – 288 с.
2. Качан, А.Д. Оптимизация режимов и повышение эффективности работы паротурбинных установок ТЭС / А.Д. Качан. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 176 с.
3. Жуков, В.П. Распределение нагрузки между турбоагрегатами теплоэлектроцентрали с использованием принципа оптимальности Беллмана [Электронный ресурс] / В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, Д.А. Уланов // Вестник ИГЭУ. – 2009. – Вып. 3. – С. 1–2. – Режим доступа: http://ispu.ru/files/%2011-14_0.pdf. – Дата доступа: 07.06.2021.
4. Отчет по разработке программного обеспечения расчета оптимальных режимов работы турбин с двумя регулируемыми отборами (типа ПТ) и турбин типа Р / ОАО «Белэнергоремналадка». – Минск, 1992.

ВВЕДЕН НОВЫЙ СТАНДАРТ В ОБЛАСТИ ИСПЫТАНИЙ ВОДЯНЫХ И ПАРОВЫХ СЕТЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ

Е.А. ИВАШКЕВИЧ,
руководитель группы теплофикации ТНЦ
филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»

С 15 сентября приказом ГПО «Белэнерго» № 183 от 9 августа 2021 года взамен СТП 34.38.302-96 (РД РБ 34.33.302-96) «Методические указания по испытаниям водяных и паровых тепловых сетей на тепловые потери через изоляцию трубопроводов» введен в действие СТП 33240.38.302-21 «Методические указания по испытаниям водяных и паровых сетей на тепловые потери через изоляцию трубопроводов». Новый стандарт разработан в соответствии с перечнем по разработке научно-технических работ, развитию и функционированию электроэнергетики, разработке и пересмотру ТНПА и других работ (услуг), связанных с деятельностью организаций ГПО «Белэнерго».

Стандарт регламентирует содержание и порядок проведения работ по определению экспериментально-аналитическим путем фактических потерь тепла через тепловую изоляцию трубопроводов водяных и паровых тепловых сетей, сетей горячего водоснабжения и конденсатопроводов, а также сопоставление фактических значений потерь с нормативными.

Стандарт включает 8 разделов и 6 приложений.

В **разделе 3** приведены основные термины и определения, относящиеся к испытываемым участкам трубопроводов, средствам измерений (СИ) и процессу измерений, в **разделе 4** «Общие положения» – нормативные документы, в соответствии с которыми проводятся испытания, периодичность, основные задачи и особенности проведения испытаний при разных способах прокладки сетей и др.

Разделы 5–7 содержат требования к испытаниям водяных тепловых сетей, водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в непроходных каналах (регламентированы впервые), паровых тепловых сетей. В рекомендуемых приложениях А, Б и Д по каждому из трех случаев соответственно приводятся формы таблиц оформления расчета теплопотерь.

Каждый из основных разделов имеет следующие подразделы:

- подготовка к испытаниям;
- проведение испытаний;
- обработка результатов испытаний;
- сопоставление измеренных тепловых потерь с нормативными.

В частности, подготовка к испытаниям предполагает:

- выбор испытываемых участков трубопроводов;
- расчет параметров испытаний;
- разработку схем включения оборудования и установки СИ;
- выбор и подготовку СИ, требования к ним;
- основные требования к программе испытаний.

Для этапа проведения испытаний определяется порядок создания необходимого температурного и гидравлического режима, а также методы оперативного контроля хода испытаний.

В **разделе 8** изложены основные требования по охране труда при проведении испытаний теплосетей на тепловые потери.

В справочных приложениях В, Г и Е впервые изложены методы:

- расчета тепловых потерь на участке с общей тепловой изоляцией паропровода и конденсатопровода;
- определения линейной плотности теплового потока для тепловых сетей при заданных теплотехнических характеристиках теплоизоляционной конструкции;
- расчета тепловых потерь тепловой сети двухтрубной подземной прокладки при нештатных режимах работы (в работе один трубопровод).

Стандарт разработан с учетом современного уровня оборудования тепловых сетей и СИ. Документ также учитывает положения и требования, изложенные в ТКП 642-2016 (33240/33540/33040) «Порядок расчета величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации».

ВВЕДЕНА УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ, ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И ДИАГНОСТИРОВАНИЮ СТАЦИОНАРНЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ БАТАРЕЙ

В.В. ХРЯКОВ,
главный специалист ПТО РУП «Белнипиэнергопром»

1 октября вступил в действие СТП 33240.50.500-21 «Стационарные свинцово-кислотные батареи. Указания по монтажу, вводу в эксплуатацию, обслуживанию и диагностированию», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 13 сентября 2021 года № 221. Стандарт введен взамен СТП 09110.50.500-02 (РД РБ 09110.50.500-02) «Методические указания по выбору и установке аккумуляторных батарей для объектов электроэнергетики Республики Беларусь». Разработку документа осуществляли специалисты РУП «Белнипиэнергопром».

Необходимость разработки СТП 33240.50.500-21 вызвана рядом причин.

С момента ввода 1 января 2003 года СТП 09110.50.500-02 (РД РБ 09110.50.500-02) существенно выросла доля эксплуатируемых импортных аккумуляторных батарей (АБ), установленных на тепло- и гидроэлектростанциях, подстанциях и других объектах ГПО «Белэнерго». Накопление опыта выбора и закупки импортных АБ, в свою очередь, инициировало появление следующих организационно-распорядительных документов:

- письма ГПО «Белэнерго» № 31-04-264 от 28.10.2009 «О технических требованиях при выборе и закупке стационарных аккумуляторных батарей»;
- письма ГПО «Белэнерго» № 31-07/155 от 22.07.2010 «Об итогах семинара на тему: «Аккумуляторные батареи для систем постоянного тока электрических станций и подстанций».

Эти документы нуждались в актуализации. Помимо этого, существовала необходимость увязки стандарта с измененной номенклатурой ТНПА, а также введения в практику требований по организации эксплуатации АБ, изложенных в международных стандартах IEEE 450-2010 «Рекомендуемая практика технического обслуживания, тестирования и замены вентилируемых свинцово-кислотных батарей для стационарного применения» и IEEE 1188-2005 «Рекомендуемая практика технического обслуживания, тестирования и замены свинцово-кислотных батарей с клапанным регулированием (VRLA) для стационарного применения».

Настоящий стандарт разработан с учетом положений и требований ТКП 339-2011, ТКП 427-2012, ТКП 45-2.02-315-2018, ГОСТ 26881-86 «Аккумуляторы свинцовые стационарные. Общие технические условия», а также ряда стандартов ГПО «Белэнерго».

Требования стандарта обязательны для соблюдения организациями ГПО «Белэнерго» в производственной

деятельности при осуществлении проектных, строительных, монтажных и эксплуатационных работ.

СТП 33240.50.500-21 включает 16 разделов и 9 приложений. Охарактеризуем содержание основных разделов стандарта.

Раздел 5 «Общие сведения о современных применяемых типоразмерах аккумуляторов» включает сведения об особенностях конструктивного исполнения:

- современных свинцово-кислотных АБ открытого типа в зависимости от типа положительной пластины;
- герметизированных АБ в зависимости от организации электролита.

В подразделе 5.7 изложены требования к применению аккумуляторов на энергообъектах ГПО «Белэнерго».

Раздел 6 «Требования к изготовителю, устанавливаемые ТНПА» включает общие требования к характеристикам АБ и специальные требования к параметрам, конструкции, режимам работы и маркировке АБ в зависимости от их типа.

Раздел 7 «Организация аккумуляторной установки» включает общие положения об аккумуляторной установке в части организации ее помещения и вспомогательных систем. В подразделах 7.2 и 7.3 указаны соответственно требования к зарядно-подзарядному устройству и системе вентиляции и кондиционирования.

Раздел 8 «Указания по организации эксплуатации аккумуляторной установки» содержит требования к персоналу, обслуживающему установку, и ведению технической документации, а также основные правила эксплуатации аккумуляторной установки, транспортирования и хранения аккумуляторов.

Раздел 9 «Меры безопасности» устанавливает общие меры безопасности при выполнении работ, а также меры безопасности при монтажных операциях, работе с электролитом, эксплуатационном обслуживании, хранении и транспортировании АБ.

Раздел 10 «**Требования к измерительным и испытательным приборам**» определяет требования к калибровке и характеристикам соответствующих приборов. Необходимый перечень измерительных и испытательных приборов приведен в приложении Г.

Раздел 11 «**Организация входного контроля и монтажа**» устанавливает алгоритм организации входного контроля, общие и специальные (в зависимости от типа АБ) требования к монтажу, а также требования к приготовлению и заливке электролита (приведен пример составления раствора серной кислоты по заданным параметрам).

Раздел 12 «**Ввод АБ в эксплуатацию**» содержит общие условия ввода АБ в эксплуатацию, включая организацию заряда аккумуляторов открытого типа, поставляемых сухозаряженными или залитыми электролитом, а также герметизированных аккумуляторов.

Раздел 13 «**Организация эксплуатации АБ**» регламентирует требования к системе организации эксплуатации АБ, описывает входящие в эту систему периодические мероприятия технического диагностирования и внеочередного технического обслуживания.

Раздел 14 «**Устранение неисправностей аккумулятора**» описывает характерные неисправности аккумуляторов и приводит рекомендации по их устранению.

Раздел 15 «**Требования к испытаниям и методы их проведения**» содержит требования к объему испытаний АБ открытого типа и герметизированных АБ на площадке изготовителя, испытаниям на емкость и при толковых токах, измерениям внутреннего сопротивления и пульсаций ЗПУ, проведению уравнивающего заряда и химического анализа электролита на площадке заказчика, а также методы их выполнения.

Раздел 16 «**Консервация и утилизация АБ**» устанавливает требования к консервации и утилизации свинцово-кислотных аккумуляторов и порядок их проведения.

В обсуждении проекта стандарта активное участие принимали специалисты ГПО «Белэнерго», РУП «облэнерго», РУП «Белэнергосетьпроект», ОАО «Белэнергоремналадка», чем оказали значительную помощь разработчику документа и способствовали повышению качества требований СТП.

Требования и рекомендации, установленные СТП 33240.50.500-21, позволяют повысить эффективность эксплуатации современных типов аккумуляторов, обеспечить их работоспособность в течение всего срока эксплуатации, назначенного изготовителем. В известных рамках данный стандарт может также служить источником повышения компетенции аккумуляторщика.

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33420.39.201-21

ПЕРЕСМОТРЕНЫ ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

М.С. ГАКАЛО,
начальник коммерческо-технического отдела республиканского унитарного
предприятия «Белэнергострой» – управляющая компания холдинга»

С 1 ноября вступит в действие СТП 33420.39.201-21 «Правила по монтажу трубопроводов пара и горячей воды на тепловых электростанциях», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 1 октября 2021 года № 228. Стандарт введен взамен СТП 34.39.201 (РД 34.39.201) «Инструкция по монтажу трубопроводов пара и воды на тепловых электростанциях». Разработчиком нового документа выступил автор данной статьи.

Пересмотр СТП 34.39.201 (РД 34.39.201) «Инструкция по монтажу трубопроводов пара и воды тепловых электростанций» обусловлен тем, что этот документ был разработан в 1976 году и требовал значительной переработки. Задачей разработчика являлось приведение устаревшего стандарта в соответствие с действующими НПА, в том числе с техническими нормативными правовыми актами, локальными правовыми актами Министерства энергетики Республики Беларусь и ГПО «Белэнерго».

Наряду с СТП 34.39.201, исходными для разработки нового стандарта стали положения и требования действующих нормативных правовых актов, локальных

правовых актов, норм и правил, а также следующих отраслевых стандартов:

- СТП 33240.20.501-19 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь»;
- СТП 34.17.101 (РТМ-1с) «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций»;
- СТП 34.20.321 (РД 34.20.321) «Методические указания по испытанию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов ТЭС: МУ 34-70-184-87»;
- СТП 33240.39.402-21 «Трубопроводы стальные технологические. Наладка трубопроводов тепловых электрических станций и котельных ГПО «Белэнерго».

Новый стандарт распространяет свое действие на организации, входящие в состав ГПО «Белэнерго» и выполняющие работы по монтажу трубопроводов пара и горячей воды на тепловых электростанциях (ТЭС). Документ устанавливает общие требования к организации выполнения данных работ на ТЭС, принадлежащих энергоснабжающим организациям ГПО «Белэнерго». Требования СТП 33420.39.201-21 предназначены для использования при монтаже трубопроводов ТЭС, транспортирующих пар и горячую воду всех параметров.

Стандарт не распространяется на газопроводы (наружные и внутренние), маслопроводы, мазутопроводы, наружные магистрали циркуляционных водоводов, противопожарные трубопроводы, сантехнические трубопроводы (отопление, водопровод и канализация), а также на трубопроводы кислорода, ацетилена, сжатого воздуха, водорода и пропан-бутана.

Новый отраслевой стандарт состоит из 12 разделов:

- «Область применения»;
- «Нормативные ссылки»;
- «Термины и определения»;
- «Обозначения и сокращения»;
- «Общие положения»;
- «Трубопроводы, их детали и материалы»;
- «Организационно-техническая подготовка к монтажу трубопроводов»;
- «Сварные соединения трубопроводов»;
- «Сборка трубопроводов в монтажные блоки»;
- «Монтаж трубопроводов и арматуры»;
- «Требования промышленной безопасности при монтаже трубопроводов»;
- «Испытания трубопроводов. Приемка смонтированных трубопроводов».

Стандартом установлены требования к хранению, приемке и техническому осмотру блоков и отдельных деталей трубопроводов и арматуры, подготовке к монтажу, монтажу и сдаче трубопроводов:

- с условным диаметром до 2000 мм из углеродистых и низколегированных кремнемарганцовистых сталей;
- с условным диаметром до 1000 мм из легированных хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей;
- с условным диаметром до 250 мм из высоколегированных нержавеющей сталей.

В стандарте изложены требования, которые следует выполнять при изготовлении трубопроводов на монтажной площадке. Приведены также указания по монтажу перечисленных трубопроводов в соответствии с монтажно-трассировочными чертежами или монтажными схемами, являющимися составной частью проекта трубопровода.

В обсуждении проекта стандарта принимали активное участие специалисты ГПО «Белэнерго», РУП-облэнерго, РУП «БЕЛТЭИ», РУП «Белнипиэнергопром», ОАО «Белэнергоремналадка», чем оказали значительную помощь разработчику документа и способствовали повышению качества требований СТП.

Применение положений СТП 33420.39.201-21 обеспечивает проведение монтажа трубопроводов пара и горячей воды на ТЭС с учетом установленных в нем существенных требований безопасности, а внедрение в практику предусмотренных стандартом способов и технологической последовательности выполнения монтажных операций позволит снизить затраты времени и увеличить качество выполняемых строительно-монтажных и ремонтных работ.

Новые издания

✓ Сборник документов

Инструкция о затратах

на оказание услуг по распределению, передаче и распределению электрической энергии

Инструкция о затратах

на оказание услуг по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике

Инструкция о порядке планирования и калькуляции затрат

на оказание услуг по электроснабжению и теплоснабжению, оказываемых энергоснабжающими организациями, входящими в состав государственного объединения электроэнергетики «Белэнерго»

Документы вступили в силу 21 октября 2021 г.

✓ Правила по охране труда

Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 1 июля 2021 г. № 53

Документ вступил в силу 22 сентября 2021 г.

✓ ТКП 181-2009 (02230)

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
с Изменением № 4

Утвержден и введен в действие постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь 20 мая 2009 г. № 16

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодокумент»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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

В.С. СОРОГОВЕЦ,
главный специалист Управления надзора за безопасностью
оборудования, работающего под давлением, и тепловых
электростанций Департамента по надзору за безопасным
ведением работ в промышленности МЧС Республики Беларусь



ИЗМЕНЕНЫ ТРЕБОВАНИЯ К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ

Комментарии к Правилам по обеспечению промышленной безопасности котельных с установленными в них паровыми котлами с давлением пара не более 0,07 МПа и водогрейными котлами с температурой нагрева воды не выше 115 °С

С 1 июля введен новый документ взамен Правил по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 бар) и водогрейных котлов с температурой нагрева воды не выше 115 °С, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 31 декабря 2013 года № 79. Измененные правила утверждены постановлением МЧС от 1 февраля 2021 года № 5.

Новые правила приняты с целью приведения требований в области обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации паровых и водогрейных котлов в соответствие с действующим законодательством Республики Беларусь.

Действие документа распространяется:

- на котельные, в том числе передвижные транспортабельные и блочно-модульные, мощностью более 200 кВт независимо от мощности установленных в них котлов, использующие газообразные, жидкие и твердые виды топлива;
- установленные в вышеуказанных котельных паровые котлы с избыточным давлением пара не более 0,07 МПа и водогрейные котлы с температурой нагрева воды не выше 115 °С; паровые и водогрейные котлы-утилизаторы; автономные пароперегреватели и экономайзеры с параметрами

не более 0,07 МПа и не выше 115 °С соответственно;

- элементы работающего под избыточным давлением оборудования котельных (сборочные единицы котла) и комплектующие к нему, выдерживающие воздействие давления; системы автоматики безопасности и регулирования работы котлов и их горелок; установки докотловой обработки воды; предохранительные устройства котлов; горелочные устройства котлов, работающих на твердом и жидком топливе.

Главное отличие новых правил от действовавших ранее заключается в том, что их требования распространяются непосредственно на котельные как на потенциально опасный объект.

Прежние нормы касались паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 бар) и водогрейных котлов с температурой нагрева воды не выше 115 °С,

за исключением установленных в частных домовладениях. Вновь утвержденными правилами определены обязательные для соблюдения требования к котлам, установленным в котельных, подлежащих регистрации в Госпромнадзоре. К соответствующему оборудованию котельных, не подлежащих такой регистрации, эти требования могут быть применены по решению субъекта хозяйствования в объеме, определяемом им самим.

Правила не распространяются на следующее оборудование:

- аппараты водонагревательные газовые бытовые (проточные и емкостные);
- аппараты отопительные бытовые с водяным контуром;
- водоподогреватели (бойлеры);
- котлы вместимостью не более 0,025 м³ (25 л);
- котлы, устанавливаемые на морском и внутреннем водном транспорте;

- отопительные котлы железно-дорожного и специального подвижного состава;

- котлы с электрическим обогревом, электродные котлы;

- паровые котлы с избыточным давлением пара не более 0,07 МПа, водогрейные котлы с температурой нагрева воды не выше 115 °С, установленные в многоквартирных или блокированных жилых домах частного жилищного фонда;

- приборы парового и водяного отопления.

В связи с этим юридическим лицам, использующим для отопления и горячего водоснабжения конденсационные газовые котлы (бытовые отопительные приборы), теперь нет необходимости назначать ответственных за безопасность, проводить обязательное ранее техническое освидетельствование, вести журналы и т.д., так как указанные котлы, ввиду их малого (до 25 л) объема, не подпадают под действие новых правил. Вместе с тем при использовании такого оборудования необходимо неукоснительно соблюдать требования руководств (инструкций) заводов-изготовителей по эксплуатации.

Изменены требования к регистрации котельных. До вступления в силу новых правил предписывалось регистрировать котельные, в которых установлен один паровой котел с давлением пара не более 0,07 МПа или один водогрейный котел с температурой нагрева воды не выше 115 °С с единичной мощностью более 100 кВт. Согласно приложению 2 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности» такие котельные не являются потенциально опасными объектами и регистрации в настоящее время не подлежат. Субъекты хозяйствования, имеющие на балансе такие котельные, должны снять их с регистрации, обратившись в Госпромнадзор с соответствующим заявлением.

Из норм промышленной безопасности в рассматриваемой области исключены требования, относящиеся к проектированию котельных, в частности к лестницам, проходам, расстоянию между котлами, освещению и т.д. В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь

«О строительных нормах и правилах» эти требования устанавливаются СН 4.02.04-2019 «Котельные установки», СН 4.02.05-2020 «Автономные источники теплоснабжения», утвержденными Министерством архитектуры и строительства, а также СНиП II-35-76 «Котельные установки».

Исключены также требования к порядку осуществления и организации производственного контроля, а также к лицам, осуществляющим этот контроль. Отметим, что, несмотря на это, в котельных, подлежащих государственному надзору, производственный контроль должен осуществляться на основании требований Закона «О промышленной безопасности».

Изменены требования к организации промышленной безопасности на предприятии, эксплуатирующем котельную. Так, для содержания котельной в исправном состоянии и обеспечения безопасных условий ее эксплуатации необходимо:

- назначить приказом по организации лицо, ответственное за организацию и обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельной. Номер и дата приказа о назначении должны быть записаны в паспорт котельной. Допускается также привлекать такое лицо по договору;

- разработать инструкции по эксплуатации;

- назначить необходимое для обслуживания котлов количество работников;

- обеспечить работников, обслуживающих котлы, инструкциями по эксплуатации и технологическими схемами, которые должны находиться на их рабочих местах;

- обеспечить соблюдение работниками правил и инструкций по эксплуатации котлов, а также требований изготовителя, установленных руководством (инструкцией);

- обеспечить проведение технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов котлов;

- не допускать эксплуатацию котлов при неисправности запорной и регулирующей арматуры, средств измерений, сигнализации и защиты, предохранительных и блокировочных устройств, а также котлов с истекшим

сроком эксплуатации при отсутствии обоснования его продления в порядке, установленном настоящими правилами;

- при выявлении нарушений требований промышленной безопасности принимать меры по их устранению и предупреждению.

Вместо лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов, вводится лицо, ответственное за организацию и обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельной. Данное лицо должно обеспечивать содержание котлов в исправном состоянии, а также:

- осматривать котлы, находящиеся в рабочем состоянии, с периодичностью, установленной руководителем организации, осуществляющей обслуживание котлов;

- проверять записи в сменном журнале с периодичностью, установленной руководителем организации, осуществляющей обслуживание котлов, расписываться в нем о проведении проверки;

- хранить паспорта котлов, конструкторскую и эксплуатационную документацию изготовителей, в том числе руководство (инструкцию) по эксплуатации;

- обеспечивать подготовку к проведению оценки технического состояния котла;

- самостоятельно проводить наружный и внутренний осмотры, гидравлические испытания котла до проведения оценки его технического состояния экспертом в области промышленной безопасности Госпромнадзора;

- в порядке, установленном организацией, эксплуатирующей котлы, проводить противопоаварийные тренировки с работниками, обслуживающими котлы, вносить запись о результатах тренировок в журнал противопоаварийных тренировок;

- своевременно устранять выявленные неисправности котлов и вспомогательного оборудования.

В новой редакции исключена процедура технического освидетельствования котлов, что повлияло в том числе и на требования к порядку допуска к эксплуатации. Теперь он производится на основании письменного приказа (распоряжения) руководства эксплуатирующей организации после

проведения лицом, ответственным за организацию и обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельной, следующих процедур:

- оценки технического состояния котлов;
- регистрации котельной (внешения изменений в документы о регистрации котельной);
- пуска наладочных работ – в случаях, предусмотренных руководством (инструкцией) по эксплуатации;
- получения положительного заключения о соответствии объекта строительства требованиям безопасности и эксплуатационной надежности.

Правилами предусмотрено, что допуск к эксплуатации котла, отработавшего назначенный (расчетный) срок службы, возможен на основании результатов его технического диагностирования и оценки технического состояния, проведенной ответственным за организацию и обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельной либо экспертом в области промышленной безопасности Госпромнадзора. При этом назначенный срок службы котла не должен превышать четырех лет. Следует подчеркнуть, что согласно новым правилам, техническому диагностированию подлежат все без исключения котлы, отработавшие нормативный срок службы. При отсутствии в паспорте котла данных о расчетном сроке службы принимается срок 10 лет.

Нормы промышленной безопасности дополнены требованиями к сварке котлов при их изготов-

лении, монтаже и ремонте. Известно, что для выполнения сварных соединений ответственных элементов котлов организации согласовывают протокол производственной аттестации (квалификации) технологии сварки с Госпромнадзором. Требования к содержанию протокола в части результатов производственной аттестации (квалификации) и области распространения технологии сварки ранее не были установлены ни в одном из действующих ТНПА в области промышленной безопасности. Сегодня, в соответствии с новыми правилами, документ должен содержать:

- геометрические параметры сварных соединений контрольных образцов, пространственное положение сварки, марки сталей контрольных образцов и сварочных материалов;
- результаты испытаний сварных соединений контрольных образцов;
- область распространения технологии сварки в части диапазонов геометрических параметров сварных соединений, пространственного положения сварки, групп сталей и сварочных материалов, наименования потенциально опасных объектов;
- обозначения и наименования ТНПА, касающихся проведения оценки качества сварных соединений;
- общую оценку технологии сварки и качества сварных соединений контрольных образцов.

Правилами установлено, что сварщик, допущенный по результатам аттестации к выполнению сварочных работ, перед допуском к работе должен проходить проверку

практических навыков путем выполнения и контроля пробного сварного соединения не менее одного раза в шесть месяцев. При этом по своим параметрам (марка стали, габариты труб, форма разделки кромок, метод сварки, сварочные материалы, положение шва, режим подогрева и др.) контрольное сварное соединение должно быть идентичным производственному или одного с ним типа. Сварщик может приступить к работе на котле только при положительных результатах проверки пробного сварного соединения аккредитованной лабораторией, оформленных соответствующим протоколом.

Установлены требования к сварочным аппаратам для дуговой сварки плавлением: для применения данного оборудования на потенциально опасных объектах (котельных) необходимо получить разрешение Госпромнадзора.

Правила содержат девять объемных приложений. В частности, в приложение 5 «Нормы оценки выявленных дефектов» включены соответствующие нормы для основных видов контроля металла и сварных соединений, включая визуальный, магнитопорошковый и вихретоковый, ультразвуковой, радиографический, спектральный анализ (стилоскопирование), а также металлографические исследования и измерение твердости металла.

При изготовлении котлов для собственных нужд (без реализации на территории Таможенного союза) установлены формы паспорта на котел и свидетельства об изготовлении элементов котла.





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

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЙ ПО ВОПРОСАМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

16 июня вступило в силу постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29 апреля 2021 года № 29, которым внесены изменения в постановление МЧС от 6 июля 2016 года № 31 «О некоторых вопросах подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности».

Изменения, внесенные постановлением МЧС № 29 в требования к подготовке и проверке знаний по вопросам промышленной безопасности, в основном касаются следующих документов:

- Инструкции о порядке подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности (Инструкция 1);
- Инструкции о порядке создания и деятельности комиссий для проверки знаний по вопросам промышленной безопасности (Инструкция 2);
- Инструкции о порядке выдачи удостоверения на право обслуживания потенциально опасных объектов (Инструкция 3).

Изменения в подходах к проверке знаний в субъектах промышленной безопасности

В вышеназванные инструкции внесены изменения редакционно-технического характера, в том числе связанные с Законом Республики Беларусь от 17 июля 2018 года № 130-З «О нормативных правовых актах», а также иные изменения, в которых учтены обращения граждан и юридических лиц.

В частности, в п. 15 *Инструкции 2* исключены слова «заместителем председателя», «в его отсутствие – заместителя председателя». Соответственно, Инструкция 2 более не содержит требований к работнику субъекта промышленной безопасности, назначаемому заместителем председателя комиссии для проверки знаний по вопросам промышленной безопасности (далее – комиссия). Это обусловлено тем, что в соответствии с изменениями в постановление МЧС от 6 июля 2016 года № 31 «О некоторых вопросах подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности», внесенными в 2018 году, проверка знаний путем тестирования с использованием компьютерной техники проводится **одним членом комиссии**. Это делает нецелесообразным наличие в ее составе заместителя председателя.

Постановлением уточняется, что в субъекте промышленной безопасности проверке знаний по вопросам промышленной безопасности подлежат только те лица, которые привлекаются в качестве преподавателей для проведения теоретической подготовки по вопросам промышленной безопасности при реали-

зации образовательной программы обучения в организациях (п. 4 *Инструкции 1*).

Проверке знаний также подлежат председатели комиссий. Иные члены могут быть включены в состав комиссий на основании проверки их знаний по выполняемым функциям (пп. 4.5 *Инструкции 1*).

В настоящее время в соответствии с п. 18 *Инструкции 1* члены комиссии для проверки знаний по вопросам промышленной безопасности, созданной в субъекте промышленной безопасности, **не должны проходить проверку знаний в качестве членов комиссии** при условии, что они проходили первичную, периодическую и (или) внеочередную проверку знаний в комиссии Госпромнадзора (комиссии государственного органа) в качестве лица, ответственного за безопасную эксплуатацию, лица, ответственного за осуществление производственного контроля, руководителя и специалиста, осуществляющего руководство работами.

Таким образом, требование предыдущей редакции *Инструкции 1* о необходимости прохождения проверки знаний членами комиссии (за исключением председателя), созданной

в субъекте промышленной безопасности, является формальностью.

В то же время в Инструкции 2 установлено, что работники субъекта промышленной безопасности включаются в состав комиссии после прохождения проверки знаний в порядке, установленном Инструкцией 1.

На основании изложенного по всему тексту Инструкции 1 слово «члены» заменено словом «председатель».

Первичная и внеочередная проверка знаний

Пункт 6 Инструкции 1 излагается в новой редакции. Первичная проверка знаний должна проводиться до назначения ответственных лиц, включения в состав комиссии, начала руководства или выполнения работ, составляющих деятельность в области промышленной безопасности. Не допускается проверка знаний более чем по четырем направлениям в отношении одного работника, ответственного за безопасную эксплуатацию в субъекте промышленной безопасности.

Действующей редакцией Инструкции 1 предусмотрен месячный срок для первичной проверки знаний лиц, указанных в пп. 4.1, 4.3–4.5 (руководящие работники и специалисты). В то же время установлено, что рабочие проходят первичную проверку знаний перед допуском к выполнению работ или самостоятельной работе, а преподаватели – до проведения теоретической подготовки работников субъекта промышленной безопасности. В целях единообразия предъявляемых требований аналогичные нормы предлагается применять по отношению к руководящим работникам и специалистам.

Изменены пункты Инструкции 1, устанавливающие случаи внеочередной проверки знаний руководителей, специалистов (п. 11) и рабочих (п. 12). Это обусловлено изменениями, внесенными Законом Республики Беларусь от 10 декабря 2020 года № 66-З «Об изменении законов по вопросам перевозки опасных грузов и промышленной безопасности» в Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 года № 354-З «О промышленной безопасности».

Право проведения проверки знаний

В соответствии с изменением п. 17 Инструкции 1 организациям, имеющим разрешение (свидетельство) на право проведения проверки знаний лиц, которые согласно НПА и обязательным для соблюдения требованиям ТНПА являются ответственными за организацию и обеспечение безопасности работ на опасных производственных и (или) потенциально опасных объектах, подлежащих государственному надзору в области промышленной безопасности, предоставляется возможность проведения внеочередной проверки знаний (за исключением внеочередной проверки знаний, проводимой по требованию Госпромнадзора).

В п. 20 Инструкции 1 установлены случаи, при которых проверку знаний должны проводить комиссии субъекта промышленной безопасности и комиссии структурного подразделения субъекта промышленной безопасности, в том числе обособленного. До внесения изменений данный пункт содержал требования о прохождении первичной, периодической и внеочередной проверки знаний отдельными категориями работников субъекта промышленной безопасности

только в комиссии субъекта промышленной безопасности. При этом не было установлено, в отношении каких категорий работников проводится проверка знаний в комиссии структурного подразделения субъекта промышленной безопасности, в том числе обособленного. Это привело к необходимости изложения п. 20 в новой редакции.

Количество попыток сдачи проверки знаний ограничено до 3 раз. Для работников субъекта промышленной безопасности и преподавателей, не прошедших проверку знаний, отменено требование о проведении повторной проверки знаний в срок, не превышающий одного

месяца. В то же время в целях качественной подготовки к проверке указанное количество попыток может быть использовано в течение года (п. 27 Инструкции 1).

Ограничения по возложению ответственности за безопасную эксплуатацию

Постановлением устанавливаются ограничения по возложению на одного работника субъекта промышленной безопасности обязанностей лица, ответственного за безопасную эксплуатацию. Направлений, за которые отвечает такой работник, должно быть не более четырех. В ином случае избыточная нагрузка может привести к формальному отношению ответственного лица к своим обязанностям.



Так, при эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) и потенциально опасных объектов (ПОО) химического и нефтехимического комплекса имеют место назначения одного работника ответственным за безопасную эксплуатацию сразу нескольких групп объектов: технологических трубопроводов; сосудов, работающих под давлением; объектов газораспределительной системы и газопотребления; грузоподъемных кранов.

При этом только в обязанности лица по надзору за безопасной эксплуатацией трубопроводов (работник службы промышленной безопасности – лицо, ответственное за осу-

ществление производственного контроля) входит контроль за:

- соблюдением работниками ОПО и ПОО требований локальных правовых актов и эксплуатационных документов в области промышленной безопасности;
- выполнением требований (предписаний) и рекомендаций по устранению нарушений, выявленных в ходе мониторинга, положений приказов, распоряжений, актов технического расследования аварий, инцидентов и несчастных случаев;
- проведением мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации трубопроводов, профилактике аварий и производственного травматизма;
- своевременным проведением соответствующими службами планово-предупредительных ремонтов, осмотров, испытаний, ревизий;
- регулярным и качественным ведением эксплуатационной и ремонтной документации на трубопроводы (паспортов, формуляров, эксплуатационных журналов и т.п.);
- реконструкцией ОПО и (или) ПОО в части соблюдения требований промышленной безопасности при монтаже, ремонте трубопроводов;
- наличием необходимых сертификатов соответствия, деклараций соответствия на применяемые технические устройства.

К примеру, на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» в настоящий момент эксплуатируется 1664 технологических трубопровода общей протяженностью 416 км. По состоянию за 2019 год инженером надзора (работник службы промышленной безопасности) было проведено:

- 1664 наружных осмотра технологических трубопроводов;
- 108 наружных осмотров технологических трубопроводов, расположенных на сливноналивных эстакадах;
- 455 ревизий технологических трубопроводов;
- 368 мероприятий по контролю за проведением испытаний на прочность, плотность, герметичность;
- 409 проверок исполнительной документации после ремонта;
- 76 проверок цехов, по результатам которых выдано 76 предписаний в связи с 458 нарушениями.

Ниже приведен теоретический расчет рабочего времени, необходимого для выполнения работ ин-

женером по надзору за технологическими трубопроводами за год (лицо, ответственное за осуществление производственного контроля). Расчет выполнен на основании данных за 2019 год. В связи с отсутствием норм времени на наружный осмотр и ревизию технологических трубопроводов в химической и нефтехимической промышленности:

- в расчете использованы нормы на проведение наружного осмотра трубопроводов пара и горячей воды протяженностью до 100 погонных метров в соответствии с Нормами времени на услуги (работы), выполняемые Департаментом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности, утвержденными в 2013 году;
- нормы времени на проведение периодической ревизии и диагностирования технологических трубопроводов приняты равными нормам на проведение наружного осмотра;
- нормы времени на проведение целевых и комплексных проверок приняты исходя из опыта их осуществления.

В расчете не учитывается время на оформление технической документации при проведении вышеуказанных работ.

Проведено работ в 2019 году		Норма времени
Наружный осмотр трубопроводов	1772 ед.	4,35 чел.-ч
Ревизия трубопроводов	455 ед.	
Проверка исполнительной документации	409 ед.	2 ч
Целевые и оперативные проверки цехов	76 проверок	4 ч на одну проверку

Время, необходимое для выполнения перечисленных работ, составляет

$$(1772 + 455) \times 4,35 + 409 \times 2 + 76 \times 4 = 10\,809,45 \text{ ч.}$$

Фактически же в 2019 году инженер по надзору за технологическими трубопроводами отработал 2007,25 ч. Таким образом, количество



рабочего времени, которым располагал специалист, было более чем на 8000 ч меньше времени, необходимого ему для выполнения основных работ в рассматриваемый период.

Надзор

Область надзора приведена в соответствие с Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 года № 510 «О контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» и определяется как государственный надзор за организацией работ в отношении ОПО и (или) ПОО при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности.

Указ Президента Республики Беларусь от 22 июня 2010 г. № 325 «О ведомственном контроле в Республике Беларусь» признан утратившим силу.

Взамен осуществления ведомственного контроля Министерство внутренних дел, Государственный пограничный комитет, Комитет государственной безопасности, центральный аппарат Государственного комитета судебных экспертиз наделены полномочиями на осуществление управления деятельностью подчиненных им (входящих в состав, систему) субъектов промышленной безопасности.

При подготовке статьи использовались материалы раздела «Новости» официального сайта Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и материалы обсуждения проектов НПА на Правовом форуме Беларуси 5 февраля 2021 года.

НОВОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

сентябрь–октябрь

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 15.09.2021 № 348

«О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы»

Утверждена Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, и предусмотрены меры по ее реализации. Ответственный заказчик Государственной программы – Госкомитет по науке и технологиям.

Указ вступил в силу с 22 сентября 2021 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2021 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 05.10.2021 № 381

«О строительстве распределительных электрических сетей»

Определен порядок строительства распределительных электрических сетей, его финансирования, а также использования физическими лицами электрической энергии для нужд отопления, горячего водоснабжения.

Указ вступает в силу с 8 января 2022 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.08.2021 № 481

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Скорректированы следующие НПА:

1) Правила заключения и исполнения договоров строительного подряда.

Право на заключение договора в соответствии с ч. 1 п. 29 Правил не распространяется на субподрядчика при финансировании строительства объекта за счет бюджетных средств;

2) Положение о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства.

Заключения органов госнадзора, включая органы госстройнадзора, не требуются:

– по объектам пятого класса сложности (за исключением объектов, включенных в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь, а также объектов, по которым предпроектная (предынвестиционная) и проектная документация подлежит государственной экологической экспертизе), на которых в соответствии с законодательством не осуществляется госстройнадзор;

– по объектам строительства (объектам электросвязи), в том числе линейным и станционным сооружениям связи, инженерные решения которых не затрагивают несущей способности конструкций зданий и сооружений, а также по объектам, строительство которых не предусматривает занятие земельного участка;

3) Положение о порядке резервирования подрядчиком средств для обеспечения устранения результата строительных, специальных, монтажных работ ненадлежащего качества, выявленного в период гарантийного срока эксплуатации объекта строительства, их учета, расходования, в том числе перечисления в местный бюджет.

Размер денежных средств, которые заказчик, застройщик перечисляет на специальный счет, понижен с 1,5 до 0,5 % стоимости работ, выполненных подрядчиком в расчетном периоде и принятых заказчиком, без учета НДС.

Постановление вступило в силу с 26 августа 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.09.2021 № 540

«О реализации Кредитного соглашения»

Предусмотрены меры по реализации Кредитного соглашения о предоставлении льготного покупательского кредита для реализации инвестиционного проекта «Реконструкция ПС 220 кВ Столбцы с переводом на напряжение 330 кВ и строительством ВЛ 330 кВ Столбцы – Барановичи» (строительство третьей и четвертой очередей) между Правительством Республики Беларусь в лице Министерства финансов и Экспортно-импортным банком Китая от 27.08.2021.

Проект включен в перечень финансируемых за счет внешних государственных займов и внешних займов, привлеченных под гарантии Правительства Республики Беларусь, инвестиционных проектов и предназначенных для реализации таких проектов технологического оборудования и запасных частей к нему, которые при ввозе на территорию Республики Беларусь освобождаются от таможенных пошлин и налога на добавленную стоимость, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.05.2009 № 572.

Постановление вступило в силу с 22 сентября 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2021 № 554

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 19 июня 2021 г. № 351»

Внесено изменение в приложение 3 к постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19.06.2021 № 351 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2021/2022 года» в части объемов запасов топочного мазута, создаваемых Министерством энергетики к отопительному сезону.

Постановление вступило в силу с 13 октября 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2021 № 556

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»

Изложено в новой редакции приложение к постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 31.12.2010 № 1932 «Об установлении ставок вывозных таможенных пошлин в отношении нефти сырой и отдельных категорий товаров, выработанных из нефти».

Установлены следующие ставки экспортных пошлин (за 1 т, долл. США):

– на сырую нефть, мазут, битум нефтяной, вазелин и парафин, отработанные нефтепродукты – 62,8 (ранее – 64,6);
– на прямогонный бензин – 34,5 (ранее – 35,5);
– на товарные бензины, дизельное топливо, легкие, средние дистилляты, бензол, толуол, ксилолы, масла смазочные – 18,8 (ранее – 19,3).

Постановление вступило в силу с 1 октября 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.10.2021 № 558

«О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 5 апреля 2021 г. № 137»

Постановлением утверждены (прилагаются к документу):

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

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

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

– Положение о порядке выдачи справки о дозе облучения. Постановление вступило в силу с 10 октября 2021 года.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 01.09.2021 № 51

[«Об изменении постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 8 декабря 2016 г. № 29»](#)

Внесены изменения в Инструкцию о порядке заключения договоров о межремонтном обслуживании находящихся в хозяйственном ведении энергоснабжающих организаций объектов наружного освещения улиц населенных пунктов, а также об оплате электрической энергии, потребляемой указанными объектами, утвержденную постановлением Минэнерго от 08.12.2016 № 29.

Постановление вступило в силу с 1 октября 2021 года.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 10.09.2021 № 52

[«Об изменении постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 29 января 2016 г. № 5»](#)

Внесены изменения в Инструкцию о порядке перерасчетов (расчетов) за потребленную (потребляемую) электрическую энергию (мощность) в случаях ее самовольного (бездоговорного), безучетного потребления и при иных нарушениях в работе средств расчетного учета электрической энергии и мощности, утвержденную постановлением Минэнерго от 29.01.2016 № 5.

В частности, установлен порядок оформления энергоснабжающей организацией расчета за потребленную в таких случаях электроэнергию, а также порядок доведения расчета до сведения потребителя.

При несоблюдении абонентом срока государственной поверки средства расчетного учета электроэнергии упраздняется порядок расчета стоимости потребленной и недоплаченной электроэнергии на основании фактической превышенной погрешности такого средства учета. Расчет производят на основании расчетной величины суточного потребления электроэнергии абонентом и продолжительности периода безучетного потребления.

Установлен период расчета стоимости потребленной и недоплаченной электроэнергии, если нарушение в работе средства расчетного учета произошло не по вине абонента (то есть в тех случаях, когда обязанность по соблюдению срока государственной поверки средства расчетного учета возложена на энергоснабжающую организацию или когда выходят из строя элементы средства учета). В этом случае период расчета начнется с даты последнего достоверного снятия и регистрации показаний средств учета представителем энергоснабжающей организации либо со дня предыдущей проверки средств учета, в том числе измерительных трансформаторов тока, если иной меньший срок документально не подтвержден (то не более 6 месяцев).

Положения Инструкции приведены в соответствие с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июля 2021 г. № 381 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 16 апреля 2021 г. № 153».

Новое название постановления – «О порядке расчетов за потребленную (потребляемую) электрическую энергию (мощность) в случаях ее самовольного (бездоговорного), безучетного потребления».

Постановление вступило в силу с 21 октября 2021 года.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 17.09.2021 № 53

[«Об изменении постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 29 января 2016 г. № 4»](#)

Документом внесены изменения в форму акта о самовольном (бездоговорном), безучетном потреблении электрической энергии (мощности) и при иных нарушениях в работе средств расчетного учета электрической энергии (мощности). Для владельцев блок-станций установлены следующие новые формы документов:

– форма заявления о намерении заключить договор оказания услуг по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике;

– форма сведений о выполнении требований, указанных в пункте 6 Правил доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, что необходимо выполнить владельцам блок-станций для обеспечения заключения в срок до 1 декабря 2021 года договоров оказания таких услуг;

– форма заявления о намерении заключить договор оказания услуг по передаче и распределению электрической энергии и (или) договор оказания услуг по распределению электрической энергии.

Постановление вступило в силу с 21 октября 2021 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12.07.2021 № 49

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 мая 2010 г. № 19»](#)

Внесены изменения в постановление МЧС от 11.05.2010 № 19 «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности», в том числе в Правила устройства и эксплуатации систем вентиляции, важных для безопасности атомных электростанций и Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомных электростанциях с реакторами типа ВВЭР.

Постановление вступило в силу с 19 сентября 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22.07.2021 № 51

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12 апреля 2017 г. № 11»](#)

Внесены изменения в нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность атомных электростанций в случае ядерной и (или) радиологической аварийной ситуации. Требования к планированию и обеспечению радиационного мониторинга», утвержденные постановлением МЧС от 12.04.2017 № 11.

Постановление вступило в силу с 3 сентября 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 06.09.2021 № 59

[«О требованиях к содержанию отчета по оценке текущего состояния безопасности»](#)

Утверждена Инструкция о требованиях к содержанию отчета по оценке текущего состояния безопасности ядерной установки, пункта хранения либо осуществляемых работ и (или) услуг.

Постановление вступило в силу с 10 октября 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.09.2021 № 62

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 25 апреля 2019 г. № 35»

Внесены изменения в постановление МЧС от 25.04.2019 № 35 «О перечнях работ (услуг) и оборудования для объектов использования атомной энергии».

Постановление вступило в силу с 10 октября 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.09.2021 № 63

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 июля 2016 г. № 31»

Внесены изменения в Инструкцию о порядке подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности, утвержденную постановлением МЧС от 06.07.2016 № 31.

Постановление вступило в силу с 2 октября 2021 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27.09.2021 № 66

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27 июля 2017 г. № 34»

Внесены изменения в нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Требования к выполнению модификаций на атомных электростанциях и оценка их безопасности», утвержденные постановлением МЧС от 27.07.2017 № 34.

Постановление вступило в силу с 10 октября 2021 года.

Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 01.07.2021 № 53

«Об утверждении Правил по охране труда»

Утверждены Правила по охране труда.

Правилами установлены требования, направленные на обеспечение здоровых и безопасных условий труда работающих в процессе трудовой деятельности. Требования Правил распространяются на работодателей независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющих различные виды экономической деятельности.

Постановление вступило в силу после официального опубликования.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 14.10.2021 № 69

«О тарифах на услуги в электроэнергетике»

Документом установлены тарифы на услуги:

1) по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, оказываемые ГПО «Белэнерго»:

– РУП-облэнерго и РУП «Белорусская атомная электростанция», в размере 74,22 руб. за 1 МВт;

– владельцам блок-станций, подключенных непосредственно или опосредованно к электросетям РУП-облэнерго, в размере 96,84 руб. за 1 МВт;

2) по передаче и распределению электроэнергии, произ-

веденной блок-станциями, по электросетям РУП-облэнерго в пределах нескольких областей, оказываемые РУП-облэнерго и ГПО «Белэнерго» владельцам блок-станций установленной электрической мощностью 25 МВт и более для передачи и распределения обособленным подразделениям, иным структурным подразделениям и (или) объектам электроснабжения владельцев блок-станций, в размере 0,1377 руб. за 1 кВт·ч;

3) по распределению электроэнергии, произведенной блок-станцией, по электросети РУП-облэнерго в пределах одной области, оказываемые РУП-облэнерго:

– организациям ЖКХ – владельцам блок-станций для обеспечения продажи электроэнергии, произведенной ими сверх объемов, необходимых для энергообеспечения хозяйственной деятельности владельцев этих блок-станций, потребителям – организациям ЖКХ, в размере 0,12 руб. за 1 кВт·ч;

– владельцам блок-станций для распределения произведенной ими электроэнергии на объекты владельцев блок-станций в размере 0,0517 руб. за 1 кВт·ч.

Постановление вступило в силу с 21 октября 2021 года.

Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 27.09.2021 № 62/57

«Об изменении постановлений Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 января 2017 г. № 9/2 и от 27 февраля 2017 г. № 15/6»

Внесены изменения в постановления МАРТ и Минэнерго:

– от 26.01.2017 № 9/2 «Об определении групп потребителей природного газа, по которым могут дифференцироваться цены на природный газ»;

– от 27.02.2017 № 15/6 «Об определении групп потребителей электрической и тепловой энергии».

Введены тарифные группы на электроэнергию для организаций, осуществляющих обработку данных, включая майнинг. Документ принят в целях стимулирования использования электрической энергии в стране и предусматривает расширение тарифных групп для потребителей реального сектора экономики.

Постановлением введена новая категория потребителей электроэнергии – «организации, осуществляющие обработку данных, предоставление услуг по размещению информации и связанную с этим деятельность, включая майнинг и деятельность центров обработки данных», а также четыре тарифные группы для установления стимулирующих тарифов.

Определены условия отнесения потребителей к указанной категории. В частности, основным видом экономической деятельности потребителя должна быть обработка данных, предоставление услуг по размещению информации и связанная с этим деятельность. Также необходимо, чтобы объем потребления электрической энергии в год составлял от 25 млн кВт·ч и выше.

Документом также определены четыре интервала объемов годового потребления электрической энергии в качестве условия для отнесения потребителей, вошедших в новую категорию, к одной из 4 тарифных групп, относящихся к указанной категории:

- от 25 млн кВт·ч до 50 млн кВт·ч включительно;
- от 50 млн кВт·ч до 300 млн кВт·ч включительно;
- от 300 млн кВт·ч до 500 млн кВт·ч включительно;
- свыше 500 млн кВт·ч.

Постановление вступило в силу с 15 октября 2021 года.



ENERGY EXPO

