

Энергетическая Стратегия

№2 (80) март–апрель 2021

научно-практический журнал

Белорусской
энергосистеме

90 лет



Юбилею отрасли посвящены материалы, отражающие стратегические направления развития энергетической сферы республики:

- Становление и развитие энергетической отрасли (№ 4, 2020)
- Современные парогазовые технологии (№ 5, 2020)
- Развитие электросетевой инфраструктуры (№ 6, 2020)
- Мини-ТЭЦ и местные виды топлива (№ 1, 2021)

На протяжении юбилейного года в журнале будут представлены обзоры цифровой трансформации отрасли, реализации национального плана развития атомной энергетики и др.

Читайте в номере:

■ К 90-летию Белорусской энергосистемы

Приветствия руководителей отрасли

Гидро- и ветроэнергетика Беларуси

Обзор становления и развития зеленой генерации республики (вкладка)

- К 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС
- Совершенствование противоаварийной автоматики БелАЭС (стр. 14)
- Комментарии к новым отраслевым стандартам (стр. 50)

ISSN 2310 - 6735





Защищенные шлюзы Modbus-to-BACnet от МОХА – безопасное управление вашими системами

В 2021 году компания Мохэ расширила линейку преобразователей протоколов MGate.

Новая серия MGate 52171 включает 2-портовые шлюзы BACnet, которые могут преобразовывать протокол Modbus RTU / ACSII / TCP в протокол BACnet / IP. В зависимости от размера и масштаба сети, шлюзы представлены различными моделями, которые монтируются на DIN-рейку, работают в широком диапазоне температур и имеют встроенную изоляцию 2 кВ для последовательных сигналов.

Компания «Микроинформ» предлагает приобрести продукцию данного производителя со склада и под заказ.

Компания «Микроинформ» является официальным дистрибьютором МОХА в Республике Беларусь

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

К 35-ЛЕТИЮ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

В ту апрельскую ночь, когда на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС взорвался атомный реактор, никто не подозревал, к каким страшным последствиям это приведет. Радионуклидами было загрязнено свыше 130 тысяч квадратных километров территории, на которой тогда проживало порядка пяти миллионов жителей.

На ликвидацию были брошены все возможные ресурсы – технические и людские. В загрязненной зоне работали специалисты разных профессий: военные, химики, строители и, конечно, энергетики, ведь электроэнергия в регионе катастрофически не хватало. Основная тяжесть по ликвидации дефицита мощности легла на энергетиков Гомельщины и Могилевщины. Своими воспоминаниями о тех днях делятся Александр Аркадьевич Петух и Владимир Петрович Гашинский, которые в 1986 году возглавляли Речицкие и Мозырские электросети.

Душа болит до сих пор

А.А. Петух: В условиях массовой эвакуации людей необходимо было строить для переселенцев жилье, медицинские пункты, бурить артезианские скважины взамен закрытых колодцев, строить отгонные пастбища и сооружать пункты дезактивации для тех, кто работал в загрязненной зоне. Все это было невозможно сделать без электроэнергии, которая оказалась в дефиците, ведь ВЛ напряжением 330 кВ с Чернобыльской АЭС была отключена. Электроэнергия нужна была и для работы воинских частей и подразделений гражданской обороны, и для жителей, которые оставались в деревнях.



Петух А.А., директор Речицких электросетей (1986–2008), генеральный директор РУП «Гомельэнерго» (2008–2015)

Нашей основной задачей тогда было строительство подстанций и электросетей, в основном ВЛ 0,4–10 кВ. Все делалось оперативно. Если республиканский штаб ставил задачу в среду, то к следующей среде все должно было быть выполнено – и проектирование, и снабжение материалами, и строительство. Сейчас трудно даже представить, что такое было возможно, но нам удалось это сделать.

Мы были главным заказчиком строительства пункта санитарной обработки (ПУСО) в Хойниках. Строили пункт специалисты Белэнергостроя, который тогда возглавлял М.П. Кондратьев. Это был уникальный объект с уникальным оборудованием: три линии мойки – для легкового и грузового транспорта, помывочные пункты для людей. Чтобы загрязненная вода не ушла в почву, в несколько слоев были уложены бетон и резина. Толщина этого «слоеного пирога» составляла полтора метра. Эта площадка до сих пор сохранилась. Убрать ее практически невозможно – навечно положена. Подстанции и сети, обеспечивавшие работу ПУСО, работают до сих пор.

В самый пик аварии на разных объектах трудилось 380 человек. Специалистов собирали со всех РЭСов. Первая бригада, которую я послал в загрязненную зону, состояла из семи человек. Это были самые боевые ребята. Сегодня в живых остались немногие. Остальные ушли из жизни в 40–45 лет. Душа до сих пор болит...

Линия жизни Мозырь – Солигорск

В.П. Гашинский: Когда Чернобыльская АЭС остановилась, весь Мозырский район оказался в ситуации дефицита электроэнергии. Эту проблему во что бы то ни стало надо было устранить до зимы. Главный груз по ее решению приняли на себя Мозырские электросети.

Линия Чернобыль – Мозырь питала электроэнергией Полесский регион, и ее потеря была смертельным ударом для предприятий и, конечно, для людей. Необходимо было по пойме Припяти через леса и болота протянуть ВЛ 330 кВ Мозырь – Солигорск. На всё – изучение, проектирование, строительство – было отпущено только полгода.

На выполнение задачи работали многие: и Белсельстройпроект, и энергетики, и строители. Основное ядро



Гашинский В.П., директор Мозырских электросетей (1973–2004)

составляла наша мехколонна № 87. Все решения по реализации этого проекта были уникальными – в некоторых случаях приходилось даже устанавливать плавающие опоры. По нормам на сооружение такой линии от начала до конца необходимо как минимум три-четыре года, а мы сделали ее за шесть месяцев.

Это был колоссальный труд. Но мы понимали, что должны решить эту проблему. В ноябре, к зимнему максимуму нагрузок, линия была включена в сеть. Это спасло Полесский регион. Конечно, цена этой победы оказалась высокой. Многие ушли из жизни, не дожив до 60 лет. Хочется, чтобы люди знали правду и помнили тех, кто совершил невозможное.

Героизм и самоотверженность тех, кто восстанавливал жизнеспособность регионов, пострадавших после аварии на ЧАЭС, поражает и сегодня. Они работали на пределе человеческих возможностей. Это был настоящий подвиг, память о котором должна сохраниться в поколениях.

Беседовала Ольга ГОНЧАР

Учредитель
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Редакционная коллегия:

Мороз Д.Р.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Реентович С.В.	заместитель Министра энергетики Республики Беларусь
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
Кушнаренко 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., председатель правления Ассоциации «Возобновляемая энергетика»
Рыков А.Н.	к.т.н., директор РУП «Белнипиэнергопром»
Седнин В.А.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ (заместитель председателя)
Фурсанов М.И.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ
Якубович П.В.	директор РУП «БЕЛТЭИ»

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

ТЭК Беларуси 6

Шеликова Е.В.

Сроки испытаний с отделением энергосистем стран Балтии
на изолированную работу перенесены 10

Мировая энергетика 11

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Шевалдин М.А., Томашов Р.И.

Противоаварийная автоматика БелАЭС – важный фактор устойчивости
и надежности Белорусской энергосистемы 14

Сазонов П.А., Дашковский А.А.

Основные принципы организации сетевой безопасности
в многоуровневых SCADA-системах 19

Прогрессивные транспортные решения для энергетической отрасли 22

Интервью директора предприятия «КВ-партнер» В.А. Вальца

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Луговская О.М.

Международные подходы к формированию инфраструктуры
ядерной и радиационной безопасности и их реализация в Беларуси 26

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ОПЫТ

Развитие атомной энергетики остается приоритетом
энергетической стратегии Словакии 30

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Поляков В.И., Радовня А.Г.

Инновационные технологии и современные средства
информатизации в системе газоснабжения 33

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

Бикетов И.П.

О влиянии качества электроэнергии на работу электрооборудования 38

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Саранцев В.В.

Разработана методика идентификации опасностей и оценки рисков 42

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Сицко А.Л., Первененок Р.Е.

Система управления силового активного фильтрокомпенсирующего
устройства с адаптивной фильтрацией 43



Фиков А.С.

Аналитическая модель изотермического течения газа
в трубопроводе при некачкообразном изменении его расхода.....47

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Лосенков Д.М.

О внесении изменений в технические кодексы
установившейся практики50

Комментарии к Изменению № 3 ТКП 181-2009 и Изменению № 2 ТКП 387-2012

Колик В.Р.

Внесены изменения в порядок расчета технологического расхода
электроэнергии на ее транспорт в электросетях.....52

Комментарии к Изменению № 1 ТКП 460-2017 (33240)

Трипутень Ю.И.

Обновлена Инструкция по ведению эксплуатационно-технической
документации на средства диспетчерского
и технологического управления54

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.48.507-21

Корженевский Р.Б.

Разработаны правила организации пусконаладочных работ
на тепловых электрических станциях и котельных.....55

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.408-20

Харченко А.И.

Изменились требования к проектированию и разработке схем
перспективного развития сетей сельскохозяйственного назначения.....56

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.178-20

Национальный фонд ТНПА – энергетике58

ПРАВО

Поляков В.И.

Внесены изменения в законодательство в сфере
перевозки опасных грузов и промышленной безопасности.....59

Новости законодательства (март–апрель).....62

К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Гидро- и ветроэнергетика Беларуси

В обзоре анализируются особенности развития в Беларуси гидро- и ветроэнергетики на разных исторических этапах. Отражена реализация наиболее значимых проектов в области зеленой генерации, приведены статистические данные об изменении мощности энергоисточников, использующих возобновляемые ресурсы, и объеме вырабатываемой ими электроэнергии.

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	Федосеев Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редактор	Лемехова Д.Д.
Компьютерный дизайн и верстка	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 26.04.2021 г., формат 60х90%, тираж 1460 экз., заказ 1478.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экономэнерго», 2021



УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ! ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

**От имени Министерства энергетики
Республики Беларусь и от себя лично
поздравляю вас со знаменательным
событием – 90-летием Белорусской
энергосистемы!**

История развития отрасли неразрывно связана с развитием нашей страны, укреплением ее экономического, производственно-технологического и инновационного потенциала. Сложившиеся многолетние традиции, богатый опыт и высококвалифицированные кадры организаций энергетического комплекса позволяют эффективно решать важнейшие задачи по надежному и бесперебойному энергоснабжению реального сектора экономики и населения. Отрасль вносит весомый вклад в укрепление энергетической безопасности Беларуси, создает надежную базу для развития национальной экономики.

В соответствии с поручениями Главы государства в стране на системной основе осуществляется модернизация основных производственных фондов энергоснабжающих организаций. Реализованы масштабные проекты по вводу нового и повышению эффективности действующего генерирующего оборудования, внедрению передовых технологий и интеллектуальных систем управления в газовой сфере и электроэнергетике. Большая работа проделана для успешной интеграции в объединенную энергосистему Белорусской атомной электростанции. В текущем году первый энергоблок БелАЭС будет введен в промышленную эксплуатацию.

В ближайшее время нам предстоит реализовать не менее амбициозные проекты: завершить строительство и ввести в строй второй энергоблок атомной станции, существенно нарастить объемы реконструкции линий электропередачи, продолжить работу по цифровизации электроэнергетического комплекса. Особое внимание будет уделено дальнейшему повышению качества услуг, предоставляемых населению. Создание максимально комфортных условий для людей – потребителей электрической и тепловой энергии – один из важнейших приоритетов в нашей работе.

Уверен, что ваше трудолюбие, глубокие знания, высокая компетентность позволят успешно справиться с решением поставленных задач.

Особые слова благодарности хочу адресовать ветеранам отрасли. Огромную роль в развитии энергетического комплекса играет преемственность поколений энергетиков. То уважение, с которым молодые специалисты относятся к труду и богатому опыту старших коллег, – во многом ваша заслуга. Спасибо вам за самоотверженный труд, за знания, которые вы передали нашей молодежи, за крепкие семейные династии.

Желаю всем вам и вашим близким, уважаемые коллеги, крепкого здоровья, счастья, благополучия, оптимизма и новых достижений в профессиональной деятельности на благо нашей родной Беларуси!

Министр энергетики Республики Беларусь

В.М.Каранкевич

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

**От имени государственного
производственного объединения
электроэнергетики «Белэнерго»
и от себя лично поздравляю вас с 90-летием
Белорусской энергосистемы!**



15 мая 1931 года из разрозненных электростанций малой мощности и локальных электрических сетей была создана объединенная Белорусская энергетическая система. За минувшие десятилетия мы прошли сложный путь развития и по праву можем гордиться тем, что сохранили и приумножили энергетический потенциал страны. Мы обновили и модернизировали наши станции, тепловые и электрические сети. Так, первенец отечественной энергетики – Белорусская ГРЭС – по сей день еще в строю. С применением современных технологий проведена масштабная реконструкция основных генерирующих энергоисточников, введены в эксплуатацию мощные гидроэлектростанции, построен ветропарк, создана развитая электросетевая инфраструктура.

А совсем недавно мы шагнули в новую эру – эру высоких достижений инженерной мысли в области безопасных атомных технологий. Таким шагом стало завершение строительства первого энергоблока Белорусской АЭС, который уже выдает в сеть электрическую энергию. Многое было сделано, чтобы этот грандиозный для страны проект был успешно воплощен в жизнь. В ходе реализации мероприятий по выдаче мощности атомной станции построены тысячи километров линий электропередачи, реконструированы действующие

и созданы новые крупные подстанции. Продолжаются работы по режимной интеграции БелАЭС.

Эффективная работа энергосистемы – это результат усилий всего нашего коллектива. За масштабными достижениями в энергетической сфере стоят человеческие судьбы, напряженные будни и упорный труд тысяч людей. Многолетний опыт и добрые традиции, ответственное и добросовестное отношение к выполнению поставленных задач, высокая квалификация сотрудников в сочетании с освоением передовых технологий позволяют нам сообща выполнять главную миссию – обеспечивать стабильное и надежное энергоснабжение страны.

История энергосистемы – это история нескольких поколений преданных энергетике людей, настоящих профессионалов. Поэтому самую искреннюю благодарность адресую старшему поколению энергетиков, чей труд является образцом отношения к своему делу, вдохновляющим молодую смену на новые достижения.

Поздравляя с юбилеем, от души желаю всему коллективу энергосистемы здоровья, благополучия, успехов в продолжении славной истории развития белорусской энергетики, плодотворной работы и новых трудовых свершений.

Всего вам доброго!

Генеральный директор ГПО «Белэнерго»

П.В.Дрозд

ТЭК БЕЛАРУСИ

Определен состав комиссии по приемке в эксплуатацию первого энергоблока БелАЭС

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 марта 2021 года № 148 определен состав комиссии по приемке в эксплуатацию первого энергоблока БелАЭС. Возглавил приемочную комиссию вице-премьер Республики Беларусь Ю.В. Назаров. Его заместителями по комиссии определены заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк и генеральный директор ГПО «Белэнерго» П.В. Дрозд.

Согласно постановлению председатель приемочной комиссии имеет право при необходимости привлекать к работе специалистов республиканских органов государственного управления, иных государственных и других организаций. Организационно-техническое обеспечение деятельности приемочной комиссии возложено на Министерство энергетики.

Завершен очередной этап строительства второго кольцевого газопровода вокруг Минска

9 марта состоялась торжественная церемония подачи газа по кольцевому газопроводу от МКАД (район улицы Илимской) до д. Королев Стан. В мероприятии принял участие Министр энергетики В.М. Каранкевич.

Вторая очередь масштабного проекта реализуется с 2018 года. Газопровод протяженностью 17,4 км был построен за 8 месяцев. Следующим этапом станет строительство участка газопровода от д. Королев Стан до аг. Острошицкий Городок. Это предусмотрено Программой комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы.



Дистанционное открытие задвижки для пуска газа по второму кольцевому газопроводу вокруг г. Минска

Запуск второго кольцевого газопровода вокруг столицы позволит обеспечить надежное и бесперебойное газоснабжение потребителей северо-западной части Минска и Минского района, что особенно актуально при пиковых нагрузках в зимний период.

Эксперты ВАО АЭС оценили эксплуатационную готовность второго энергоблока БелАЭС

С 5 по 13 апреля эксперты Московского центра Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), провели миссию технической поддержки по оценке эксплуатационной готовности второго энергоблока БелАЭС. Помимо представителей ассоциации в миссии принимали участие специалисты действующих АЭС России, Болгарии, ОАЭ, Турции.

Эксперты оценили эффективность организационной структуры и административного управления вторым энергоблоком, проанализировали условия подготовки персонала, провели мониторинг радиационной и противопожарной защиты, а также системы технического обслуживания.

В настоящее время первый контур реакторной установки энергоблока заполнен химически обессоленной водой и после получения соответствующих разрешений специалисты начнут основные испытания, предшествующие горячей обкатке реакторной установки.

Подписан Меморандум о взаимопонимании между ГПО «Белэнерго» и корпорацией CNEEC

10 марта в формате видеоконференцсвязи состоялись переговоры руководства ГПО «Белэнерго» с представителями Китайской национальной корпорации по электрооборудованию (China National Electric Engineering Co.).

Стороны обсудили перспективные направления взаимовыгодного сотрудничества, а именно: внедрение новейших технологий накопления энергии; использование аккумуляторных электростанций для стабилизации и покрытия пиковых потребностей в электроэнергии; производство, установку, эксплуатацию и обслуживание автомобильных зарядных станций в Беларуси; продвижение электротехнической продукции белорусских предприятий на китайский рынок; организацию специализированных выставочных мероприятий; совместное участие CNEEC и проектных и/или строительно-монтажных организаций Белэнерго в белорусских и зарубежных тендерах.

Все перечисленные направления нашли отражение в Меморандуме о взаимопонимании между CNEEC и ГПО «Белэнерго», подписанном по итогам встречи.

Доставлено ядерное топливо для второго энергоблока БелАЭС

19 апреля на площадку БелАЭС прибыл состав с тепловыделяющими сборками со свежим ядерным топливом для второго энергоблока. В соответствии с техническим регламентом приемку и входной контроль топлива обеспечивают специалисты БелАЭС совместно с генеральным подрядчиком – АО ИК «АСЭ». До начала загрузки в реактор тепловыделяющие сборки будут находиться в хранилище свежего ядерного топлива.

Кадровые назначения

Денис Равильевич Мороз назначен на должность заместителя Министра энергетики. Решение о назначении принято постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2021 года № 140



Денис Равильевич Мороз родился 26 февраля 1982 года в г. Баку (Азербайджан). В 2005 году окончил Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого по специальности «Электроэнергетика», в 2009-м – аспирантуру университета, в 2018-м – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Государственное и местное управление». Кандидат технических наук, доцент.

Начало трудовой деятельности Д.Р. Мороза связано с ГГТУ имени П.О. Сухого, где он работал преподавателем-стажером, ассистентом кафедры «Электроснабжение», заместителем декана энергетического факультета.

В системе Министерства энергетики Денис Равильевич трудится с 2012 года, когда он был назначен проректором по профессиональному обучению Государственного института повышения квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения «ГАЗ-ИНСТИТУТ». В 2014 году возглавил проектное республиканское унитарное предприятие «Белгипрогаз», а после его преобразования – государственное предприятие «НИИ Белгипрогаз». Заместителем Министра энергетики Республики Беларусь работает с 17 марта 2021 года.

Вадим Александрович Закревский назначен на должность директора Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии

Вадим Александрович Закревский родился 4 октября 1980 года в г. Минске. В 2002 году окончил Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики по специальности «Современные иностранные языки», в 2003 году – Белорусский национальный технический университет по специальности «Теплоэнергетика», в 2014 году – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Государственное и местное управление». Кандидат технических наук.

В энергетике с 2003 года. Работал инженером-технологом цеха наладки и испытаний оборудования, инженером отдела комплектации оборудования филиала «Минская ТЭЦ-3» РУП «Минскэнерго», затем начальником службы эксплуатации тепломеханического оборудования РУП «Минскэнерго». В январе 2012 года назначен начальником управления эксплуатации электростанций и тепловых сетей ГПО «Белэнерго», в ноябре того же года – заместителем Министра энергетики Республики Беларусь. В.А. Закревский более 8 лет возглавлял редколлегия журнала «Энергетическая стратегия». Директором Департамента энергетики ЕЭК работает с 18 марта 2021 года.



Прошли испытания энергосистемы Беларуси с отключением ВЛ с Литвой

Испытания Белорусской энергосистемы с отключением трансграничных линий электропередачи с Литвой проводились в два этапа (8 и 11 апреля) и предусматривали отключение всех межгосударственных ЛЭП на белорусско-литовском сечении, в том числе четырех системообразующих ВЛ 330 кВ.

Заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго» Д.В. Ковалев отметил, что испытания прошли успешно и продемонстрировали техническую возможность Белорусской энергосистемы работать без связи с литовской. Они подтвердили правильность и достаточность разработанных технических мероприятий по нивелированию последствий отделения стран Балтии от энергокольца БРЭЛЛ. Данные технические мероприятия планируется реализовать до 2023 года.

Госэнергогазнадзор подвел итоги года

31 марта Совет Госэнергогазнадзора подвел итоги работы за 2020 год и определил основные задачи на текущий год. В заседании Совета принял участие Министр энергетики В.М. Каранкевич. В ходе заседания были рассмотрены результаты финансово-экономической деятельности учреждения, итоги осуществления государственного энергетического и газового надзора, а также заслушаны доклады о хозяйственной деятельности, состоянии трудовой и исполнительской дисциплины, работе по противодействию коррупции.

Министр энергетики обозначил ключевые задачи Госэнергогазнадзора на 2021 год. В их числе продолжение системной работы по профилактике электро- и теплотравматизма, травматизма при пользовании газом в быту, а также обеспечение качества работы с обращениями граждан и юридических лиц.

Определены перспективы белорусско-словацкого сотрудничества в газовой отрасли

10 марта генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко провел встречу с представителями словацких энергетических компаний. Сторону Словакии представили Штефан Кошован – президент группы энергокомпаний AEN Group и Йозеф Мигаш – бизнесмен, бывший Чрезвычайный и Полномочный Посол Словацкой Республики в Республике Беларусь.

Основной темой переговоров стали обмен опытом и обсуждение перспектив взаимовыгодного сотрудничества в области поставок газового оборудования, организации снабжения потребителей сжиженным углеводородным газом.

В ходе переговоров были продемонстрированы возможности организаций, входящих в состав ГПО «Белтопгаз», и словацких энергетических компаний. Стороны выразили взаимную заинтересованность в сотрудничестве и договорились о дальнейшей проработке конкретных предложений.

В Беларуси планируется открыть 11 новых расчетно-информационных центров газоснабжающих организаций

14 апреля состоялось открытие расчетно-информационного центра Слонимского производственного управления ПРУП «Гроднооблгаз». В торжественной церемонии принял участие Министр энергетики В.М. Каранкевич.

Новый центр введен в рамках реализации масштабного проекта ГПО «Белтопгаз» по строительству и модернизации сервисных центров в населенных пунктах с численностью населения от 40 тыс. человек и выше. Выступая перед собравшимися, Министр отметил, что задачи по повышению комфортности проживания в населенных пунктах, особенно в сельской местности, заложены в Программе деятельности Правительства на 2021–2025 годы. Открытие современных сервисных центров – значимый вклад в решение этих задач. В настоящее время в стране функционирует 28 таких объектов, еще 11 планируется открыть до конца года.

В свою очередь генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко подчеркнул, что повышение качества об-

служивания потребителей является одним из важнейших приоритетов деятельности объединения.

В рамках рабочей поездки в Слоним В.М. Каранкевич также провел встречу с трудовым коллективом ПУ «Слонимгаз».

Организации торфяной промышленности готовы к новому сезону добычи торфа

8 апреля на базе ПУ «Витебскторф» УП «Витебскоблгаз» под председательством генерального директора ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко состоялось выездное заседание Совета объединения, посвященное готовности организаций торфяной промышленности к сезону добычи 2021 года.

Среди вопросов, вынесенных на обсуждение, – реализация в текущем году мероприятий Программы комплексной модернизации торфяных производств на 2021–2025 годы, ожидаемые результаты производственной деятельности организаций отрасли за первый квартал и основные задачи на текущий год, в том числе по сбыту торфопродукции и диверсификации рынков торфяного топлива.

Члены Совета отметили готовность организаций торфяной промышленности к реализации поставленных задач. В первом квартале 2021 года производство топливных брикетов и торфяной сушенки составило 186 тыс. т (152 % к уровню соответствующего периода 2020 года), торфа верхового кипованного и грунтов торфяных питательных – 40,4 тыс. т (106,6 %), реализовано 176,1 тыс. т брикетов и сушенки (151,4 %).

Совет также одобрил Концепцию создания историко-образовательного центра торфяной промышленности Республики Беларусь на базе ОАО «ТБЗ Усяж». Центр предназначен для обмена передовым опытом и современными научными разработками, а также для обучения студентов профильных специальностей и повышения квалификации специалистов торфяной промышленности ГПО «Белтопгаз».

Беларусь заинтересована в развитии взаимовыгодного сотрудничества с Пакистаном

12 апреля в Белорусской торгово-промышленной палате состоялось заседание Белорусско-Пакистанского делового совета. Министр энергетики, председатель белорусской части совместной комиссии по торгово-экономическому сотрудничеству двух стран В.М. Каранкевич в приветственном слове участникам заседания заявил, что Беларусь рассматривает Пакистан в качестве перспективного партнера и заинтересована в развитии взаимовыгодного сотрудничества.

Среди приоритетных направлений, представляющих взаимный интерес, Министр назвал промышленность, сельское хозяйство, фармацевтику. Он отметил, что страны могли бы более активно взаимодействовать в сфере образования, а также рассмотреть возможности партнерства в таких областях, как информационные технологии и логистика.

В.М. Каранкевич подчеркнул, что белорусская сторона заинтересована в более активном привлечении инвестиций, промышленной кооперации, создании совместных компаний и производств, и пригласил бизнес Пакистана к сотрудничеству.



Торжественное открытие расчетно-информационного центра Слонимского производственного управления ПРУП «Гроднооблгаз»

В ходе рабочих поездок Министр энергетики В.М. Каранкевич встретился с трудовыми коллективами предприятий отрасли



31 марта. ТЭЦ-5 РУП «Минскэнерго»



В ходе рабочих поездок Министр энергетики В.М. Каранкевич встретился с трудовыми коллективами предприятий, ответил на вопросы работников и проинформировал их о ключевых решениях, принятых на VI Всебелорусском народном собрании, в том числе о стратегических задачах, стоящих перед отраслью. «В энергетике – это повышение энергетической самостоятельности страны за счет диверсификации видов и поставщиков топливно-энергетических ресурсов, увеличения использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии, снижение зависимости от углеводородного сырья за счет ввода в эксплуатацию БелАЭС», – отметил В.М. Каранкевич.



9 марта. Учебный центр УП «МИНГАЗ»

Министр также проинформировал об основных направлениях развития энергетического комплекса страны, озвучил ключевые задачи на ближайшие пять лет, рассказал о ходе реализации важнейших проектов, в том числе по строительству БелАЭС и ее интеграции в объединенную энергосистему. В частности, он подчеркнул важность модернизации электросетевой инфраструктуры. Планируется, что в 2022–2023 годах объем строительства и реконструкции электросетей вырастет до 2,7 тыс. км в год, что позволит повысить надежность электроснабжения.



3 марта. ОАО «ТБЗ Браславский»



17 марта. Волковысские электросети РУП «Гродноэнерго»

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

Сроки испытаний с отделением энергосистем стран Балтии на изолированную работу перенесены

10 марта 2021 года в режиме видеоконференцсвязи состоялось 44-е заседание рабочей группы Комитета энергосистем БРЭЛЛ по планированию и оперативному управлению (РГ ПОУ), в котором приняли участие представители ГПО «Белэнерго» (Беларусь), Elering AS (Эстония), Augstsprieguma tīkls (Латвия), LITGRID AB (Литва), ПАО «ФСК ЕЭС», АО «СО ЕЭС», ПАО «ИНТЕР РАО» (Российская Федерация), а также представители ЧАО «НЭК «Укрэнерго».

Одним из вопросов повестки дня стало обновление информации о планируемых испытаниях работы энергосистем стран Балтии в изолированном режиме. Операторы передающих систем (ОПС) Балтии проинформировали белорусскую и российскую стороны об очередном переносе сроков проведения испытаний с отделением энергосистем стран Балтии на изолированную работу (изначально предполагалось провести их в 2019 году). Планируется, что испытания пройдут в течение двух недель в конце 2024-го – начале 2025 года. ОПС Балтии выразили готовность своевременно оповестить стороны о более точных сроках проведения испытаний.



Справочно: в июне 2018 года страны Балтии, Польша и Еврокомиссия подписали в Брюсселе соглашение о синхронизации электросетей Эстонии, Литвы и Латвии с сетями континентальной Европы. Согласно документу, до 2025 года эти страны должны окончательно выйти из БРЭЛЛ.

В ходе заседания были обсуждены изменения и дополнения в Соглашение о поддержании и использовании нормативного аварийного резерва мощности в ЭК БРЭЛЛ, подписанное 29 декабря 2020 года всеми странами энергообъединения, кроме Литвы. Системно-сетевой оператор республики LITGRID AB принял решение о выходе из соглашения с 1 января 2021 года.

Справочно: Первое Соглашение о поддержании и использовании нормативного аварийного резерва мощности в электрическом кольце БРЭЛЛ (Соглашение о НАРМ) было подписано 6 декабря 2010 года с целью предотвращения технологических нарушений в электрическом кольце (ЭК) БРЭЛЛ. Согласно документу, в каждой из энергосистем кольца поддерживается объем НАРМ, равный 100 МВт. При активации НАРМ электроэнергия поставляется в соответствии с договорами на ее поставку при оказании аварийной взаимопомощи в ЭК БРЭЛЛ, заключаемыми в двустороннем порядке.

Участники заседания обсудили также вопрос об актуализации коэффициентов распределения поставок электроэнергии по контролируемым сечениям ЭК БРЭЛЛ в нормальной и ремонтной схемах сети. Стороны отметили целесообразность такой актуализации в связи с существенным изменением топологии электрической сети ЭК БРЭЛЛ с момента согласования коэффициентов в 2010 году. Российская сторона выразила готовность провести необходимые расчеты.

Справочно: Коэффициенты распределения поставок по контролируемым сечениям ЭК БРЭЛЛ в нормальной и ремонтной схемах сети были согласованы на 18-м заседании Комитета энергосистем БРЭЛЛ, состоявшемся 22–24 сентября 2010 года. Коэффициенты могут применяться не только при разработке методов управления ограничениями передающей сети (flow based method), но и при расчетах транзитных потоков, а также при решении других задач планирования и управления режимами ЭК БРЭЛЛ.

В рамках текущей работы по актуализации нормативно-технической базы состоялось обсуждение хода разработки Инструкции по режимам параллельной работы ЭС Латвии, ЭС Эстонии и ОЭС Северо-Запада, Инструкции по режимам параллельной работы Калининградской и Литовской энергосистем и Инструкции по режимам параллельной работы ОЭС Центра и ОЭС Беларуси.

Кроме того, стороны обсудили изменения и дополнения в Перечень распределения объектов диспетчеризации ОЭС Беларуси, ЕЭС России, ЭС Эстонии, ЭС Латвии и ЭС Литвы, а также изменения в Перечни данных для актуализации расчетной модели энергосистем ЭК БРЭЛЛ и Положение по информационному обмену между диспетчерскими центрами в ЭК БРЭЛЛ от 12 декабря 2007 года.

Е.В. Шеликова, ведущий специалист отдела по взаимодействию с зарубежными партнерами управления внешнеэкономического сотрудничества ГПО «Белэнерго»

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ядерная энергетика на пороге третьей волны развития

Мировым лидером в области ядерной энергетики является Россия, о чем свидетельствуют ее экспортные победы последних лет в Индии, Турции и других странах. В свою очередь, Китай ради преодоления технологического отставания не одно десятилетие развивал сотрудничество сначала с Францией, а позже с США, сумев в итоге обновить и доработать свои реакторы. На сегодняшний день КНР имеет собственный реактор «Хуалун-1», который намеревается экспортировать.

Можно говорить о том, что Россия, Китай и США вступили в гонку ядерных технологий. Хотя у Москвы есть ощутимое преимущество, Пекин и Вашингтон быстро продвигаются вперед, ставя перед собой разные цели как в отношении приоритетного типа реакторов, так и в плане их размера. А потому не исключено, что мир ждет третья волна развития ядерной энергетики (первая пришлась на 1953–1979 годы, вторая – на 2007–2010 годы).

Наиболее востребованной идеей сегодня являются так называемые малые модульные реакторы, которые открывают новые перспективы применения атомной энергии (комбинированная генерация тепла и электричества, производство водорода и т.д.). Отдельные реакторы такого типа отличаются меньшей зависимостью от источников воды, необходимой для охлаждения, так как используют быстрые нейтроны. Это значительно расширяет возможности их установки в географическом отношении.

При этом Евросоюз не делает заявлений по поводу перспектив этого сектора, что можно считать отказом от стимулирования развития четвертого поколения ядерных технологий. В недавно принятой Водородной стратегии ЕС прямо указывается, что декарбонизированным (или «зеленым») водородом в Европе будут считать лишь тот, который произведен с использованием возобновляемых источников энергии. Такой подход, по сути, выводит атомную энергетику из игры, и обостряет разногласия между странами ЕС, развивающими мирный атом, и странами, отказавшимися от него.

Стартовало строительство третьего блока первой АЭС в Турции

10 марта на площадке АЭС «Аккую» – первой атомной электростанции в Турции – началось строительство третьего энергоблока. Проект осуществляется Госкорпорацией «Росатом» на основе межправительственного соглашения, подписанного в 2010 году.

В режиме видеоконференции лидеры двух стран Владимир Путин и Реджеп Эрдоган дали разрешение приступить к строительным работам, тем самым был дан старт укладке бетона в фундамент энергоблока № 3. Лицензия на его сооружение была выдана Агентством по ядерному регулированию Турции (NDK) 13 ноября 2020 года.

Всего планируется ввести в эксплуатацию четыре энергоблока общей мощностью 4800 МВт. Запуск объекта в эксплуатацию, намеченный на 2023 год, будет приурочен к 100-летию основания Турецкой Республики. Пакет заявочной документации для получения лицензии на строительство энергоблока № 4 был представлен в NDK в мае прошлого года и в настоящее время находится на рассмотрении регулирующего органа.

Строительство и ввод АЭС «Аккую» позволит обеспечить 10 % потребностей Турции в электроэнергии и станет важнейшим вкладом в сохранение экологического равновесия в регионе.

Международное энергетическое агентство улучшило прогноз по спросу на нефть

Международное энергетическое агентство (МЭА) обновило прогноз по мировому спросу на нефть в 2021 году. По оценке организации, глобальное потребление энергосырья увеличится на 5,5 млн барр. в сутки, что несколько превысит ожидания (5,4 млн барр.).

Позитивную динамику специалисты связывают с растущим спросом на углеводороды в Европе, США и Азии на фоне холодной погоды, а также с ускоренным восстановлением промышленности Индии и Китая. В то же время с учетом действующей сделки ОПЕК+ и падения добычи в США предложение нефти в мире по-прежнему остается сдержанным, и аналитики прогнозируют сохранение нефтяных котировок на высоком уровне.

В рамках соглашения ОПЕК+ основные экспортеры нефти специально ограничивают добычу углеводородов, стремясь добиться баланса между спросом и предложением на мировом рынке энергосырья. Такая политика призвана удержать нефтяные цены от новых обвалов. Помимо усилий участников альянса, определенное давление на мировое предложение нефти в 2021 году окажет спад производства сырья в США. По оценке МЭА, в результате февральских морозов нефтедобыча в этой стране по итогам года сократится на 180 тыс. барр. в день.

Германия ввела в строй сухопутную ветку «Северного потока – 2»

1 января 2020 года началась транспортировка газа в Германию по первой нитке сухопутного ответвления «Северного потока – 2», получившего название Eugal. Ввод в эксплуатацию второй нитки и насосной станции весной увеличил объем поставки 2021 года до 55 млрд м³ в год. Таким образом, газопровод Eugal вышел на полную транспортную мощность после более чем двух с половиной лет строительства.

Eugal – это совместный проект четырех немецких газотранспортных операторов. Длина магистрали составляет 480 км, она проходит от Лубмина на побережье Балтики до Дойчхойдорфа в Саксонии.

Газопровод «Северный поток – 2», прокладываемый из России в Германию по дну Балтийского моря, должны были



сдать еще в конце 2019 года. К затягиванию строительства привела, в частности, угроза санкций со стороны США, из-за чего проект начали покидать европейские компании.

США наращивают покупку российской нефти

В 2020 году США закупили у России максимальный объем нефти за последние девять лет. Об этом свидетельствуют материалы американского Управления энергетической информации (EIA). По данным ведомства, с января по декабрь Соединенные Штаты увеличили импорт российского энергосырья почти на 3,5 % – до 538 тыс. барр. в сутки. Достигнутый показатель стал самым высоким с 2011 года.

Россия вошла в тройку главных поставщиков нефти в США, обойдя Саудовскую Аравию. Первое и второе место по объемам суточных продаж традиционно заняли Канада (4,1 млн барр.) и Мексика (750 тыс. барр.).

США наращивают ввоз российской нефти уже второй год подряд. Как отмечают эксперты, поставки начали заметно расти после введения Америкой санкций в отношении Венесуэлы. По оценке EIA, в 2019 году экспорт венесуэльской нефти в США упал более чем в шесть раз – с 586 тыс. до 92 тыс. барр. в сутки, а в 2020-м закупки углеводородов у этой латиноамериканской страны были полностью прекращены. Таким образом, Вашингтон лишил себя возможности получать тяжелую нефть, притом что сырье, добываемое в США, по своим свойствам не подходит для многих местных нефтеперерабатывающих заводов.

На этом фоне страна была вынуждена прибегнуть к поставкам из России. При этом по мере их увеличения Соединенные Штаты резко сократили импорт сырья из стран ОПЕК. Так, в 2020 году объем углеводородов, поставляемых в США картелем, упал почти вдвое – до 887 тыс. барр. в сутки. Это самый низкий показатель за все время наблюдений (с 1973 года). В частности, ввоз нефти из Саудовской Аравии – одного из ведущих партнеров Вашингтона – уменьшился на 1,5 % и составил 522 тыс. барр. в день (минимальный уровень с 1985 года). Одновременно Ирак уменьшил поставки энергосырья в США на 48 % (до 177 тыс. барр. в день), Нигерия – на 61 % (до 75 тыс. барр.), Ангола – 18 % (до 31 тыс. барр.), Кувейт – на 38 % (до 28 тыс. барр.).

Наноалмазная батарея изменит мир

Американская компания NDB Inc. объявила о создании принципиально нового источника энергии – батареи, использующей ядерные отходы для производства

электроэнергии. Как сообщает New Atlas, новые аккумуляторы абсолютно безопасны для человека и обладают невероятным сроком службы – 28 тыс. лет.

Эксперты компании заявляют, что новый элемент может быть упакован в любой батарейный форм-фактор или стандарт (включая AA, AAA, 18650, 2170), а также размещен непосредственно на печатной плате, обеспечивая питание в течение всего срока службы устройства. Нестандартные размеры могут иметь, например, миниатюрные батарейки для кардиостимуляторов и других электронных имплантатов, долгий срок службы которых избавит пользователя от операций по их замене.

По стоимости такие аккумуляторы, как обещают в NDB, будут сопоставимы с литий-ионными батареями соответствующей мощности, а возможно, окажутся даже дешевле.

Таким образом, комплект пальчиковых батареек достаточно будет купить один раз в жизни – и потом передавать его из поколения в поколение. Можно будет больше не подзаряжать смартфоны и прочую электронику, а дома с такими источниками энергии – не подключать к энергосетям, они будут полностью автономны. Однако аккумулятор для электромобиля из ядерных отходов будет работать всего 90 лет – в силу высокого энергопотребления. Тем не менее этого хватит двум поколениям одной семьи, чтобы сменить десятка два машин.



Компания провела проверку концепции в Ливерморской национальной лаборатории Калифорнийского университета и Кавендишской лаборатории Кембриджа. Оба теста подтвердили, что эффективность сбора заряда превышает 40 % – это рекордное значение для батарей такого типа. Ожидается, что первый рабочий прототип появится до конца этого года. Коммерческая версия батареи с низким энергопотреблением выйдет на рынок менее чем через два года, а версия с высокой мощностью – через пять лет.

Приток загрязненной воды с АЭС «Фукусима-1» снизился

В 2020 году выработка загрязненной воды на территории АЭС «Фукусима-1» снизилась в среднем до 140 т в сутки. Об этом заявили в Токийской энергетической компании (TEPCO). Таким образом, был преодолен установленный властями Японии целевой показатель – 150 т в сутки. Такой уровень необходим для соблюдения сроков вывода реакторов станции из эксплуатации.

Загрязнение образуется из-за того, что грунтовые и дождевые воды смешиваются с водой, использованной для охлаждения расплавленного топлива АЭС. TEPCO пересмотрела свою предыдущую оценку сроков заполнения хранилищ загрязненной

водой в связи с уменьшением ее притока. Теперь в компании считают, что хранилища будут заполнены осенью 2022 года или позже.

В 2015 финансовом году (в Японии он начинается 1 апреля) темпы прироста загрязненной воды в среднем составляли около 490 т в день, в 2017-м – около 170 т, в 2018-м – около 180 т. Следующая цель – снижение среднесуточного прироста загрязненной воды на объекте до 100 т и менее к концу 2025 года.

В ТЕРСО связывают достижение вышеуказанного целевого показателя с ремонтными работами, которые были проведены на крышах зданий ядерных реакторов, в том числе для предотвращения попадания внутрь дождевой воды.

В Британии создан прототип дома на водородном отоплении

В местечке Лоу-Торнли на северо-востоке Англии появится первый прототип деревенского дома на две семьи, в котором кухонные плиты, духовки и бойлеры работают на водородном топливе. В отличие от природного газа водород не является источником выбросов CO₂, его единственный побочный продукт – вода.

На примере этого объекта власти намерены продемонстрировать, как можно заменить со временем природный газ и ископаемое топливо на водород в сельских регионах страны. Дом не предназначен для постоянного проживания, но опробование технологии в реальных бытовых условиях станет важным этапом перехода Великобритании к водородной энергетике. Поначалу водород для дома в Лоу-Торнли будут поставлять в баллонах, но в случае широкомасштабного внедрения этого вида топлива его доставку в жилища планируется осуществлять по магистральным каналам.



Проект Ну4Heat реализуется в рамках правительственной программы по строительству города, полностью отапливаемого водородом, и должен быть завершен к концу десятилетия. В этом году правительство Великобритании собирается опубликовать водородную стратегию, в которой будут описаны этапы создания в стране «водородной экономики».

В свою очередь, о прорыве в водородных технологиях сообщили ученые Германии. Им удалось создать новую систему для аккумулирования энергии – пасту на основе гидрида магния. Powerpaste обеспечивает накопление водородной энергии в 10 раз большей плотности, чем литиевые аккумуляторы. При этом она не требует особых режимов хранения и транспортировки.

Польша намерена развивать ядерную энергетику

В ноябре 2020 года Польша и США подписали межправительственное соглашение по развитию ядерной энергетики в ближайшие 30 лет. По мнению экспертов, это событие обозначило не только возвращение Вашингтона в качестве серьезного игрока на рынок мирного атома, но и желание Варшавы совершить «амбициозный вираж» в области энергетики.

Таким образом, Польша – как до нее Венгрия, Болгария, Финляндия, Великобритания, Чехия, Румыния и Словакия – вошла в клуб европейских стран, которые открыто выступают в поддержку развития ядерной энергетики, видя в ней путь к обеспечению собственной энергетической безопасности и одновременно к достижению целевых показателей по климату. В Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК) и Международном энергетическом агентстве (МЭА) признают, что аналогичную стратегию, предполагающую увеличение доли АЭС в структуре энергетики, избрали и многие другие страны, в особенности развивающиеся.

Швеция планирует создавать малые модульные реакторы

Окончательный вывод из строя последних четырех ядерных реакторов в Швеции привел к резкому росту цен на электроэнергию на юге страны. Это вызвало ожесточенные политические дебаты о необходимости увеличения местной электрогенерации, поскольку большинство новых мощностей – это ветровые турбины на севере.

В этих условиях немецкая энергетическая компания Uniper SE создала совместное предприятие с ученым Янне Валлениусом и его компанией Blykalla, разработавшей конструкцию небольшого реактора со свинцовым охлаждением, и подала заявку на государственное финансирование строительства неядерного прототипа малого модульного реактора (SMR) на существующем заводе в Оскарсхамне к 2024 году.

На прототипе в течение пяти лет будут испытываться материалы и технологии, задействованные в разработке. При этом предполагают в качестве топлива использовать электроэнергию, а не уран. Цель состоит в том, чтобы за следующее десятилетие создать полномасштабную коммерческую версию на основе экспериментальной установки. Каждая из таких версий может стоить около 2 млрд крон (\$ 242 млн). Стоимость прототипа установки составит около 250 млн крон.

Малые модульные реакторы привлекают внимание в США и Европе из-за их потенциала для решения климатических проблем. Fortum Oy, мажоритарный владелец Uniper, и крупнейший в Швеции ядерный оператор Vattenfall AB уже принимают участие в проекте строительства энергоблока в Эстонии.

Fortum ожидает, что спрос на электроэнергию в Швеции в следующие 25 лет вырастет на 70 %, поскольку энергоемкие отрасли перейдут на использование электричества вместо ископаемого топлива.

**Подготовлено по материалам
международных энергетических агентств,
информационных порталов**



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



Р.И. ТОМАШОВ,
инженер 1 категории УРЗА
ГПО «Белэнерго»

Противоаварийная автоматика БелАЭС – важный фактор устойчивости и надежности Белорусской энергосистемы

3 ноября 2020 года был осуществлен энергетический пуск блока № 1 Белорусской атомной электростанции. Важную роль в организации надежной и безопасной работы оборудования АЭС обеспечивают многие элементы и системы, в том числе и противоаварийная автоматика, которая служит для предотвращения системных аварий на данном объекте и в целом в Объединенной энергосистеме Беларуси (ОЭС).

В систему противоаварийной автоматики (ПА) Белорусской АЭС входят:

- автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР):
 - АЛАР ЛЭП 330 кВ;
 - АЛАР блоков АЭС;
- частотная делительная автоматика (ЧДА);
- автоматика ограничения повышения напряжения на шинах станции (АОПН);
- автоматика ограничения перегрузки ЛЭП 330 кВ (АОПЛ);
- автоматика управления шунтирующим реактором (АУШР);
- устройства приема и передачи сигналов и команд по каналам связи (УПАСК);
- автоматика фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ) в составе автоматики разгрузки, в том числе:
 - при близких КЗ (АРБКЗ);
 - при затяжных КЗ (АРЗКЗ);
- локальная автоматика дозирования воздействий (ЛАДВ), включающая:
 - автоматику предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ);
 - автоматику разгрузки при отключении генератора (АРОГ);
 - логику работы АЛАР [1].

Назначение ПА

Для сохранения устойчивости работы ОЭС необходимо автоматически управлять мощностью ее энергоисточников и подключенной нагрузкой в аварийных режимах работы. Эти функции возлагаются на специальные устройства ПА, работающие по заранее заданным алгоритмам, составленным на основании расчетов устойчивости энергосистемы в различных режимах. Действия такой ПА сводятся в основном к снижению нагрузки в той части ОЭС, где имеется дефицит мощности, а при необходимости – к запуску других делительных разгрузочных устройств в узлах энергосистемы. Предусмотрены и другие управляющие воздействия, например, на включение пиково-резервных энергоисточников или на отключение объектов генерации [2].

Основными факторами пуска ПА являются:

- отключения транзитных нагруженных ЛЭП с контролем предшествующей мощности по ним;
- контроль направления предшествующей мощности;

- достижение предельных потоков мощности и углов передачи по транзитным связям;

- последствия КЗ и других аварийных переходных процессов с контролем их «тяжести»;

- срабатывание других видов релейной защиты и автоматики (РЗА), в том числе противоаварийной.

Обычно ПА предусматривает возможность пуска при различных сочетаниях указанных факторов в зависимости от заданных алгоритмов и условий функционирования устройств ПА.

Каналы передачи информации РЗА и ПА

При возникновении факторов пуска ПА должна быть обеспечена передача информации с удаленных объектов к соответствующим устройствам РЗА и ПА и управляющих воздействий (команд) с этих устройств – в обратном направлении. Одним из основных каналов передачи данных в таких случаях является высокочастотная связь (ВЧС) по ЛЭП.

Системы ВЧС успешно применяются в энергетике на протяжении многих де-



Шкафы приемопередатчиков ВЧС типа АНКА и их выходные реле ВЛ № 345 на ПС 330 кВ «Полоцк»



Оборудование ВЧС (корзина ВЧ-заградителя, высоковольтный конденсатор связи, фильтр присоединения) ВЛ № 343 на ПС 330 кВ «Минск Северная»

сятилетий. При их использовании нет необходимости организовывать специальные каналы связи, так как их функцию выполняют непосредственно провода ЛЭП. Преимуществами ВЧС являются:

- возможность организации длинных каналов без использования промежуточных ретрансляторов;
- простота обслуживания каналов и аппаратуры ВЧС;
- организация связи по схеме «точка-точка» с минимальными рисками в части правильности применения адресов коммутации;
- надежность работы, устойчивость к различным влияющим факторам и др.

Вместе с тем каналы ВЧС имеют ряд недостатков:

- чувствительность к шумам, возникающим при коронировании проводов ЛЭП, а также при работе первичного силового оборудования на ПС;
- увеличение затухания и, как следствие, неработоспособность при появлении гололеда на проводах;
- ограниченность используемого диапазона частот;
- относительно низкая пропускная способность передачи информации, в том числе сигналов РЗА и ПА;
- относительно невысокие скорости передачи по сравнению с волоконно-оптическими линиями связи (ВОЛС).

В настоящее время капитальные затраты на организацию передачи команд РЗА и ПА по ВОЛС относительно выше, чем при применении ВЧС. Эти затраты особенно значительны, когда с нуля создаются ВОЛС в грозотросе на действующих ЛЭП (одно из наиболее часто используемых решений). При этом изменяются параметры грозотроса, в первую очередь его вес, и в большинстве случаев возникает необходимость замены опор ЛЭП, что является довольно затратным мероприятием.

Следует отметить, что использование ВОЛС не только для целей РЗА и ПА, но и для передачи технологической информации (общего пользования, диспетчерской, поступающей с устройств телемеханики, автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии, SCADA-систем и др.) позволяет оптимизировать капитальные затраты – в данном случае они ниже, чем при организации отдельных каналов связи.

Использование ВОЛС дает возможность организовать резервирование каналов передачи информации для целей РЗА и ПА: данные могут передаваться не только по основному пути, но и через значительное количество промежуточных пунктов без существенного замедления (учитывая, что скорость распространения сигналов практически равна скорости света). Нормативное время передачи сигналов ВЧС по прямому пути составляет 25 мс, а по оптическим каналам – до 10 мс, то есть скорость передачи в последнем случае выше на 60 % (!). В связи с этим в последнее время в республике использование ВОЛС при новом строительстве или реконструкции ЛЭП напряжением 110 кВ и 330 кВ получило активное развитие.

На сегодняшний день для передачи команд ПА в Белорусской энергосистеме задействовано

- порядка 190 каналов ВЧС по ЛЭП напряжением 110, 220 и 330 кВ с применением около 380 полуккомплектов аппаратуры ВЧС;
- порядка 100 каналов связи по ВОЛС (50 – в сети 110 кВ и около 50 – в сети 330 кВ) с применением около 200 полуккомплектов соответствующей аппаратуры.

Передача сигналов и команд организуется дублированными трактами, что является одним из необходимых условий надежного функционирования ПА [3]. С целью исключения ложных отключений потребителей при срабатывании приемников ВЧС в результате высокочастотных помех или ошибочных действий персонала создана специальная логика отключения нагрузки.

К примеру, разгрузка потребителей осуществляется при приеме двух команд одновременно.

Практика эксплуатации каналов ВЧС показала целесообразность ускорения темпов их модернизации и реконструкции, в том числе с переходом на оптические каналы.

АРОГ – новый элемент ПА в Белорусской энергосистеме

Одним из важных элементов ПА Белорусской энергосистемы является автоматика разгрузки при отключении генератора (АРОГ). До недавнего времени данная функция ПА в республике не использовалась, так как не применялись генераторы такого уровня мощности, как установленные на БелАЭС.

В случае аварийного отключения генератора первого и/или второго энергоблока АЭС в энергосистеме возникнет небаланс мощности. Поскольку в любой момент времени количество генерируемой мощности равняется количеству потребляемой, моментально восполнить традиционными мерами отключившиеся мощности (порядка 1200/2400 МВт, учитывая установленную мощность одного энергоблока) можно не во всех режимах. В таких случаях для восстановления баланса требуется отключить необходимый объем нагрузки в ОЭС. Это и является основным назначением АРОГ.

Логика функционирования АРОГ согласно проекту, разработанному специалистами РУП «Белэнергопроект», заключается в следующем. При аварийном отключении генератора с учетом мощности, которую он нес, и мощности нагрузки, подключенной к очередям специальной автоматики отключения нагрузки (САОН) автоматики сечения ПС 750 кВ «Белорусская» – Смоленская АЭС (АСБС), АРОГ рассчитывает, сколько команд необходимо запустить в направлении ПС 750 кВ «Белорусская» для восстановления баланса мощности энергосистемы.

В качестве пускового фактора используется фиксация отключения блока, в качестве управляющих воздействий – пуск команд АРОГ-1–АРОГ-4 с дополнительной подтверждающей командой АРОГ-В. Посредством УПАСК команды с БелАЭС передаются по каналам ПА на ПС 750 кВ «Белорусская» без поддержки времени, а затем ретранслируются по каналам АСБС и действуют

на отключение очередей нагрузки ОН-1–ОН-4 энергосистемы. Функции АРОГ могут быть реализованы в различных режимах – автономном или основанном на телеизмерениях. Выбор режима осуществляется на Белорусской АЭС вручную.

Для передачи команд АРОГ предусмотрено использование следующих каналов ВЧС:

- Белорусская АЭС – ПС 330 кВ «Поставы» – ПС 330 кВ «Полоцк» – Лукомльская ГРЭС – ПС 330 кВ «Мирадино» – ПС 750 кВ «Белорусская»;
- Белорусская АЭС – ПС 330 кВ «Поставы» – ПС 330 кВ «Минск Восточная» – Минская ТЭЦ-5 – ПС 750 кВ «Белорусская».

Еще один канал ВЧС (Белорусская АЭС – ПС 330 кВ «Столбцы» – ПС 330 кВ «Барановичи» – ПС 750 кВ «Белорусская») появится после завершения строительства ЛЭП 330 кВ Столбцы – Барановичи.

Дополнительно используются также две ВОЛС:

- Белорусская АЭС – ПС 330 кВ «Поставы» (с дальнейшей передачей команд АРОГ по каналам ВЧС);
- Белорусская АЭС – ПС 750 кВ «Белорусская».

29 октября 2020 года была успешно завершена реализация Общей и рабочих программ выполнения работ по комплексной проверке прохождения команд противоаварийной автоматики АРОГ от Белорусской АЭС до ПС 750 кВ «Белорусская», разработанных специалистами ГПО «Белэнерго», ГП «Белорусская АЭС», РУП «Витебскэнерго», «Минскэнерго» и «Могилевэнерго». Программы предусматривали выполнение различных операций на 8 объектах Белорусской энергосистемы: БелАЭС, ПС 330 кВ «Поставы», «Полоцк», «Минск Восточная», «Мирадино», ПС 750 кВ «Белорусская», Лукомльской ГРЭС и Минской ТЭЦ-5.

Осуществление мероприятий Общей программы – уникальное для энергосистемы страны событие. Потребовалась тщательная проработка порядка проведения, опробования и реализации рабочих программ, так как любые неучтенные процедуры или действия могли привести к нарушениям в работе не только на проверяемых энергообъектах, но и в целом в ОЭС Беларуси. Комплексные проверки стали еще одним значительным шагом на пути интеграции БелАЭС в энергосистему.

Развитие АСБС

Отключение нагрузки энергосистемы с использованием АРОГ при аварийном останове энергоблока БелАЭС потребовало бы строительства отдельной сети для передачи команд. С целью сокращения капитальных затрат было принято решение об организации функционирования АРОГ с использованием существующих каналов АСБС, что, в свою очередь, привело к увеличению нагрузки на данный элемент ПА и к росту более чем в два раза количества ПС 110 кВ и выше, принимающих команды АСБС. При этом более чем вдвое возросло и число каналов, участвующих в передаче команд, что повлекло определенные сложности при их проверке, опробовании и эксплуатации.

В настоящее время от ПС 750 кВ «Белорусская» команды АСБС передаются по 13 каналам ВЧС и ВОЛС. Так, для проверки только одного из них специалисты управления релейной защиты и автоматики ГПО «Белэнерго» разрабатывают Общую программу выполнения работ по комплексной проверке прохождения команд противоаварийной автоматики АСБС в направлении ПС 750 кВ «Белорусская» – ПС 330 кВ «Слуцк». В данной программе будет задействовано 26 энергообъектов напряжением 220–330 кВ, 42 канала ВЧС и ВОЛС.

На основе Общей программы будут разработаны рабочие программы, в рамках которых пройдет проверка прохождения команд на конкретных объектах энергосистемы. Во избежание ошибочных отключений потребителей в ходе этих работ их выполнение будет тщательно планироваться и контролироваться специалистами.

Другие элементы ПА Белорусской АЭС

Помимо АРОГ, локальная автоматика дозирования воздействий (ЛАДВ), включает автоматику предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) и логику работы автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР). В частности, АПНУ, которая ранее не использовалась на объектах ОЭС Беларуси, предназначена для сохранения устойчивости станции при затяжных (с учетом времени работы устройств резервирования отказа выключателя) и близких к шинам станции КЗ на землю [4].

АПНУ осуществляет выбор необходимых управляющих воздействий на основании следующей информации:

- о тяжести КЗ, полученной от устройства фиксации тяжести КЗ (ФТКЗ);
- о факте КЗ на ЛЭП 330 кВ (при этом ФТКЗ фиксирует, на какой ЛЭП оно произошло и передает данную информацию в ЛАДВ);
- о состоянии первичной схемы станции и прилегающей сети (в первую очередь, о ремонтных режимах на ЛЭП 330 кВ и на системах шин 330 кВ);
- о величине активной мощности предшествующего режима работы блоков АЭС.

Необходимые управляющие воздействия (импульсная разгрузка турбины, деление систем шин напряжением 330 кВ по секционным выключателям, отключение генератора от сети) определяются в зависимости от состояния первичной схемы, доаварийной загрузки блоков, места и тяжести КЗ.

Для автоматической ликвидации асинхронного режима на каждой ЛЭП 330 кВ (на обоих концах линии) предусмотрена установка устройств АЛАР. Случаи их срабатывания на всех отходящих от станции ЛЭП анализирует ЛАДВ. Асинхронный режим (АР) работы БелАЭС определяется устройствами АЛАР по изменению угла между векторами напряжений на концах защищаемого участка, а со стороны ПС 330 кВ – по скорости изменения сопротивления. Реализованная в ЛАДВ Белорусской АЭС логика выявления АР основана на том, что в нормальном режиме электрический центр качаний (ЭЦК) внешнего асинхронного хода может находиться максимум на двух ЛЭП 330 кВ. Если же ЭЦК обнаруживается на трех и более линиях, ЛАДВ считает, что произошло нарушение устойчивости АЭС. Данное решение обусловлено анализом переходных процессов и топологии схемы выдачи мощности БелАЭС.

В свою очередь, АЛАР блоков Белорусской АЭС предназначена для выявления и ликвидации возможного АР работы генератора. Выявление АР осуществляется по углу между векторами напряжений. Устройства АЛАР срабатывают на первом цикле АР, поскольку генераторы Белорусской АЭС не допускают проворот (цикл асинхронного хода). Основная ступень устройств должна контролировать разворот векторов напряжений по концам защищаемого участка относительно друг друга.

При снижении частоты в энергосистеме срабатывает частотная делительная автоматика (ЧДА). Она выделяет генератор на питание собственных нужд энергоблока и общестанционных нужд.

Для ограничения повышения напряжения на шинах Белорусской АЭС предусмотрена организация АОПН. Эта автоматика обеспечивает включение (в случае нахождения в резерве) и/или перевод шунтирующих реакторов РШ1, РШ2 в режим максимального потребления реактивной мощности, а также передает сигнал на включение и/или перевод в данный режим шунтирующего реактора ПС 330 кВ «Поставы».

Автоматика управления шунтирующим реактором (АУШР), получив сигнал о срабатывании первой или второй ступени АОПН станции или первой ступени АОПН любой из линий (со стороны ПС 330 кВ), формирует и передает соответствующую команду в систему автоматического управления УШР.

Автоматика ограничения перегрузки линий (АОПЛ) предназначена для информирования персонала о недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки ЛЭП 330 кВ. АОПЛ срабатывает при прохождении по линии тока, превышающего величину заданной уставки (длительно допустимого тока), и действует на сигнал.

Повышение надежности работы оборудования ПА

В Белорусской энергосистеме осуществляется планомерная деятельность, направленная на обеспечение надежной и устойчивой работы оборудования ПА и исключение нарушений его функционирования. С этой целью проводится мониторинг различных отклонений в работе устройств (элементов) автоматики (в том числе в смежных энергосистемах). Специалисты тщательно расследуют каждое нарушение и по результатам анализа разрабатывают специальные директивные материалы с указанием мероприятий, способствующих снижению влияния или исключению данных событий.

Одной из сложных задач является недопущение формирования и передачи ложных сигналов на включение/выключение электрооборудования при приеме и передаче команд ПА по ВОЛС. В частности, на отдельных предприятиях отрасли специалисты



Шкаф приемопередатчика типа ЕТЛ 600 ВЛ № 335 на ПС 330 кВ «Минск Северная»

по РЗА для предотвращения подобных нарушений выполняли физический разрыв цепей волоконно-оптической связи между устройствами РЗА и ПА, извлекая патч-корды ВОЛС из терминалов релейной защиты и противоаварийной автоматики. Между тем данный подход не является оптимальным, так как возникает опасность повреждения и загрязнения оптоволоконка, особенно если такие операции проводятся многократно.

В связи с этим в первом квартале 2019 года специалисты управления релейной защиты и автоматики ГПО «Белэнерго» разработали специальное информационное письмо ИП-02-2019 «О предотвращении случаев неправильной работы устройств РЗА по каналам связи по ВОЛС и через мультиплексоры». Документом предписывается:

- использование специального ключа (цифрового или физического) или накладки для данных цепей со всех сторон, в том числе с противоположного конца;
- дополнительная задержка на возврат ключа не менее 3 секунд (с учетом схем организации питания микропроцессорных терминалов РЗА);
- выполнение отключения оптического патч-корда непосредственно со стороны оптического кросса при условии использования специальных защитных колпачков;
- доработка существующих схем РЗА;
- проведение дополнительных инструктажей и др.



Фильтр присоединения (элемент ВЧС) ВЛ № 343 на ПС 330 кВ «Минск Северная»

Еще одним вопросом, требующим решения, стало выявление вероятности приема ложных команд РЗА и ПА групп «А», «В» и длительной команды «Р» (включение отключенной нагрузки – ВОН) при эксплуатации приемопередатчиков типа ETL 600 производства компании ABB. Для исключения такой вероятности производитель предложил использовать новое программное обеспечение для процессорных модулей P4LT, P4LV, P4LX, имеющих ПО версий 3.32 и ниже. Несмотря на выполнение данной рекомендации, в феврале 2020 года в приемопередатчике ETL 600 одного из объектов ОЭС после отключения и заземления ЛЭП 330 кВ сработал выход команды «Р» (ВОН), хотя с противоположной стороны эта команда не передавалась. В процессе расследования специалисты пришли к выводу, что нарушение произошло из-за длительной помехи в канале ВЧС.

В соответствии с техническими характеристиками ETL 600 (AES 600, PLC, канал 4 кГц) уровень безопасности команды «Р» (вероятность приема ложной команды) определен значением $PUC < 10^{-4}$ [5]. Уровень безопасности команд приемопередатчиков определяется при испытаниях по протоколу МЭК 60834-1 [6] – измерениями сигнала при подаче всплеска белого шума длительностью 200 мс, при паузе длительностью 200 мс и, для худшего случая, при помехе, полностью подавляющей охранной сигнал. Согласно протоколу МЭК, при наличии непре-

рывной или импульсной помехи и SNR (отношение сигнал/шум) 6 дБ «безопасность не применяется». То есть в условиях отсутствия охранного сигнала и наличия в канале непрерывной или импульсной помехи уровень безопасности (вероятность приема ложной команды) при испытаниях не измеряется. Таким образом, прием ложной команды является возможным событием и необходимы дополнительные мероприятия для его предотвращения.

В целях повышения надежности работы приемопередатчиков ETL 600 и исключения влияния указанных факторов специалистами управления релейной защиты и автоматики ГПО «Белэнерго» в первом квартале 2020 года разработано информационное письмо ИП-01-2020 «О повышении надежности работы приемопередатчика ETL 600». Документом предписывается следующее:

- при отключении ЛЭП в ремонт исключить передачу и переприем всех команд приемника ETL 600;
- при неисправности ETL 600 или канала оперативного постоянного тока ETL 600 – вывести из работы приемопередатчик;
- ввести в работу функцию «TANG window» (запрет приема команд при пропадании охранного сигнала) на рассматриваемых устройствах. При отсутствии охранного сигнала и приема сигналов команд в течение 200 мс функция «TANG window» должна блокировать выходы команд;
- выполнить сигнализацию срабатывания выходов приема и входов передачи команд с длительной фиксацией и ручным сбросом при помощи блинкеров или специальных приставок сигнализации.

Заключение

В связи с интеграцией в энергосистему первого и строительством второго энергоблока БелАЭС в противоаварийной автоматике Белорусской энергосистемы появилось значительное количество новых элементов, таких как АРОГ, АПНУ, ФТКЗ и др., а также увеличилось число каналов, передающих команды ПА (АРОГ и АСБС). В частности, за последние три года количество каналов АСБС увеличилось более чем в два раза и продолжает расти.

Указанные обстоятельства требуют от специалистов ОЭС Беларуси, курирующих данные направления, высочайшей квалификации и большого объема актуальных технических знаний, постоянной концентрации внимания и четкого осознания возможных последствий при принятии решений. Ведь даже незначительная, на первый взгляд, ошибка в организации пуска команды одного из элементов ПА может привести к значительным нарушениям в работе энергосистемы.

В целях повышения профессионального уровня работников в процессе производственной деятельности систематически (регулярно) проводятся обучающие семинары для специалистов, выполняющих наладку и эксплуатацию устройств и аппаратуры ПА, организуется техническая учеба оперативного персонала, изучаются рекомендации информационных писем и положения директивных материалов смежных энергосистем по эксплуатации рассматриваемого оборудования. Все эти меры направлены на обеспечение устойчивой и надежной работы как устройств и аппаратуры ПА, так и Белорусской энергосистемы в целом.

Список литературы

1. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования: ГОСТ 34045-2017. – Введ. 01.10.2008. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 24 с.
2. Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем: СТП 09110.20.569-07 ГПО «Белэнерго». – Введ. 10.01.2008. – Минск: БНТУ, 2007. – 18 с.
3. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования: СТП 33243.01.216-16 ГПО «Белэнерго». – Введ. 15.02.2016. – Минск: РУП «Белэнергосетьпроект», 2016. – 193 с.
4. Руководящие указания по устойчивости энергосистем: СТП 09110.20.560-05 ГПО «Белэнерго» (СО 09110.20.560-05). – Введ. 01.03.2006. – Минск: БНТУ, 2005. – 20 с.
5. ETL600 R4. Аппаратура ВЧ связи. Техническое описание. Руководство по эксплуатации. – ООО «АББ», 2016. – 482 с.
6. Аппаратура телезащиты силовых систем. Эксплуатационные характеристики и испытания. Часть 1. Системы управления: МЭК 60834-1. – Введ. 01.10.1999. – М.: Стандартинформ, 1999. – 112 с.



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



А.А. ДАШКОВСКИЙ,
м.т.н., инженер-программист
СООО «Мобильные ТелеСистемы»

Основные принципы организации сетевой безопасности в многоуровневых SCADA-системах

На сегодняшний день безопасность интеллектуальной электрической сети является темой, широко обсуждаемой в научных кругах. Понятие сетевой безопасности (кибербезопасности) связано с технологиями и решениями, предназначенными для защиты электронной информации, коммуникационных сетей и вычислительных систем от атак и несанкционированного доступа. В статье рассматриваются принципы, на которых должна быть построена эффективная система безопасности в многоуровневых SCADA-системах.

При автоматизации технологических процессов в энергетике, а в перспективе – и при создании интеллектуальной электрической сети (Smart Grid) важнейшей задачей является обеспечение стабильной, эффективной и безопасной работы энергосистемы. Рост количества цифровизированных параметров, используемых для мониторинга и управления в энергосистеме, приводит к расширению коммуникационной сети. В результате возрастает количество способов воздействия на процессы, происходящие непосредственно внутри сети, и, соответственно, вероятность стороннего вмешательства в ее работу. Предотвратить такое вмешательство может глобальный подход [1] к обеспечению информационной защиты в многоуровневых SCADA-системах (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) и, следовательно, в многоуровневых коммуникационных сетях.

Современная SCADA-система, как и любое бэкенд-приложение (ПО), задействующее высокие вычислительные мощности (до 10 эксафлопс), преобразует сложившуюся систему мониторинга, контроля и сбора данных к виду, представленному на рисунке 1 [2, 3].

Нижний блок «Сбор полевых данных» предполагает наличие многих сотен и тысяч ведомых переменных. Под переменными подразумеваются любые устройства, имеющие входные/выходные данные по отношению к системе верхнего уровня (пользователи, датчики, вычислительные машины, удаленные хранилища и системы расчета, контроллерное оборудование и т.п.). Из этого следует, что количество точек, в которых данные могут быть модифицированы или похищены третьими лицами, значительно возрастает по сравнению

с традиционными SCADA-системами, работающими по следующему принципу: SCADA (master) опрашивает устройства полевого уровня (slave) посредством OPC-сервера. Классические системы, как правило, применяются в изолированных информационно-вычислительных сетях для автоматизации технологического процесса либо телемеханизации района, области и т.д., что предполагает использование ограниченного числа устройств полевого уровня. При этом параметры (данные), получаемые от *i*-го устройства, не воз-

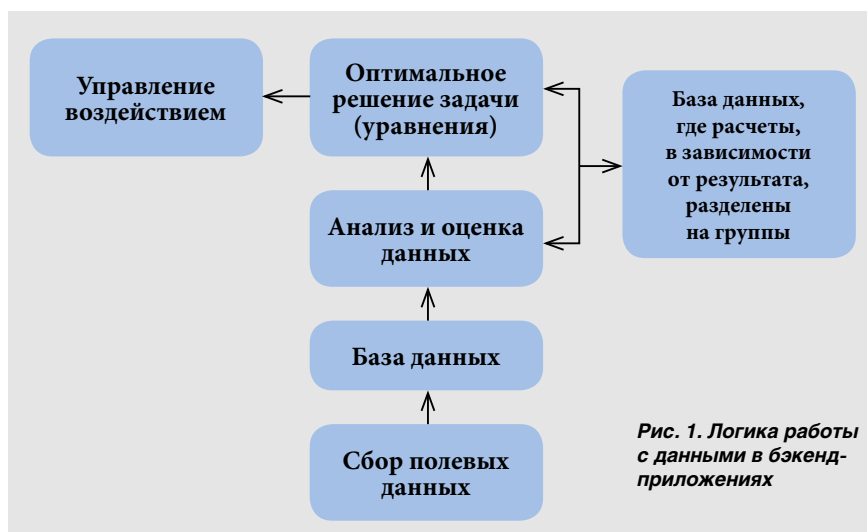


Рис. 1. Логика работы с данными в бэкенд-приложениях

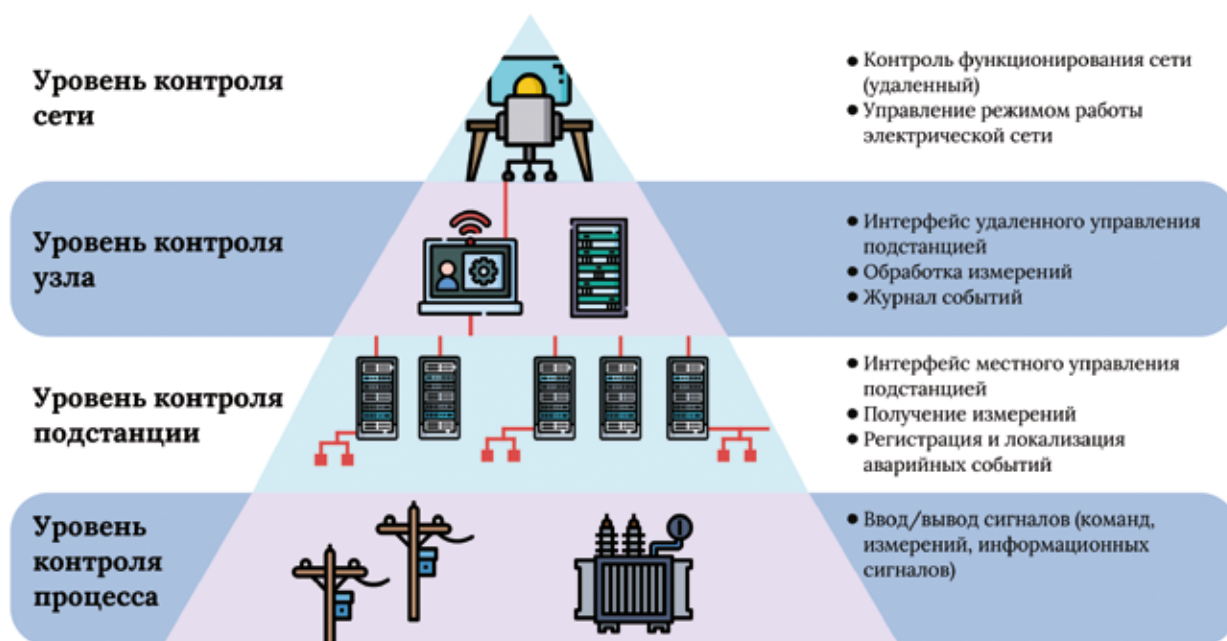


Рис. 2. Иерархия устройств в многоуровневых SCADA

действуют напрямую на параметры и режимы работы j -го устройства [1].

Подчеркнем, что сетевая безопасность должна организовываться таким образом, чтобы не нарушался главный принцип работы энергосистемы – бесперебойность, и должна быть адаптирована к устаревшему сетевому оборудованию, имеющему ограниченную вычислительную и пропускную способность. Для работы многоуровневых SCADA требуется, чтобы управление процессом, его мониторинг, защита и контроль осуществлялись в режиме реального времени, а также обеспечивались безопасность и защита входных/выходных (относительно SCADA) данных [3].

Основные принципы кибербезопасности

Традиционно применяемая модель информационной безопасности строится на трех основных принципах – конфиденциальности, целостности и доступности данных. Кроме того, в 1998 году Донном Б. Паркером были предложены три дополнительных принципа: владение и контроль; аутентичность; полезность [4]. В настоящее время эти шесть принципов сами по себе не обеспечивают полной безопасности интеллектуальной электрической сети и должны реализовываться с учетом современных реалий.

Конфиденциальность достигается за счет предоставления доступа к информации строго определенному кругу лиц. Однако и при таком ограничении сохраняется возможность несанкционированного доступа к данным во время их передачи и хранения. Та же угроза существует и для потребительских данных: если пользователь подключен к частной либо общедоступной сети, информация в ней может быть перехвачена, записана либо скопирована и распространена. Возможным решением в этом случае является шифрование и контроль доступа. При соответствующем уровне шифрования данные будут защищены, а просмотреть их сможет только тот пользователь, который имеет на это право. Контроль доступа защитит информацию от случайного либо намеренного раскрытия.

Следует разграничивать принципы **целостности и доступности** данных. Их реализация зависит от технологии, на которой базируется сетевое решение. Принцип целостности предполагает последовательность доступа к информации, возможность ее изменения только уполномоченными лицами и имеет решающее значение для систем с определенной иерархией, таких как интеллектуальная электрическая сеть. Но и при соблюдении этого принципа есть риски намеренной либо непроизвольной фальсификации информации во время отправки, передачи и приема пакетов данных, что может

негативно повлиять на проводимые в сети операции. Возможное решение проблемы – реализация принципа целостности при выполнении условий безопасности аудита, авторизации на местах и подтверждения сообщений цифровыми подписями.

О целостности данных можно судить по тому, сколько раз i -й компьютер выходит из строя, о доступности – по наличию своевременного доступа к информации. Основным решением для повышения надежности SCADA-системы в данном случае является избыточность сетевых узлов, балансировка нагрузки на сетевые каналы и кластеризация – многомерная статистическая процедура, которая включает сбор данных о выборке объектов и упорядочивание этих объектов в сравнительно однородные группы.

Принцип **владения и контроля** позволяет вмешиваться в обеспечение безопасности информации, что гарантирует конкретной группе пользователей долгосрочное удобство использования каждого элемента из массива данных, распределенных по уровням доступа. Единственной проблемой в этом случае является невозможность подтверждения происхождения информации, а единственным способом решения проблемы – анализ рисков, который определяет, может ли информация быть использована для работы в данный момент.

Принцип **аутентичности** предполагает проверку целостности источника

данных, а также самих данных. В существующих условиях эксплуатации ПО с различными уровнями доступа обеспечение аутентичности не вызывает значительных проблем.

В ходе проверки **полезности** данных анализируется их пригодность для использования. Основная проблема реализации этого принципа – необходимость внедрения сложных алгоритмов шифрования, что иногда затрудняет доступ к данным.

Иерархичность сети и уровни контроля

Мировая практика обеспечения сетевой безопасности и нормативные требования в этой области подтверждают, что создание иерархии устройств в сети при одновременном применении строгих протоколов связи позволяет обеспечить достаточную защиту цифровой системы. Иерархическое разделение сетевых устройств, представленное на рисунке 2, дает возможность соблюсти изложенные выше принципы безопасности на всех уровнях контроля:

- процесса (включение/отключение выключателя);
- подстанции (перераспределение мощности в пределах отходящих от подстанции линий);
- узла (перераспределение мощности в пределах узла – до подстанций);
- сети (перераспределение мощности в сети – до узлов) [3, 5].

На *уровне контроля сети* обеспечивается связь с нижними уровнями, где осуществляется сбор данных, визуализация и диспетчеризация сетевых процессов. На верхнем уровне задействован человек, то есть диспетчер. Он осуществляет локальный контроль работы технологического оборудования через так называемый человеко-машинный интерфейс. При этом система фиксирует все происходящее, включая действия оператора, в том числе в случае аварии или другой внештатной ситуации.

На *уровне контроля узла* происходит обработка информации, включая ее масштабирование, обеспечиваются единое время в системе, синхронизация работы подсистем, создание архивов по выбранным параметрам, а также работа узла в автономном режиме при нарушении связи с диспетчером.

Уровень контроля подстанции включает средства сбора, централизованного хранения и представления данных, сетевое оборудование (шина подстанции), устройства, объединяющие уровни контроля процесса и контроля подстанции, а также оборудование, которое обеспечивает передачу информации в диспетчерские центры.

Уровень контроля процесса – это уровень датчиков и измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств, позволяющих приводить эти параметры в соответствие с технической задачей. На этом уровне выполняется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления и производимых команд – с исполнительными устройствами.

Подчеркнем, что создание иерархии устройств в сети решает ряд важных задач. Во-первых, обеспечивается конфиденциальность данных и разграничение обязанностей пользователей системы: для каждого типа уникальных данных формируется группа уникальных пользователей. Тем самым исключается возможность взлома базы данных и несанкционированного доступа единичных пользователей ко всему массиву информации. Во-вторых, происходит оптимизация критериев доступности и целостности данных за счет применения кольцевого резервирования, которое обеспечивает более быстрое восстановление сети, чем стандартные протоколы резервирования STP/RSTP. К примеру, протокол Turbo Ring восстанавливает сеть из 250 коммутаторов за время, не превышающее 20 мс, при этом перебой никак не отражается на обрабатываемых процессах внутри SCADA [6]. В-третьих, иерархия значительно упрощает обеспечение безопасности и дальнейшее обслуживание сетевых устройств: полевой уровень имеет динамические IP в интернете, которые устанавливают сессию по запросу к адресу x, старшие же уровни системы взаимодействуют между собой как виртуальная сеть.

Заключение

Соблюдение рассмотренных в статье принципов построения системы безопасности является ключом к устойчивой работе современных SCADA [7]. Отметим, что технологии, на которых

сегодня зачастую построены многоуровневые сетевые решения, ориентированы в первую очередь на решение задач управления технологическим процессом. Функции безопасности в них либо отсутствуют полностью, либо реализованы по остаточному принципу. Сохранение текущей ситуации в сфере обеспечения сетевой безопасности в реальном секторе экономики приведет к неминуемому росту количества инцидентов, аналогичных случаю с атакой Stuxnet – первого известного вируса, способного поражать информационную инфраструктуру промышленных предприятий, энергообъектов и т.п. [8, 9]. Соответственно, предупреждение рисков и устранение уязвимостей в системах сетевой защиты являются неотложными задачами как специалистов по безопасности, так и производителей SCADA. Важность совместного поиска решений обусловлена тем, что в случае несанкционированного воздействия на АСУ ТП цена последствий может быть запредельно высокой.

Список литературы

1. Sifa, H.H. *Cyber Security of Smart Grid and SCADA Systems, Threats and Risks* / H.H. Sifa. – Helsinki: CIRED Workshop, 2016. – 4 p.
2. Фурсанов, М.И. *Специализированные мобильные приложения как средство оптимизации системы энергоснабжения Республики Беларусь* / М.И. Фурсанов, П.А. Сазонов // Изв. высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2020. – Т. 63. – № 2. – С. 129–137.
3. Borlase, S. *Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions* / S. Borlase. – NY: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013. – 607 p.
4. Parker, D.B. *Fighting Computer Crime: A New Framework for Protecting Information* / D.B. Parker. – NY: John Wiley & Sons, Inc., 1998. – 528 p.
5. Okika, M. *Future SCADA System for Smart Grid* / M. Okika. – Johannesburg: University of Witwatersrand, 2018. – 25 p.
6. MOXA – промышленные системы связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moxa.pro/technologies/network-reservation>. – Дата доступа: 02.01.2021.
7. Сазонов, П.А. Привлечение потребителей коммунально-бытового сектора к участию в выравнивании графика электрической нагрузки / П.А. Сазонов, А.А. Дашковский // Энергетическая стратегия. – 2020. – № 3 (75). – С. 20–24.
8. Stuxnet: начало [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/stuxnet-victims-zero/6119>. – Дата доступа: 02.01.2021.
9. Matrosov, A. *Stuxnet Under the Microscope* / A. Matrosov [et al.]. – ESET, 2012. – 85 p.



Прогрессивные транспортные решения для энергетической отрасли

Эффективное функционирование энергетической отрасли является ключевым условием успешной работы промышленности и напрямую связано с оснащением энергетических предприятий современным многофункциональным транспортом. О том, какие актуальные решения в этой области существуют на белорусском рынке, рассказывает Владимир Александрович Вальц, директор предприятия «КВ-партнер» – эксклюзивного сервисного центра концерна PALFINGER в Беларуси.

– Владимир Александрович, расскажите немного о вашем предприятии.

– Сферой деятельности нашей организации является предложение многофункциональных автомобилей, способных выполнять широкий спектр работ – от транспортировки энергетического оборудования и бурения скважин до монтажа опор и подключения ЛЭП.

На протяжении вот уже 14 лет мы реализуем два основных направления деятельности. Во-первых, «КВ-партнер» является единственным в стране официальным дилером и сервисным центром австрийского концерна PALFINGER – одного из ведущих производителей гидравлического грузоподъемного оборудования. Во-вторых, мы самостоятельно производим спецтехнику с гидравлическим оборудованием концерна, предлагая нашим клиентам комплексные решения под ключ, в том числе монтаж, пакет сервисных услуг и гарантию на оборудование.

– Какие спецавтомобили вы предлагаете своим заказчикам?

– Мы предлагаем 6 типов транспортных средств. Одним из них является **автогидроподъемник (АГП) PALFINGER P180T**. Его востребованность обусловлена высокой маневренностью и компактностью. АГП используется для оперативного обслуживания энергетического оборудования: планового текущего ремонта ВЛ, ремонта и выправки опор, замены неисправной арматуры, перетяжки отдельных участков сети, а также вырубки разросшихся насаждений.

Автогидроподъемник может устанавливаться на любые шасси полной массой от 3,5 т как с однорядной, так и с дублирующей кабиной. Чаще всего его монтируют на шасси ГАЗон NEXT.

– Чем обусловлен интерес покупателей к модели PALFINGER P180T?

– Автогидроподъемник P180T востребован благодаря ряду конструктивных решений. Например, подъемник оснащен автоматической системой стабилизации, встроенным ограничителем предельного груза (ОПГ) и имеет электроизоляцию, способную защитить от тока напряжением до 1000 В. Дополнительным удобством является наличие электрической розетки. К тому же корзина оборудована пультом управления, что дает возможность дистанционно запускать и останавливать двигатель автомобиля.

Технические характеристики автогидроподъемника PALFINGER P180T

Высота подъема	18 м
Горизонтальный вылет стрелы	10,7 м
Грузоподъемность корзины	300 кг
Угол поворота основания	370°
Тип подъемника	телескопический



Бортовой автомобиль
«ПАРТНЕР АКМ ИТ 200»

Для повышения безопасности АГП оснащен цельнометаллической рамой и гидравлическими опорами с гидрозамками. Данные технические решения надежно защищают автомобиль от опрокидывания. Стабилизацию машины обеспечивает специальная функция автоматического выравнивания. Платформа автогидроподъемника ограждена по периметру бортом из сплошного алюминиевого профиля высотой 200 мм. Настил платформы выполнен из рифленого противоскользящего алюминия.

Безопасность людей и качество их работы обеспечивает и стрела АГП, изготовленная из высокопрочной стали S700. Гидравлическая система гарантирует плавный ход стрелы и точное позиционирование груза при работе. Управление автогидроподъемником может осуществляться как из кабины автомобиля, так и с помощью пульта дистанционного радиоуправления.

– В энергетической отрасли активно используются автомобили с краноманипуляторными установками (КМУ). Предлагаете ли вы своим заказчикам спецтехнику данного типа?

– Безусловно. Среди наших собственных разработок – **многофункциональная машина «Партнер ИМ 95»** на базовом шасси МТЗ-92

с краном-манипулятором ИНМАН ИМ 95. Эта машина предназначена для выполнения комплекса работ по монтажу и обслуживанию энергетических объектов, включая погрузку, транспортировку, разгрузку и монтаж оборудования, в первую очередь на участках местности, труднодоступных для других автомобилей.

«Партнер ИМ 95» эффективно заменяет собой несколько единиц техники благодаря сменным навесным органам: кран-манипулятор укомплектован люлькой для работ на высоте, буром и трубным захватом.

Характеристики КМУ ИНМАН ИМ 95

Количество гидравлических выдвижных секций	2 шт.
Максимальный вылет стрелы крана	8,25 м
Грузоподъемность на максимальном вылете	950 кг
Максимальная грузоподъемность крана	4000 кг (на вылете 2 м)
Масса	1,5 т

Спросом у наших заказчиков также пользуются **бортовые автомобили «ПАРТНЕР АКМ ИТ 200» на шасси МАЗ-6312 с тросовым краном INMAN IT 200.** Необходимо отметить, что данная модель КМУ специально разработана для нужд электросетевых организаций.

«ПАРТНЕР АКМ ИТ 200» способен выполнить весь комплекс работ по монтажу линий электропередачи, совмещая функции ямобура, автокрана и машины для установки опор. Тросовый кран этой модели укомплектован люлькой для высотных работ, навесным буром и трубным захватом, а также



Многофункциональная
машина «Партнер ИМ 95»

домкратом для вытаскивания столбов. Управлять установкой можно как с сиденья на колонне, так и с помощью пульта дистанционного управления.

Кран имеет 5 секций гидравлического телескопирования и оснащен стрелой шестигранного профиля с возможностью отрицательного угла наклона (до -17°).

Характеристики КМУ INMAN IT 200

Количество гидравлических выдвижных секций	5 шт.
Максимальная грузоподъемность крана	7200 кг
Максимальный гидравлический вылет	18,9 м
Грузоподъемность на максимальной высоте	400 кг (без бура), 350 кг (с буром)
Максимальная высота подъема корзины	21,5 м
Масса	3750 кг (без бура) 4280 кг (с буром)

– С 2020 года вы реализуете совместные проекты с российским заводом «ГИРД». Каковы итоги этого сотрудничества?

– Благодаря сотрудничеству с группой предприятий «ГИРД» мы получили возможность предложить белорусским организациям ряд новых транспортных средств.

Одной из значимых совместных разработок является **опоровоз с установленными КМУ**. Данная техника используется при проведении комплекса работ, связанных с текущим ремонтом и обслуживанием ЛЭП, заменой или установкой электроопор сети напряжением до 400 В, перевозкой различных грузов и оборудования. Оповозы позволяют также выполнять бурильные работы и работы на высоте. При этом весь объем операций выполняется одной машиной без привлечения дополнительных единиц техники.

В качестве базовой машины для опоровоза используются шасси УРАЛ, МАЗ, КАМАЗ и др. Самой распространенной моделью КМУ, которую мы монтируем на машины, является кран-манипулятор ИНМАН ИМ 180.

Характеристики КМУ ИНМАН ИМ 180

Количество гидравлических выдвижных секций	2 шт.
Грузовой момент	17,9 тм
Максимальная грузоподъемность	8800 кг
Максимальный вылет стрелы	8,0 м
Грузоподъемность на максимальном вылете	2200 кг
Масса	2650 кг



Еще одним автомобилем, широко востребованным энергетическими предприятиями, является **подъемник ножничный поворотный «ГИРД-ПНП 8,5»**. Монтажной базой для такого автомобиля являются шасси МАЗ, КАМАЗ и др.

Характеристики подъемного механизма ножничного типа

Грузоподъемность рабочей платформы автомобиля	500 кг
Максимальная высота подъема	8,5 м
Размеры площадки	4000 x 1300 мм
Боковой максимальный вылет платформы от продольной оси	3 м
Электрическая прочность изоляции	не менее 2000 В

Назначение этой машины – подъем оборудования и людей на высоту для производственных работ. Платформа с реверсивным круговым вращением сертифицирована на соответствие требованиям к эксплуатации сетей высокого напряжения (до 2 кВ) и работам по их обслуживанию. Периметр подъемной площадки защищен складными перилами. Механизм оборудован регулятором высоты подъема

и скорости движения платформы, а также устройствами, обеспечивающими плавность хода и остановки, аварийное опускание рабочей поверхности и защиту двигателя от перегрузки.

Автомобиль имеет изотермический кузов. Салон укомплектован тремя сиденьями с ремнями безопасности, стеллажом, устройством для переговоров с водителем и лестницей для подъема на рабочую платформу.

В перечне наших совместных проектов следует выделить **передвижную мастерскую**, размещаемую в фургоне полноразмерных грузовых автомобилей МАЗ, КАМАЗ и др. Этот специальный автомобиль предназначен для оперативной доставки специалистов к месту ведения работ, будь то профилактическое обслуживание или ликвидация аварийных ситуаций.

Оборудование фургона комплектуется с учетом профиля деятельности организации. Например, мастерские для энергетических организаций мы оснащаем лебедкой для натяжения оборванных проводов. Жилой отсек оборудуется связью с кабиной водителя, спальными местами, откидным столиком, электроплитой, умывальником, баком для воды, шкафом, где можно разместить одежду, аптечку, защитные каски и пр. В мастерской также установлены отопительный блок, дизельный генератор и электрошкаф. Все предметы закрепляются таким образом, чтобы во время движения автомобиля не произошло их смещение.

– Владимир Александрович, понятно, что надежная, современная спецтехника помогает оперативно и качественно обслуживать энергетические объекты, способствует сокращению времени на ликвидацию аварий. Однако даже очень хорошей технике необходимо сервисное обслуживание, замена комплектующих и расходных материалов...

– Вы совершенно правы. Именно поэтому на базе нашего предприятия работает сервисный центр, который несет ответственность за поддержку в рабочем состоянии



Подъемник ножничный поворотный «ГИРД-ПНП 8,5»



Опоровоз с КМУ ИНМАН ИМ 180

приобретенного у нас оборудования. Для его оперативного обслуживания и ремонта созданы мобильные сервисные бригады, выезжающие в любую точку страны независимо от времени суток.

Что же касается запасных частей, то склад предприятия полностью укомплектован самыми востребованными из них. Следует особо подчеркнуть, что мы работаем исключительно с оригинальными запчастями и, как никто другой, заинтересованы в создании и сохранении позитивной деловой репутации наших партнеров и заказчиков.



ООО «КВ-партнер» – официальный дилер
и сервисный центр концерна PALFINGER в Беларуси
+375 17 362-03-35 (36)
+375 29 188-48-00
www.kv-partner.com

УНП 190835233



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

Международные подходы к формированию инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности и их реализация в Беларуси

Республика Беларусь вплотную подошла к изменению своего статуса в контексте реализации ядерной энергетической программы. С началом коммерческой эксплуатации энергоблока № 1 Белорусской АЭС наша страна перестанет быть «новичком» в области ядерной энергетики. С момента принятия решения о строительстве БелАЭС предприняты масштабные действия не только непосредственно по сооружению энергоблоков станции, но и по формированию целостной инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности, которая необходима для устойчивой безопасной эксплуатации АЭС в длительной перспективе.

Центральным звеном инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности является независимый и компетентный регулирующий орган, имеющий достаточно ресурсов и возможностей как для разработки и установления регулирующих требований, так и для контроля за их исполнением.

В Беларуси инфраструктура ядерной и радиационной безопасности эволюционировала вместе с развитием первой ядерной энергетической программы и построена с опорой на рекомендации Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).

Рекомендации МАГАТЭ по формированию инфраструктуры безопасности

В соответствии со своим Уставом МАГАТЭ уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм. Издаваемая Серия норм МАГАТЭ по безопасности включает: Осново-

полагающие принципы безопасности; требования безопасности; руководства по безопасности.

Набор требований безопасности устанавливает нормы, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Ряд требований, включая часть 1 Общих требований безопасности «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности», содержит положения об инфраструктуре ядерной и радиационной безопасности, наличие которой необходимо стране с ядерной энергетикой.

Руководства по безопасности содержат рекомендации и руководящие материалы о том, как можно обеспечить выполнение требований в данной области, и призваны помочь странам достичь высоких уровней безопасности. Для страны-новичка в ядерной энергетике важнейшими из таких руководств являются «Вехи развития национальной инфраструктуры ядерной энергетики» и «Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы» (SSG-16).

Целью SSG-16 является предоставление государствам, принимающим решение о начале реализации ядерной энергетической программы или готовящимся к этому, руководящих материалов по созданию инфраструктуры безопасности в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ. В руководстве предлагаются 200 действий, которые требуется выполнить в стране в течение трех этапов реализации ядерной энергетической программы: до принятия решения о начале ее реализации, при подготовке к строительству первой АЭС после принятия политического решения и на этапе реализации проекта, то есть при сооружении АЭС.

Указанные действия направлены на формирование национальной политики и стратегии в области безопасности, обеспечение участия страны в глобальном режиме ядерной безопасности; создание правовой основы (в конечном итоге – отрасли ядерного права), регулирующей основы и соответствующей системы регулирования; создание системы безопасного обращения с радиоактивными отходами, отработавшим топливом и вывода из эксплуатации,

системы аварийной готовности и аварийного реагирования.

Республика Беларусь продолжает предпринимать последовательные шаги по формированию инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности, используя для этого внутривостановые и внешние ресурсы. Подходы к ее формированию базируются на требованиях и рекомендациях МАГАТЭ и предполагают интегрированность всех элементов, иерархичность, стратегический подход к развитию, опору на опыт стран с развитой ядерной энергетикой (в том числе поставщика ядерных технологий – Российской Федерации), а также свой собственный взгляд, учитывающий национальную специфику.

Под инфраструктурой понимается комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур, учреждений, систем управления и связи, составляющих и обеспечивающих основу функционирования системы ядерной и радиационной безопасности.

Вопросы реализации в Беларуси всех элементов глобального режима ядерной безопасности отражены в статье, опубликованной в журнале «Энергетическая стратегия» (№ 3, 2020). В ней сделан вывод, что созданная в Республике Беларусь инфраструктура позволила нашей стране стать неотъемлемой частью глобального режима безопасности и на регулярной основе пользоваться экспертными техническими компетенциями зарубежных специалистов; осуществлять обмен опытом ведения надзорной, лицензионной и разрешительной деятельности в отношении объектов использования атомной энергии, развития законодательства; повышать квалификацию своих работников; развивать другие направления регулирующей деятельности с опорой на лучшие мировые практики.

Формирование регулирующего органа

Для реализации регулирующих функций в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности в 2007 году в составе МЧС был создан Департамент по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор). Его основными задачами являются: разработка требований, при которых гарантируется обеспечение защиты населения, персонала и окружающей среды от радиаци-

онного воздействия при использовании источников ионизирующего излучения и атомной энергии в мирных целях; осуществление государственного надзора за выполнением этих требований.

Для эффективного и результативного выполнения функций по регулированию ядерной и радиационной безопасности в соответствии с законодательством Республики Беларусь, а также документами международных организаций в Госатомнадзоре создана, оценивается и постоянно совершенствуется интегрированная система управления, соответствующая целям безопасности и способствующая их достижению. Кроме того, проведена большая работа по комплектованию Департамента высококвалифицированными специалистами, разработке и практическому внедрению системы непрерывного повышения их компетенций.

Госатомнадзором проводится политика приоритетности безопасности, включающая в том числе деятельность по формированию и поддержанию культуры безопасности, нацеленная на обеспечение безопасности радиационных объектов и объектов использования атомной энергии. Она распространяется как на поднадзорные организации, так и на сам Госатомнадзор. Высокий приоритет безопасности нашел отражение в документах, включая Политику Госатомнадзора и Стратегию в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности на 2021–2025 годы, а также учитывается при принятии регулирующих решений.

Ядерное право

Опыт стран с развитой ядерной энергетикой показывает, что совершенствование нормативной правовой базы, регулирующей правоотношения в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения, приводит к тому, что законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности выделяется в отдельную отрасль права.

Беларусь не является исключением. 5 апреля 2021 года был принят Указ Президента Республики Беларусь № 137 «О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения», которым внесены изменения в Единый правовой классификатор Республики Беларусь с выделением отрасли права

«Законодательство о ядерной и радиационной безопасности».

Белорусская национальная система правового регулирования ядерной и радиационной безопасности имеет иерархическую структуру и построена в соответствии с пирамидой, рекомендуемой МАГАТЭ. На вершине пирамиды – международные конвенции и договоры, Конституция Республики Беларусь. Затем следуют: указы Президента, законы Республики Беларусь; постановления Совета Министров; постановления МЧС и других органов государственного управления об утверждении технических нормативных правовых актов (ТНПА). В число последних входят нормы и правила по ядерной и радиационной безопасности (включая «Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций» и «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций»), а также ТНПА по конкретным требованиям к системам безопасности, оборудованию, организации работ на ядерной установке, обращению с радиоактивными отходами, вопросам аварийной готовности и реагирования, учету и контролю ядерных материалов, физической защите, другим аспектам.

Законодательство постоянно совершенствуется с учетом требований времени, правоприменительной практики и рекомендаций экспертов. В Беларуси имеется возможность использования российских ТНПА. Вместе с тем к моменту начала эксплуатации энергоблока № 1 БелАЭС будет полностью завершено формирование собственной системы правового регулирования в этой части.

Отдельного упоминания заслуживают два системообразующих закона Республики Беларусь – «О радиационной безопасности» и «Об использовании атомной энергии». В июне 2020 года вступила в силу новая редакция Закона «О радиационной безопасности». В числе основных новелл – установление дифференцированного подхода в зависимости от степени опасности источника ионизирующего излучения, определение системы нормирования, технических нормативных правовых актов.

С момента принятия Закона «Об использовании атомной энергии» прошло уже 13 лет. С тех пор он концептуально не корректировался (в 2011 году были внесены точечные изменения). Реализация проекта по сооружению АЭС и предстоящий этап ее эксплуатации

обусловили необходимость пересмотра этого документа. Планом подготовки законопроектов на 2021 год предусмотрена разработка нового закона о регулировании безопасности при использовании атомной энергии.

Надзор, лицензирование и разрешительная деятельность

Надзорная деятельность является основным инструментом, при помощи которого регулятор контролирует соблюдение поднадзорными организациями законодательных требований. В классическом понимании надзор включает в себя все инструменты контроля за объектами использования атомной энергии, включая лицензирование, разрешительную деятельность, инспекционный контроль. Законодательством Республики Беларусь Госатомнадзору предоставлено право работать в режиме постоянного инспекционного контроля (надзора). На практике такой режим означает возможность проведения контрольно-надзорных мероприятий в любое время и с любой частотой. На этапе сооружения БелАЭС этот формат также установлен для 14 видов государственного контроля (надзора), влияющих на безопасность. Данное обстоятельство привело Госатомнадзор к выводу о необходимости создания собственного надзорного подразделения непосредственно на площадке БелАЭС. При этом учитывалось, что круглосуточный неограниченный доступ на объекты использования атомной энергии для контролирующих органов является базовым требованием МАГАТЭ.

Все этапы жизненного цикла Белорусской АЭС, в том числе проектирование, размещение, сооружение, эксплуатация и вывод из эксплуатации, подлежат лицензированию. Процедуры лицензирования и их нормативная правовая основа, так же как и надзорная деятельность, развивались параллельно реализации первой ядерной энергетической программы страны. Так, Указом Президента Республики Беларусь № 137 лицензирование в данной области выделено в отдельную сферу законодательства. Определен комплекс реализуемых государством мер, связанных со всеми аспектами лицензирования в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения (выдача лицензий, внесение в них из-

менений, продление сроков действия, прекращение действия и пр.). В документе учтены особенности лицензирования сооружения и ввода в эксплуатацию объектов использования атомной энергии, в том числе Белорусской АЭС.

Система технической поддержки регулирующего органа

В соответствии с требованиями МАГАТЭ неотъемлемым атрибутом регулирующей инфраструктуры в странах с развитой энергетикой является наличие экспертного сообщества с широким набором компетенций в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности и смежных областях для принятия научно обоснованных решений, базирующихся на глубоком анализе опыта других стран и его адаптации к белорусским реалиям.

В рамках созданной Госатомнадзором системы научно-технической поддержки в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности определены 16 организаций, уполномоченных осуществлять такую поддержку по основным направлениям деятельности регулирующего органа. В системе МЧС создано Государственное научное техническое учреждение «Центр по ядерной и радиационной безопасности» для координации такой поддержки.

Белорусское экспертное сообщество в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, используя созданные государством инструменты, прежде всего научно-технические программы, призвано не только вырабатывать и предлагать научные решения конкретных актуальных задач, но и смотреть в будущее, упреждая те вызовы, которые могут возникнуть в долгосрочной перспективе.

Система образования и повышения квалификации для отрасли

Неотъемлемой частью политики Госатомнадзора является кадровая составляющая, которая заключается в обеспечении Департамента компетентными и квалифицированными работниками для эффективного осуществления всех видов регулирующей деятельности в областях, связанных с безопасностью. Численность специ-

алистов устанавливается соразмерно характеру и количеству установок и объему деятельности,

На системной основе продолжается выполнение комплекса плановых обучающих мероприятий, направленных на приобретение и непрерывное совершенствование работниками знаний и навыков, необходимых для выполнения должностных обязанностей, и повышение их квалификации с учетом перехода к этапу подготовки к вводу в эксплуатацию и эксплуатации Белорусской АЭС. Особое внимание в Госатомнадзоре уделяется профессиональной подготовке работников, чья сфера деятельности включает проведение анализа и оценки безопасности, в том числе наделенных функцией по осуществлению государственного надзора или привлекаемых к надзорным (контрольным) мероприятиям в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Для усиления кадрового потенциала задействуются как внутренние, так и внешние источники: мероприятия Госпрограммы «Образование и молодежная политика», проекты международной технической помощи МАГАТЭ и Европейской комиссии, помощь в рамках Форума сотрудничества регуляторов (RCF).

Аварийная готовность по линии регулирующего органа

В Республике Беларусь система аварийной готовности и реагирования на ядерные и радиационные аварии интегрирована в национальную систему реагирования на чрезвычайные ситуации, которую координирует МЧС. Госатомнадзор осуществляет надзор за реализацией законодательства в области ядерной и радиационной безопасности в этом направлении.

В Департаменте функционирует информационно-аналитический центр (ИАЦ), входящий в систему ситуационных центров для ядерной энергетики. Он в непрерывном режиме получает сведения о параметрах БелАЭС, важных с точки зрения безопасности, и обменивается данными с другими центрами. Цель работы ИАЦ состоит в информационно-аналитическом и программно-техническом сопровождении регулирующего контроля в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Государственная система учета и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения

Учет и контроль ядерных материалов, источников ионизирующего излучения, а также обеспечение физической защиты объектов использования атомной энергии являются неотъемлемыми элементами современной инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности. В Беларуси эти элементы уже созданы.

В соответствии с международными обязательствами и требованиями национального законодательства ядерные материалы в нашей стране подлежат государственному учету и контролю в государственной системе учета и контроля ядерных материалов Республики Беларусь (ГСУК ЯМ), а источники ионизирующего излучения – в единой государственной системе учета и контроля источников ионизирующего излучения (ЕГСУК ИИИ).

Субъектами системы учета и контроля являются:

- орган, обеспечивающий разработку, наполнение и поддержание в актуальном состоянии системы учета и контроля (Госатомнадзор);
- республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, уполномоченные Президентом Республики Беларусь, республиканские органы государственного управления, в подчинении которых находятся эксплуатирующие организации;
- эксплуатирующие организации.

В настоящее время продолжается реализация Национального плана действий по выполнению рекомендаций и предложений миссии МАГАТЭ по вопросам государственной системы учета и контроля ядерных материалов (ISSAS) на 2020–2022 годы. Миссия ISSAS прошла в Республике Беларусь в 2019 году, по ее результатам был сформирован соответствующий отчет с выводами, рекомендациями и наблюдениями о положительной практике в нашей стране.

Международные аспекты развития инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности

С точки зрения формирования инфраструктуры для Республики Беларусь важна поддержка от организаций

поставщика ядерных технологий – Российской Федерации. Госатомнадзор осуществляет и высоко ценит взаимодействие в рамках межправительственных и межведомственных соглашений:

- с Ростехнадзором – в части разработки нормативной правовой базы, развития научно-технической поддержки регулирующего органа, экспертизы безопасности, организации надзорной деятельности;
- с Госкорпорацией «Росатом» – в части понимания проектных основ Белорусской АЭС, проведения стресс-тестов, обучения в Академии Росатома, изучения требований к инфраструктуре в системе «Росатома».

Значимую поддержку в развитии регулирующей инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности и ее отдельных элементов Беларусь получает за счет проектов международной технической помощи МАГАТЭ и Европейского союза, двустороннего взаимодействия с регулирующими органами других стран.

Существенную методологическую помощь белорусский регулятор получил со стороны RCF. Форум был организован в 2010 году в ответ на запрос членов МАГАТЭ о создании площадки для координации помощи в построении регулирующей инфраструктуры со стороны стран с развитой ядерной энергетикой государствам, планирующим или начинающим свои ядерные программы. Стратегия действий Форума заключается в формировании и последующей реализации рабочего плана (матрицы) для страны – получателя помощи на основе SSG-16. Беларусь присоединилась к RCF в 2012 году и является одной из стран – получателей помощи.

Международным агентством по атомной энергии разработан и активно предлагается к использованию инструментарий комплексных оценочных миссий для изучения на предмет соответствия требованиям МАГАТЭ сформированной в стране инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности, а также для подготовки предложений и рекомендаций по ее совершенствованию. Из нескольких десятков миссий Агентства две специализируются именно на инфраструктурных вопросах: миссия по комплексному рассмотрению ядерной инфраструктуры (INIR) и миссия по комплексной оценке регулирующей деятельности (IRRS).

Миссии INIR организовывались в Беларуси дважды на разных этапах развития ядерной энергетической программы – в 2012 и 2020 годах. Регулирующий орган принимал непосредственное участие в их подготовке и проведении. Согласно выводам миссии 2020 года, Беларусь инфраструктурно готова к эксплуатации своей первой АЭС. Команда INIR отметила передовой опыт, который принесет пользу другим странам, развивающим ядерную энергетику, в областях координации программ и проектов, использования международных экспертных миссий, сотрудничества с регулирующими органами из других стран, взаимодействия с международными заинтересованными сторонами и аварийной готовности.

Миссия IRRS была проведена в нашей стране в 2016 году. Группа экспертов всесторонне изучила различные аспекты регулирующей деятельности. Специалисты пришли к выводу, что в Беларуси создана регулирующая инфраструктура ядерной и радиационной безопасности и что в ходе миссии страна продемонстрировала твердую приверженность реализации принципов обеспечения безопасности.

По итогам работы в Беларуси миссия IRRS положительно оценила:

- трансформацию белорусского регулирующего органа с учетом развития в стране первой ядерной энергетической программы;
- подходы к стратегическому планированию регулирующей деятельности и разработанных Госатомнадзором стратегических документов;
- приверженность Республики Беларусь к безусловному исполнению международных обязательств в области ядерной и радиационной безопасности.

Отмечены положительные практики, применяющиеся в Республике Беларусь. Миссия IRRS также выработала рекомендации и предложения. На их основе был подготовлен и утвержден Правительством соответствующий план мероприятий. Основные направления плана – совершенствование законодательства, в том числе ТНПА, инструментов и процедур надзора и др. На сегодняшний день реализовано большинство мероприятий. В четвертом квартале 2021 года Беларусь примет пост-миссию IRRS, которая оценит выполнение рекомендаций и предложений миссии 2016 года.

Развитие атомной энергетики остается приоритетом энергетической стратегии Словакии

Словакия является второй страной в мире после Франции по доле АЭС в топливно-энергетическом балансе. Согласно данным МАГАТЭ за 2015 год, две атомные станции Словакии производят 55,9 % всей электроэнергии. Остальное приходится на уголь, нефть, газ и гидроэлектростанции, доля возобновляемых источников энергии незначительна. Использование мирного атома для Братиславы является приоритетным вектором развития национальной энергетики, а также важным направлением торгово-экономического сотрудничества.



АЭС «Богунце»

Энергоблок	Тип реакторов	Мощность		Начало строительства	Подключение к сети	Ввод в эксплуатацию	Закрытие
		нетто	брутто				
Богунце А1	КС-150	121 МВт	150 МВт	01.08.1958	25.12.1972	25.12.1972	17.05.1979
Богунце-1	ВВЭР-440/230	408 МВт	440 МВт	24.04.1972	17.12.1978	01.04.1980	31.12.2006
Богунце-2	ВВЭР-440/230	408 МВт	440 МВт	24.04.1972	26.03.1980	01.01.1981	31.12.2008
Богунце-3	ВВЭР-440/213	471 МВт	505 МВт	01.12.1976	20.08.1984	14.02.1985	2034 (план)
Богунце-4	ВВЭР-440/213	471 МВт	505 МВт	01.12.1976	09.08.1985	18.12.1985	2035 (план)

Источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/АЭС_Богунце

АЭС «Богунце»

После ГДР и Болгарии Чехословакия стала третьей страной Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), которая начала развивать ядерную отрасль в промышленных масштабах. Строительство первого ядерного энергоблока началось в 1958 году в Западной Словакии, в 14 км от города Трнава, и продолжалось 14 лет. Его осуществляла чехословацкая (ныне чешская) компания Škoda. Первый реактор АЭС «Богунце» КС-150 мощностью 143 МВт относился к типу тяжеловодных реакторов с га-

зовым охлаждением (HWGCR). Проект реакторной установки разрабатывал Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Аликханова (Москва), он же осуществлял и научное руководство строительством. С технической частью помогало Ленинградское отделение Теплоэлектропроекта. Почти все оборудование сконструировали и изготовили чехословацкие специалисты.

25 декабря 1972 года блок А1 был введен в эксплуатацию, но из-за нескольких аварий проработал недолго. Первый инцидент произошел 5 января

1976 года – после перегрузки топлива случилась обширная утечка радиоактивного газа. Население об инциденте в известность не поставили. Поскольку авария не привела к повреждению оборудования и облучению людей, реактор был запущен вновь. Через год во время загрузки топлива с новой тепловыделяющей сборки не было заранее удалено защитное покрытие, в итоге она частично расплавилась, произошел разрыв технологического канала и утечка тяжелой воды. Аварии был присвоен 4-й уровень по международной шкале ядерных событий (INES).

В этот раз власти приняли решение о закрытии энергоблока, так как его восстановление стало бы слишком затратным.

И все же опыт эксплуатации первого энергоблока АЭС «Богунце» был полезен для атомщиков страны. Вокруг станции сформировался крупный научно-технический центр республиканского значения, в который вошли научно-исследовательский институт по эксплуатации АЭС (ВУЙЭ), АЭС V-1 и V-2 «Богунце», а также учебно-тренировочный центр для подготовки персонала.

Еще в 1972 году власти ЧССР решили развивать ядерную энергетику на базе водо-водяных реакторов, поэтому следующие четыре реактора АЭС «Богунце» были советского типа ВВЭР-440 (в СССР в это время строили Смоленскую и Курскую АЭС с реакторами РБМК-1000). Строительство осуществлялось в две очереди – V-1 и V-2.

С вводом второго и третьего реакторов мощностью 440 МВт каждый (АЭС V-1 «Богунце») в 1978 и 1980 годах доля АЭС в производстве электроэнергии в ЧССР составила около 10 %. В 1977 году началось сооружение АЭС V-2 «Богунце» с ВВЭР-440 нового

типа – В-213. В 1984 и 1985 годах два таких реактора были сданы в эксплуатацию. Проектирование реакторного отделения, поставка оборудования, шеф-монтаж, пусковая наладка и ввод энергоблоков станции осуществлялись при активном участии советских организаций.

Сейчас АЭС V-1 «Богунце» закрыта. Когда Словакия вступала в ЕС, от нее, как в свое время от Литвы и Болгарии, потребовали законсервировать атомные электростанции. Братислава была вынуждена подписать соглашение на вывод из эксплуатации двух энергоблоков первой очереди. Их закрыли в 2006 и 2008 годах. Что касается третьего и четвертого энергоблоков, то в период с 2000 по 2010 год они прошли обширную модернизацию, в результате которой мощность электростанции была увеличена и составила 506 МВт для каждого энергоблока.

5 ноября 2014 года правительство Словакии приняло долгосрочную программу развития электроэнергетики страны за счет расширения доли АЭС в энергобалансе и снижения зависимости от угля. Одна из важных целей реализации этого плана – введение в работу атомного энергоблока мощ-

ностью 1200 МВт к 2030 году. Его планируют построить на площадке АЭС «Богунце» после того, как будет завершено возведение третьего и четвертого энергоблоков АЭС «Моховце».

Изначально предполагалось, что сооружать пятый реактор на первой площадке атомной станции будет компания Jaderné energetické spoločnosti Slovenska, 51 % акций которой принадлежит государству, остальные 49 % – чешской ČEZ.

АЭС «Моховце»

Вторая словацкая атомная станция – АЭС «Моховце» – находится возле одноименной деревни, между городами Нитра и Левице. Станция входит в концерн Slovenské elektrárne (SE), который является вторым по величине производителем электроэнергии в Центральной и Восточной Европе.

Сегодня АЭС «Моховце» генерирует около 20 % всей электроэнергии Словакии. Строительство первой очереди станции (два энергоблока) с реакторами типа ВВЭР-440 мощностью по 470 МВт началось в 1983 году и длилось почти 16 лет. В 1993 году строительство было официально приостановлено и возоб-



АЭС «Моховце»

Энергоблок	Тип реакторов	Мощность		Начало строительства	Подключение к сети	Ввод в эксплуатацию	Закрытие
		нетто	брутто				
Моховце-1	ВВЭР-440/213	436 МВт	470 МВт	13.10.1983	04.07.1998	29.10.1998	2058 (план)
Моховце-2	ВВЭР-440/213	436 МВт	470 МВт	13.10.1983	20.12.1999	11.04.2000	2060 (план)
Моховце-3	ВВЭР-440/213+	440 МВт	471 МВт	27.01.1987	Строительство остановлено в 1992 году, возобновлено в июне 2009 года; пуск запланирован на 2021 год		2080 (план)
Моховце-4	ВВЭР-440/213+	440 МВт	471 МВт	27.01.1987	Строительство остановлено в 1992 году, возобновлено в июне 2009 года; пуск запланирован на 2023 год		2082 (план)

Источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/АЭС_Моховце

новились только в 1996-м. В результате первые два энергоблока станции были введены в эксплуатацию в 1998 и 1999 годах.

В начале XXI века власти приняли решение об увеличении мощности станции после успешных аналогичных операций на АЭС «Пакш» (Венгрия), АЭС «Дукованы» (Чехия) и АЭС «Ловииса» (Финляндия). В 2008 году мощность действующих энергоблоков была увеличена на 7 %. Таким образом предполагалось смягчить негативный эффект для энергетической самодостаточности Словакии от закрытия двух блоков АЭС «Богунце».

Согласно первоначальному плану АЭС «Моховце» должна иметь четыре реактора. Строительство второй очереди началось в 1985 году, но в 1990-м его заморозили. В 2009 году сооружение энергоблоков было возобновлено, при этом сроки их ввода неоднократно переносились. По состоянию на весну 2016 года степень готовности блока № 3 составляла 92 %, блока № 4 – 74 %. Предполагалось завершить их строительство в 2018 и 2019 годах. Однако и в этот раз даты были смещены не менее чем на два года. 16 апреля 2019 года на третьем энергоблоке станции завершились «горячие» испытания. 24 декабря 2020 года дочерняя компания итальянской Enel и чешский холдинг EPH подписали соглашение о предоставлении кредитов, имеющее целью ускорить стройку. По нынешнему плану загрузка топлива на блоках № 3 и № 4 намечена соответственно на апрель 2021-го и на 2023 год.

Диверсификация структуры топливно-энергетического баланса

В Словакии добываются нефть, природный газ и бурый уголь, которые идут на нужды экономики. Уголь покрывает порядка 80 % внутренних потребностей энергетики, собственные нефть и газ – не более 4 %. Остальное компенсирует импорт энергоресурсов из Чехии и РФ. Нефть и газ почти в полном объеме покупаются у России. В стране имеются также запасы урана, каменного угля и сланцевого газа, однако в настоящее время их разработка не ведется.

Большую роль в словацкой энергетической системе играют ТЭС, работа-



ющие на угле и биомассе. Суммарная установленная мощность тепловых электростанций компании Slovenské elektrárne составляет 486 МВт. Основными генерирующими источниками в стране являются две угольные ТЭС – «Новаки» и «Вояны», причем последняя может производить электроэнергию из биомассы или биологически разлагаемых отходов. Обе станции находятся под угрозой закрытия из-за нерентабельности производства. Правительство страны ищет возможности продолжить работу ТЭС «Вояны», чтобы не повышать и без того высокий уровень безработицы. Тем не менее, по данным Europe Beyond Coal, ожидается, что к 2023 году Словакия закроет все свои угольные электростанции.

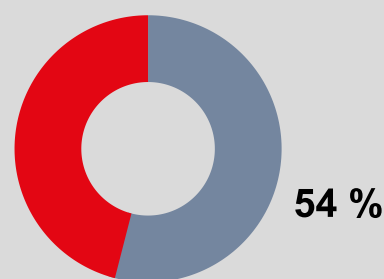
Важное место в энергетике страны занимают ГЭС – на их долю приходится около 11 % всей производимой электроэнергии. При этом потенциал гидроэнергетики в Словакии используется фактически на 57,5 %.

В целях диверсификации структуры топливно-энергетического баланса страна взяла курс на расширение сектора возобновляемой энергетики. В частности, в 2009 году был принят закон о развитии ВИЭ, а в ноябре 2010 года – национальный план действий в этой области. Предполагалось, что Словакия должна увеличить использование ВИЭ в отношении к общему конечному объему энергопотребления с 6,7 % в 2005 году до 14 % к 2020 году.

Согласно статистическому отчету, выпущенному IRENA в 2017 году, общая установленная мощность объектов возобновляемой энергетики Словакии в 2007 году составила 1744 МВт, в 2010-м – 1803 МВт, в 2016-м – 2419 МВт.

Тем не менее мирный атом для Словакии остается приоритетным направле-

Доля атомной энергетики в общей выработке электроэнергии в Словакии



В стране работают две АЭС:

- АЭС «Моховце»
- АЭС «Богунце»

2000 МВт
производится
на АЭС страны

нием развития энергосистемы. Страна не намерена отказываться от атомной энергетики, более того – она планомерно реализует планы по ее поддержке.

В октябре 2020 года тогдашний премьер-министр Словакии Игор Матович заявил, что намерен инициировать создание в Евросоюзе альянса стран, использующих энергию АЭС. По его мнению, атомная энергия должна рассматриваться как нечто среднее между источником чистой энергии и ископаемым топливом.

<https://regnum.ru/news/2180410.html>



К 90-летию Белорусской энергосистемы

Гидро- и ветроэнергетика Беларуси

Сегодня мировая возобновляемая генерация бьет рекорды. Впервые в истории в 2020 году производство зеленой энергии в Европе превысило выработку ТЭС, работающих на ископаемом топливе. Однако эксперты считают, что этого недостаточно для достижения климатической нейтральности к 2050 году. Со временем Европа намерена отказаться не только от угля, но и от газовой генерации.

Для Беларуси возобновляемая энергетика была и остается одним из важных направлений диверсификации топливно-энергетического баланса. Поддерживая зеленую генерацию, государство учитывает не только мировые тенденции, но и экономическую целесообразность развития ВИЭ.

Ученые утверждают, что по потенциальным запасам, которые технически возможно использовать в Беларуси, ветер, вода и солнце занимают только четвертое, пятое и шестое место после дров и древесных отходов, биомассы и биогаза. Между тем именно гидро- и ветроэнергетика стали теми секторами, развитие которых позволило значительно увеличить долю ВИЭ в балансе страны.

Ветроэнергетический потенциал республики по разным оценкам превышает 220 млрд кВт·ч в год, а по некоторым данным – даже 280–300 млрд кВт·ч. При этом экономически обоснованный потенциал значительно ниже, так как на территории страны преобладают ветры малой скорости. Тем не менее в республике выявлено 1840 площадок для размещения ВЭУ с теоретически возможным энергетическим потенциалом в 1600 МВт.

По обеспеченности общими водными ресурсами на одного жителя Беларусь опережает Европу, в том числе Польшу и Украину. Более 10 тысяч белорусских озер глядят в небо синими глазами, вся территория страны пронизана голубыми нитями рек и ручьев. Самые многоводные из них – Днепр, Припять, Западная Двина, Неман и некоторые другие.

Потенциальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт. Специалисты считают, что технически из них можно использовать 520 МВт, но экономически целесообразно рассчитывать только на 250 МВт. Однако и этот потенциал долгие годы был задействован в ничтожно малых объемах.

1935–1990

Гидроэнергетика. Превратности судьбы

Начало развитию гидроэнергетики XX века положило строительство первой малой ГЭС «Новый шлях» на реке Усяже в Минском районе. Первую электроэнергию станция дала в 1938 году. Ее мощность составляла всего 35 кВт. В течение двух последующих десятилетий гидроэнергетика республики развивалась исключительно за счет использования энергии малых рек.

В послевоенные годы в республике эксплуатировалось свыше 170 колхозных и совхозных ГЭС суммарной мощностью 21 МВт. Вместе они вырабатывали 88 млн кВт·ч в год, покрывая 20 % потребности сельского хозяйства в электроэнергии.

Но 60-е годы XX века стали фатальными для гидроэнергетики страны. С развитием Белорусской энергосистемы все больше сельских хозяйств подключалось к централизованному энергоснабжению. Малые ГЭС стали не нужны. Большинство из них было выведено из эксплуатации, а оборудование демонтировано. Сохранили свое значение лишь те ГЭС, мощность которых достигала 100 и более киловатт. Среди них – Осиповичская и Чигиринская в Могилевской области, Гезгальская и Волпянская в Гродненской и ряд других. Эти ГЭС были приняты на баланс энергосистемы.

1990–2010

Начало возрождения гидрогенерации

В 1990-х годах был взят курс на максимальное использование местных энергоресурсов, и гидроэнергетика вновь стала востребованной. В региональных энергосистемах началось восстановление малых ГЭС. К 2010 году в республике функционировало около 30 малых ГЭС общей мощностью 16,1 МВт. Большинство из них находились на балансе Белорусской энергосистемы. На отраслевые малые ГЭС приходилось около 60 % гидроэнергетической генерации. Крупнейшей из них на тот момент была Осиповичская ГЭС, мощность которой составляла 2,175 МВт.

Малые ГЭС Беларуси, находящиеся на балансе ГПО «Белэнерго», 2010 год

Лохозвинская	0,09 МВт	Рачунская	0,30 МВт	Лепельская	0,32 МВт
Папернянская	0,20 МВт	Яновская	0,15 МВт	Волпянская	0,51 МВт
Лукомльская	0,30 МВт	Новоселковская	0,22 МВт	Гезгальская	0,72 МВт
Добромыслянская	0,21 МВт	Немновская	0,10 МВт	Зельвенская	0,15 МВт
Богинская	0,63 МВт	Селявская	0,11 МВт	ГЭС на р. Щара	0,20 МВт
Клястицкая	0,52 МВт	Осиповичская	2,18 МВт	Васьковская	0,09 МВт
Гомельская	0,25 МВт	Чигиринская	1,50 МВт		
Браславская	0,30 МВт	Тетеринская	0,37 МВт		

Осиповичская ГЭС. Самая крупная из малых

Осиповичская ГЭС на реке Свислочь – самая крупная из более чем 170 небольших ГЭС общей мощностью около 20 МВт, построенных в Беларуси в 1950–1960 годах.

Строительство ОГЭС началось в 1948 году, а в ноябре 1953-го станция была введена в эксплуатацию и с тех пор не прекращала своей работы. На ГЭС были смонтированы три вертикальные поворотно-лопастные гидротурбины австрийской фирмы «Фойт» по 725 кВт каждая. Общая мощность станции составляет 2,175 МВт.

ГЭС обеспечивала электроэнергией Осиповичский район и город Осиповичи. В 1954 году она была включена на параллельную работу с Бобруйской ТЭЦ. В 1959-м, после ввода ПС 220/110/35 кВ «Мирадино», Осиповичская ГЭС была подключена к Белорусской энергосистеме. В 1980 году на территории ОГЭС смонтирована подстанция 35/10 кВ «Вязье», от которой получают питание две ВЛ 10 кВ, 56 трансформаторных подстанций (ТП, КТП) общей установленной мощностью 6,4 МВА.

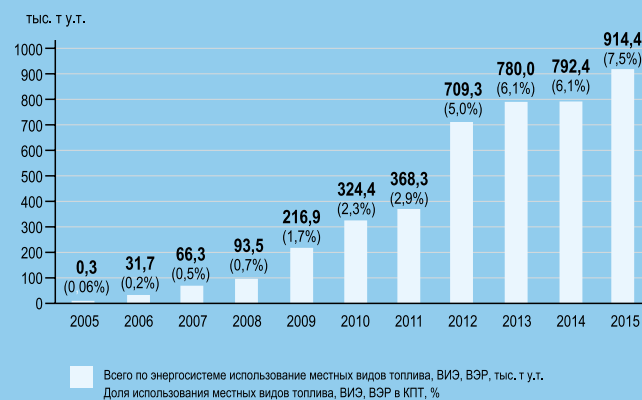
Станция работает на сбросе Осиповичского водохранилища. Перепад высот между бьефами составляет порядка 6,5 м. Обычно работают две турбины, третья включается во время паводка или большого количества осадков. Годовая выработка электроэнергии в последние годы колеблется от 7 до 10 млн кВт·ч. Всего за более чем 60-летнюю историю ГЭС на ней выработано порядка 600 млн кВт·ч.

2010–2016 Беспрецедентная поддержка государства

К началу 2010-годов в стране эксплуатировались только малые ГЭС, а использование энергии ветра находилось на крайне низком уровне. Функционировало несколько небольших опытно-промышленных ВЭУ и ветроэлектростанция с двумя установками мощностью 250 и 600 кВт. Суммарный объем их установленной мощности не превышал 1,56 МВт.

В 2010 году в республике принимается Закон «О возобновляемых источниках энергии», которым закрепляются беспрецедентные меры государственной поддержки развития зеленой генерации. Закон гарантировал инвесторам подключение установок с использованием ВИЭ к электросетям Белорусской энергосистемы и приобретение всей предложенной ими энергии по тарифам с повышающими коэффициентами.

В это же время утверждаются Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь, Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы, Государственная программа строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь и ряд других документов, конкретизирующих задачи по развитию ВИЭ.



За пятилетку предусматривалось довести мощность гидроэлектростанций республики до 120 МВт. В том числе предполагалось восстановить 10 действующих и построить 35 новых малых и микро-ГЭС, а также четыре крупные ГЭС: Полоцкую и Витебскую на Западной Двине, Гродненскую и Немновскую – на Немане. В секторе ветроэнергетики планировалось ввести 460 МВт новых мощностей.

Государственная энергетическая политика дала мощный импульс развитию зеленой генерации. Если в 2010 году доля электроэнергии, выработанной гидро-, ветро- и солнечными электростанциями, составляла 0,1 % от объема производства электроэнергии в стране, то к 2014-му она возросла до 0,7 %.

Пионером промышленной ветроэнергетики стала ВЭУ, установленная в Новогрудском районе Гродненской области, а в большой гидроэнергетике первым значимым проектом стало строительство Гродненской ГЭС.

Первая мощная ветроустановка. Пилотный проект

19 апреля 2011 года в поселке Грабники Новогрудского района в тестовом режиме была включена в работу первая в республике промышленная ветроустановка номинальной мощностью 1,5 МВт производства китайской компании HEAG.

Для размещения ВЭУ была выбрана самая высокая точка Гродненщины – Кревско-Новогрудская гряда. Высота площадки над уровнем моря составляет 315 м, среднегодовая скорость ветра – 7 м/с.

Ветроустановка имеет современную систему преобразования энергии. Это первая в республике установка такого класса и такой конструкции. Ее высота достигает 82 м, масса – 208 т, длина лопастей – 42 м. ВЭУ позволяет получать более 3 млн кВт·ч в год. Номинальную мощность в 1,5 МВт набирает при скорости ветра 11 м/с.

В начале 2010-х годов этот проект стал самым масштабным в альтернативной энергетике региона. Его реализация практически удвоила мощность зеленой генерации Гродненской энергосистемы.

Гродненская ГЭС. Первая гидроэлектростанция средней мощности

5 сентября 2012 года был подписан акт приема в эксплуатацию Гродненской ГЭС установленной мощностью 17 МВт на реке Неман. Это была первая и на тот момент самая крупная в республике гидроэлектростанция средней мощности.

Основное гидросиловое оборудование Гродненской ГЭС производства чешской фирмы Mavel включает пять шахтных гидроагрегатов, каждый из которых имеет автоматизированную систему управления.

Комплексное опробование оборудования ГЭС завершилось 28 августа, а к концу сентября станция выработала 6 млн кВт·ч электроэнергии и вышла на этап стабильной работы. За время эксплуатации гидроэлектростанции было получено подтверждение правильности принятых проектных решений, а также заявленных показателей работы оборудования.

В настоящее время Гродненская ГЭС вырабатывает около 84 млн кВт·ч в год. Опыт создания этого уникального объекта дал энергетикам неоценимые знания, которые были использованы при дальнейшем развитии гидроэнергетики.

2016–2020 Новые рекорды зеленой генерации

К 2016 году доля ВИЭ в структуре местных ТЭР приблизилась к 46 %. Объем электроэнергии, выработанной на гидро-, ветро- и гелиоэлектростанциях, вырос с 0,1 % всей генерации в 2010 году до 0,7 % в 2014-м. К 2017 году суммарная установленная мощность электростанций Белорусской энергосистемы, использующих ВИЭ, достигла 186,2 МВт, в том числе мощность гидроэлектростанций республики составила 33,63 МВт, ветроэлектростанций – 70,4 МВт.

Развитие гидро- и ветроэнергетики в этот период стало одним из приоритетных направлений государственной политики в области зеленой генерации. В частности, Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы предполагалось продолжить восстановление ранее выведенных из эксплуатации малых ГЭС и построить новые, а также ввести в строй не менее 200 МВт ветроэнергетических мощностей.

В рамках реализации отраслевой и государственных программ в 2016–2018 годах вводятся в эксплуатацию три крупных энергообъекта, использующих ВИЭ: Новогрудская ветроэлектростанция (2016 год), Полоцкая (2017 год) и Витебская ГЭС (2018 год), что резко увеличило мощность отраслевой зеленой генерации.

Первая промышленная ветроэлектростанция – Новогрудская

27 июля 2015 года в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы началось строительство ветроэнергетического парка в районе поселка Грабники Новогрудского района. В июне 2016 года реализация проекта завершилась и Новогрудская ветроэлектрическая станция (ВЭС) была включена в энергосистему.

В состав ВЭС вошли 6 ветроустановок установленной электрической мощностью 1,5 МВт каждая, включая введенную в эксплуатацию в 2011 году. Поставщиком оборудования для пяти новых ВЭУ, как и для первой в Беларуси промышленной ветроустановки, стала китайская компания HEAG. Все ВЭУ связаны кабельными линиями 10 кВ с вновь построенной подстанцией 110/35/10 кВ «Ветропарк», на которой смонтированы два трансформатора мощностью 10 МВА каждый.

Расчетная годовая выработка ветроэлектростанции составляет порядка 22 млн кВт·ч, что позволяет Белорусской энергосистеме ежегодно экономить 4,5 млн м³ природного газа. Завершение проекта дало возможность увеличить установленную мощность Гродненской энергосистемы и снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

В 2017 году Новогрудская ВЭС достигла проектных показателей. С начала эксплуатации ветроэлектростанция в целом обеспечивает их выполнение.



Витебская ГЭС. Самая мощная в республике

31 июля 2017 года был подписан акт приемочной комиссии о вводе в эксплуатацию Витебской ГЭС. Она стала самой мощной в республике. Установленная электрическая мощность гидроэлектростанции – 40 МВт, ожидаемая годовая выработка электроэнергии – 138 млн кВт·ч. Этого достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией потребителей всего Витебского региона.

Генеральным подрядчиком строительства и основным поставщиком оборудования для Витебской ГЭС выступила Китайская национальная корпорация по электрооборудованию (CNEEC). Финансирование проекта осуществлялось за счет кредита Государственного банка развития Китая.

В ходе строительства были возведены здания и сооружения гидроузла, водосливная и земляная плотины, открытое распределительное устройство 110 кВ и судоходный шлюз. Уже в декабре 2016 года станция начала выдавать электроэнергию в сеть – и до сих пор работает надежно и эффективно.

Новые подходы к развитию ВИЭ

Развитие возобновляемой энергетики – главный тренд мировой энергополитики. Согласно прогнозам Международного энергетического агентства к 2040 году потребление чистой энергии увеличится в 5–6 раз – таким образом, ВИЭ внесут основной вклад в удовлетворение роста спроса на электроэнергию.

Стремительными темпами растет объем зеленой генерации и в Беларуси. К 2019 году он превысил 900 млн кВт·ч, а установленная мощность ВИЭ достигла 390,9 МВт. Между тем сегодня возобновляемый сектор в стране прирастает в основном за счет энергоустановок, работающих параллельно с Белорусской энергосистемой. Неконтролируемый рост их числа может иметь негативные последствия как для устойчивости работы энергосистемы, так и для стоимости зеленой электроэнергии для потребителей. В связи с этим в сентябре 2019 года был принят Указ Президента Республики Беларусь № 357 «О возобновляемых источниках энергии», который внес значимые корректировки в экономическое стимулирование использования ВИЭ.

Полоцкая ГЭС. Начало освоения потенциала Западной Двины



30 июня 2017 года была введена в строй Полоцкая ГЭС мощностью 21,66 МВт. Проект положил начало освоению потенциала одной из крупнейших рек Беларуси – Западной Двины. Реализация проекта включала сооружение гидроузла, подготовку ложа водохранилища, монтаж оборудования для выдачи мощности и связи с энергосистемой.

Основное гидросиловое оборудование станции – пять гидротурбин с генераторами, вспомогательным оборудованием и системой управления – поставила чешская фирма Mavel.

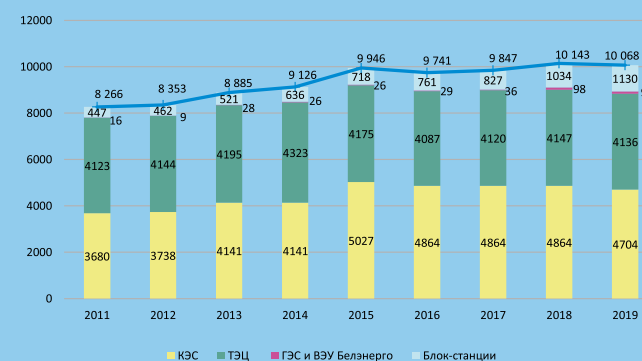
Установленной мощности Полоцкая ГЭС достигает в условиях большой воды. Ввод станции в эксплуа-

тацию позволил полностью обеспечить потребность в электроэнергии Россонского, Ушачского, Лепельского и Чашникского районов.

Специалисты оценивают этот инвестиционный проект как один из сложнейших в Витебской энергосистеме. При строительстве Полоцкой ГЭС приходилось применять нестандартные подходы. В рамках проекта было реализовано большое количество оптимальных технических решений, связанных с применением современного технологического оборудования, что дало возможность не допустить увеличения стоимости строительства станции и выполнить работы в установленный срок

Прогноз производства электрической энергии в Республике Беларусь до 2030 года (базовый сценарий), млн кВт·ч

Показатель	Факт						Прогноз		
	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Производство	34 756	34 082	33 318	34 344	38 784	40 264	39 732	43 734	47 206
ГПО «Белэнерго»	32 497	30 606	30 040	30 506	34 827	35 944	34 529	38 521	41 305
в том числе ВИЭ	29	92	128	399	317	350	378	405	405
Блок-станции	2259	3476	3278	3838	3957	4320	5203	5213	5901
в том числе ВИЭ	96	204	250	351	397	542	806	1070	1695



Структура установленной мощности генерирующих источников энергосистемы на 1 января 2019 года, МВт

Подготовлено по материалам государственных и отраслевых программ, книг «Белорусская энергетическая система (1931–1991)», «Достижения белорусских энергетиков. 1931–2015», информации РУП-облэнерго, публикациям журнала «Энергетическая стратегия», сайта ГПО «Белэнерго»

Благодарим специалистов РУП-облэнерго за содействие в подготовке материала и помощника директора РУП «БЕЛТЭИ» А.В. Сивака – за экспертную поддержку

Сегодня альтернативная энергетика остается одним из важных направлений диверсификации топливно-энергетического баланса республики, и государство продолжает поддерживать ее развитие. Подтверждением тому служат амбициозные цели, которые Беларусь ставит перед собой на ближайшую пятилетку. В частности, Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы предусмотрено увеличить электрическую мощность установок ВИЭ в полтора раза – до 750 МВт. Таким образом, повышение энергетической безопасности страны за счет использования местных видов топлива и ВИЭ остается стратегической задачей.



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



А.Г. РАДОВНЯ,
начальник сектора технической инспекции
УСГ ГПО «Белтопгаз»

Инновационные технологии и современные средства информатизации в системе газоснабжения

Постановлением Министерства энергетики от 31 декабря 2020 года № 48 утверждена Программа комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы. Целью документа является совершенствование и обновление производств газовой отрасли для обеспечения надежности, безопасности и эффективности газоснабжения. Особое внимание при реализации мероприятий программы будет уделено цифровой трансформации производственной деятельности газоснабжающих организаций.

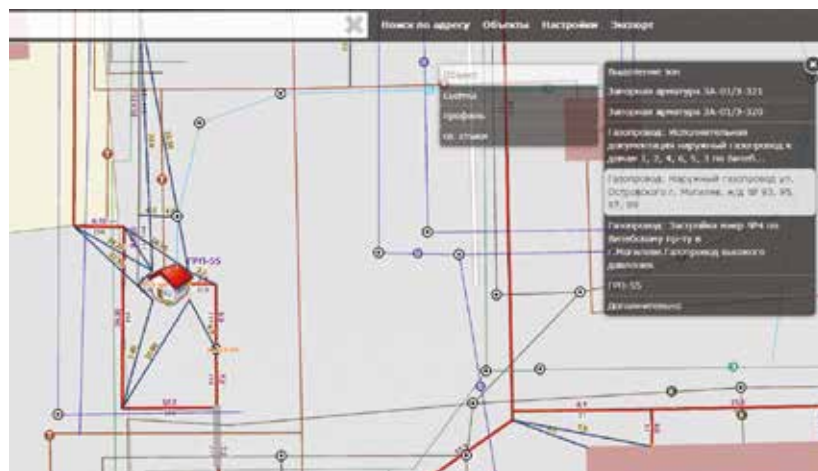
Документом предусмотрено, что цифровая трансформация в сфере газоснабжения будет направлена на повышение эффективности управления производственными процессами и взаимодействия с потребителями, расширение области применения инновационных технологий и IT-решений в производственной деятельности газоснабжающих организаций. Следует отметить, что в ГПО «Белтопгаз» сформирована мощная база для развития этих направлений.

В рамках реализации Декрета Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 года № 8 «О развитии цифровой экономики» работники организаций газоснабжения собственными силами создают цифровые продукты, в том числе эффективные программные комплексы (ПК), максимально учитывающие специфику работы отрасли. Их использование позволяет экономить значительные финансовые средства, поскольку нет необходимости в привлечении сторонних организаций к созданию и дальнейшему сопровождению программных продуктов.

Собственные разработки УП «Витебскоблгаз»

Лидером в разработке программных комплексов в области газоснабжения является филиал ПУ «АйТиГаз» УП «Витебскоблгаз». Его специалистами создан целый ряд ПК, благодаря использованию которых предприятие не отстает от передовых тенденций в мировой практике обслуживания объектов газораспределительной системы.

Комплексная программа «СУГ» предназначена для оперативного регулирования поставок сжиженного углеводородного газа (СУГ) на газонаполнительные станции газоснабжающих организаций. Она позволяет осуществлять учет СУГ в полном объеме с предоставлением данных как газоснабжающим организациям, так и объединению в целом, обеспечивая мониторинг и контроль количества цистерн, их продвижения с указанием постав-



Мультипрограммный комплекс «Панорама»



щиков, марки и объема газа, станции нахождения. С помощью данного комплекса ГПО «Белтопгаз» может координировать деятельность газоснабжающих организаций по надежному и бесперебойному снабжению населения республики сжиженным газом марок СПБТ и ПБА.

После внедрения ПК «Панорама» и ПК «7-ЭГ» очередным шагом в развитии цифровых технологий стало использование **мультипрограммного комплекса (МПК) «Мириада»** на базе Android. Комплекс предназначен для автоматизации работы служб предприятия, отвечающих за эксплуатацию наружных газопроводов и обслуживание внутридомового газоиспользующего оборудования, а также аварийно-диспетчерской службы. МПК «Мириада» позволяет в режиме реального времени:

- формировать маршруты обхода объектов газораспределительной системы и газопотребления;
- отслеживать путь работника при выполнении им служебных заданий и контролировать проведение работ;
- фиксировать (фотографировать) нарушения, обнаруженные при обходе, с сохранением изображений в базе данных;
- отправлять результаты устранения нарушений на АРМ.

Звенья производственной цепочки «слесарь – мастер – руководитель» в системе газоснабжения представлены соответственно МПК «Мириада», МПК «Панорама» и МПК «Вершина». Последний является комплексом верхнего уровня, обеспечивающим осуществ-

вление функций бизнес-планирования. **МПК «Вершина»** – новый программный продукт, успешно внедренный на предприятии. Он позволяет контролировать деятельность газоснабжающих организаций по таким основным направлениям, как выполнение земляных работ, результаты обходов эксплуатационных служб, а также работа аварийно-диспетчерской службы.

Инновационные технологии в областных газоснабжающих организациях

Такие программные комплексы, как МПК «Вершина», «СУГ», разработанные в УП «Витебскоблгаз», интегрированы в системы газоснабжения других областей и успешно обеспечивают актуальность данных, оперативный контроль за сложным механизмом управления производственными процессами

и анализ производственных процессов. Вместе с тем каждая областная газоснабжающая организация внедряет и другие инновационные технологии, повышающие уровень развития информатизации региональных систем газоснабжения.

В системе газоснабжения Могилевской области реализован пилотный проект по **дистанционному сбору показателей учета газа с использованием интернета вещей**. В одном из регионов области в домах частного сектора установлены счетчики белорусского производства со специальными встроенными модулями. Показания счетчиков передаются в РУП «Могилевоблгаз» в режиме онлайн с помощью сети NB-IoT (MTC).

Внедрение системы дистанционного сбора и передачи данных позволило сократить затраты на обслуживание приборов учета. Кроме того, «умные» газовые счетчики дают возможность

[illegible]

контролировать работу приборов и снижать потери энергоресурсов. Важным преимуществом системы стало повышение безопасности газоснабжения – в счетчиках предусмотрена опция передачи аварийных сообщений. И если данные о потреблении газа отправляются через заданные интервалы времени, то аварийная ситуация инициирует внеочередной сеанс связи. Это позволяет оперативно сообщать о возникающих проблемах соответствующим службам.



Собственной разработкой РУП «Могилевоблгаз» является **программный комплекс «Система управления охраной труда» (СУОТ)**. Для удобства пользователя и структурирования информации СУОТ разбита на несколько подсистем: «Выполняемые работы», «Контроль охраны труда», «Персональный учет», «Мероприятия», «Организатор», «Инструменты и оборудование», «Документы». Внедрение комплекса дает возможность автоматизировать работу в области охраны труда, систематизировать и структурировать деятельность инженера по охране труда (составление конкретных планов работ, мониторинг и анализ выполнения работ).

В УП «Брестоблгаз» применяются **цифровые системы телеметрии**, позволяющие осуществлять



удаленный контроль показателей узловых точек газопроводов с помощью контроллеров с использованием защищенных интернет-каналов. В 2020 году в ПУ «Пинскгаз» программный комплекс, контролирующий работу оборудования 156 газорегуляторных (ГРП) и шкафных регуляторных (ШРП) пунктов, был переведен на web-платформу. Всего в Брестской области

в рамках модернизации оборудования систем газоснабжения планируется перевести на web-платформу 570 объектов. В целях дальнейшего совершенствования цифровых систем контроля УП «Брестоблгаз» первым в отрасли начало массово внедрять оборудование телеметрии ШРП с каналом передачи данных NB-IoT.





В УП «МИНСКОБЛГАЗ» внедрена **виртуальная инфраструктура размещения ресурсов IaaS** (Infrastructure as a Service). В отличие от традиционной, она более гибка в использовании, легко масштабируется, имеет повышенную отказоустойчивость и универсальную конфигурацию, оптимизирует нагрузки на сервер и сокращает капитальные затраты на приобретение, содержание и обслуживание собственного электронного оборудования. Начиная с 2018 года проводилась тестовая эксплуатация и запуск в промышленную эксплуатацию следующих систем, использующих виртуальную инфраструктуру:

- телеметрия ГРП, ШРП (около 2 тыс. объектов);
- телеметрия станций катодной защиты (более 300 объектов);
- система IP-телефонии Infinity X

(более чем на 60 рабочих местах в центрах обслуживания населения и АДС);

- система цифровой радиосвязи АДС (более чем на 40 рабочих местах в АДС и на автомобилях аварийной службы);
- система учета расхода газа у промышленных потребителей и физических лиц (более 400 устройств учета).

В ходе эксплуатации виртуальная инфраструктура показала ряд преимуществ. Ее использование исключило сбои со связью при опросе объектов учета, работающих по устаревшему протоколу CSD. Наличие прямого канала связи с объектами закрытой абонентской группы позволило увеличить скорость обмена данными с объектами, работающими по протоколу GPRS (2G/3G). Появилась возможность разгрузить канал связи УП «МИНСКОБЛГАЗ» за счет использования удаленными клиентами

канала интернет-связи дата-центра УП «А1». Внедрение инфраструктуры обеспечило также независимость серверного оборудования от электросети предприятия, что гарантировало высокий уровень (99,5 %) доступности ресурсов. Кроме того, организация получила в аренду не только вычислительные ресурсы, но и операционные системы.

Еще одной инновационной технологией, применяемой в УП «МИНСКОБЛГАЗ», является сервис **Veeam Backup & Replication**, который создает резервные копии виртуальных машин – программных или аппаратных систем, используемых для повышения эффективности работы газоснабжающих предприятий. Это позволяет защитить и в случае сбоев или чрезвычайных ситуаций быстро восстановить виртуальные машины или отдельные файлы гостевых операционных систем семейства Windows.

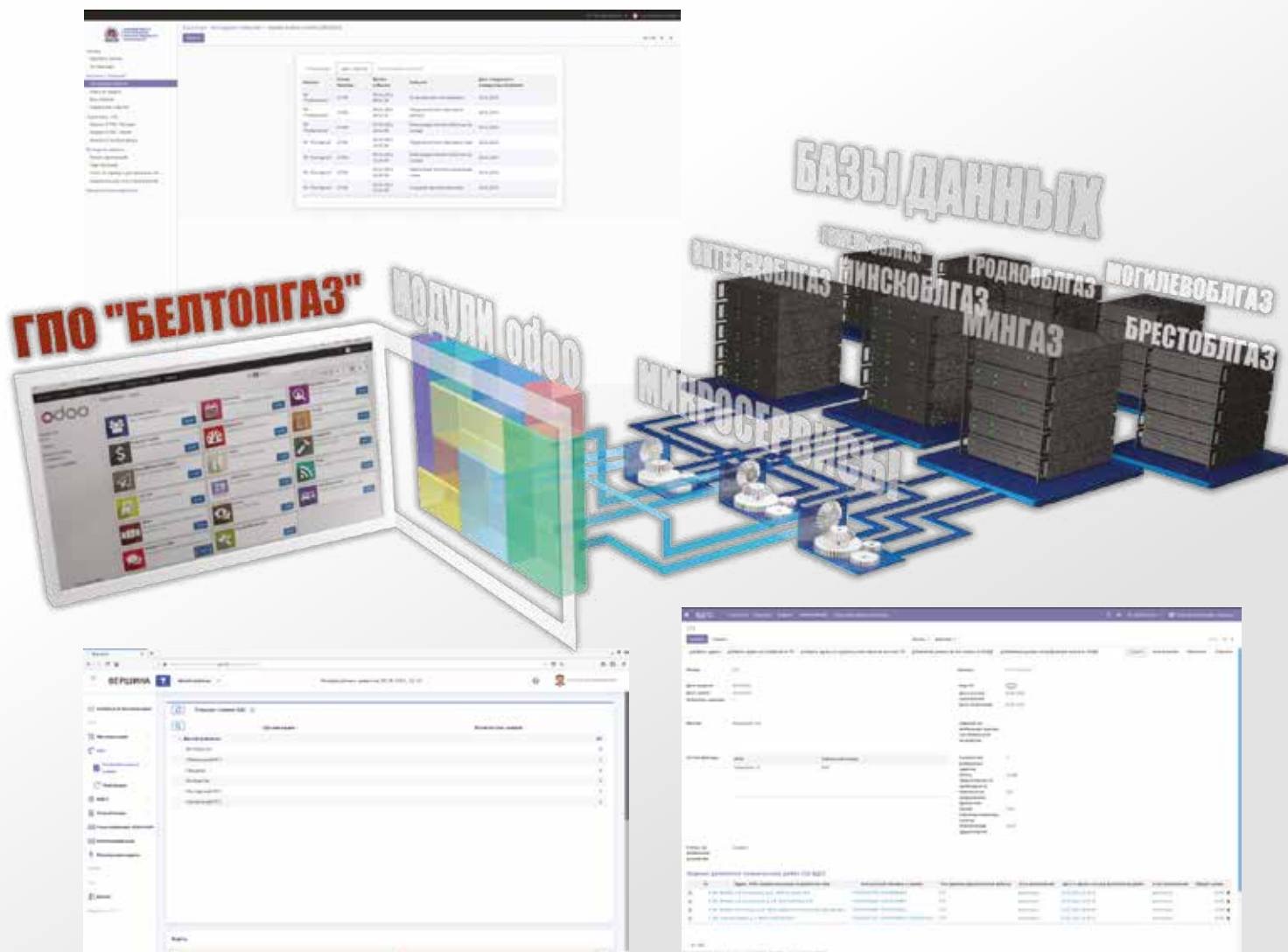
Заключение

Достижения газоснабжающих организаций в области использования инновационных технологий и современных средств информатизации уже сегодня существенно влияют на надежность и эффективность их работы. В перспективе производственные и бизнес-процессы в сфере газоснабжения будут усовершенствованы, в том числе за счет применения современных технологий управления и повышения эффективности деятельности организаций ГПО «Белтопгаз».



В частности, в рамках реализации Программы комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы предполагается:

- внедрить новые и модернизировать действующие системы диспетчерского управления объектами (SCADA-системы);
- создать системы диспетчерского управления объектами с внедрением современных программных продуктов (платформ) для формирования единой системы сбора данных о работе объектов газораспределительной системы и газопотребления;
- внедрить системы для автоматизации обращений клиентов (автоматизированных контакт-центров) и программные комплексы, повышающие эффективность взаимодействия с потребителями при предоставлении услуг;
- провести модернизацию IT-инфраструктуры с внедрением высокоэффективного отказоустойчивого оборудования.





И.П. БИКЕТОВ,
начальник производственной лаборатории филиала
Госэнергогазнадзора по Брестской области

О влиянии качества электроэнергии на работу электрооборудования

Низкое качество электроэнергии оказывает существенное влияние на все технологические процессы, в которых используется электричество: снижается коэффициент полезного действия оборудования, растут потери электроэнергии при ее транспорте в электросетях, возникают сбои в энергоснабжении.

Согласно Положению о государственном энергетическом и газовом надзоре, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 марта 2019 года № 21, надзор за соблюдением требований к качеству электрической энергии является одной из функций Госэнергогазнадзора.

В современном мире электроэнергия является товаром, который в условиях развития цивилизации становится все более востребованным. Как и любой другой товар, электроэнергия характеризуется стоимостью и определенными потребительскими свойствами, непосредственно обеспечивающими возможность нормального функционирования электроприемников.

Показатели качества электроэнергии и их основные отклонения

Перечень показателей качества электроэнергии (ПКЭЭ) и их нормируемые значения в Республике Беларусь определены ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». К данным показателям относятся:

- отклонение напряжения;
- колебания напряжения;
- несинусоидальность напряжения;
- несимметрия напряжений в трехфазных системах;
- отклонение частоты;

- провалы напряжения;
- временные перенапряжения;
- прерывания напряжения.

В отличие от потребительских свойств большинства других товаров, ПКЭЭ зависят не только от производителя, но и от непосредственных потребителей энергии и могут существенно отличаться в различных точках электрической сети.

Контроль (мониторинг) качества электроэнергии на ПС 35–110 кВ Брестской энергосистемы, а также контроль по обращениям потребителей или энергоснабжающих организаций осуществляет производственная лаборатория филиала Госэнергогазнадзора по Брестской области.

Как показывает практика, основными факторами несоответствия ПКЭЭ нормативам являются:

- со стороны энергоснабжающих организаций – технические недостатки оборудования (старение изоляции, износ контактных соединений коммутационных аппаратов, некорректная работа контрольно-измерительного оборудования, недостаточная пропускная способность старых ЛЭП 0,4–10 кВ и др.);
- со стороны потребителей – несоблюдение режимов и условий потре-

бления электроэнергии (превышение лимита потребляемой мощности, нелинейная и несимметричная нагрузка, резкопеременная нагрузка, отсутствие фильтров высокочастотных помех и др.).

В 2020 году сотрудники лаборатории обследовали 70 ПС 35–110 кВ Брестской энергосистемы. Было выявлено, что на 21 объекте параметры качества не соответствуют ГОСТ 32144. В процессе мониторинга установлено, что на ВЛ 10 кВ и подстанциях в основном имеют место несоответствие нормативным значениям установившегося отклонения напряжения, коэффициентов несимметрии напряжений нулевой и обратной последовательностей, коэффициентов гармонических составляющих фазных напряжений, а также превышение кратковременной и длительной дозы фликера, наличие перенапряжений и провалов напряжения.

Как правило, для каждого из случаев ухудшения ПКЭЭ может быть определен наиболее вероятный его виновник – энергоснабжающая организация или потребитель (см. таблицу).

Следует отметить, что многие специалисты, в том числе электротехнический персонал предприятий, уделяя основное внимание отклонениям или ко-

Таблица. Наиболее вероятные виновники ухудшения ПКЭЭ в зависимости от показателя

Показатели качества электрической энергии	Нормируемые значения	Наиболее вероятные виновники ухудшения ПКЭЭ
Отклонение напряжения	Установившееся отклонение напряжения δU_y	Энергоснабжающая организация
Колебания напряжения	Размах изменения напряжения δU_t	Потребитель с переменной нагрузкой
	Доза фликера P_t	
Несинусоидальность напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U	Потребитель с нелинейной нагрузкой
	Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения $K_U(n)$	
Несимметрия трехфазной системы напряжений	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_2U	Потребитель с несимметричной нагрузкой
	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_0U	
Отклонение частоты	Отклонение частоты Δf	Энергоснабжающая организация
Провал напряжения	Длительность провала напряжения Δt_n	
Временное перенапряжение	Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$	
Прерывание напряжения		

лебаниям напряжения, недооценивают опасность таких явлений, как несинусоидальность и несимметрия напряжения. Между тем они оказывают негативное влияние не только на работу электрооборудования, но и на надежность энергосистемы в целом.

Несинусоидальность напряжения

Причины возникновения. В системах электроснабжения промышленных предприятий большой удельный вес имеют приемники электрической энергии с нелинейными вольт-амперными характеристиками (ВАХ): частотные преобразователи, установки электросварки, электродуговые печи, газоразрядные источники света и т.п. Источниками высших гармоник являются также силовые трансформаторы, двигатели и генераторы в случае их работы на нелинейной части кривой намагничивания. Обычно это оборудование работает в условиях относительно невысокого насыщения стали, поэтому создаваемые им токи высших гармоник относительно невелики. Характерной особенностью устройств с нелинейными ВАХ является потребление из сети несинусоидальных токов при подведении к их зажимам синусоидального напряжения.

Несинусоидальные кривые токов можно рассматривать как сложные гармонические колебания, состоящие из совокупности простых гармонических колебаний различной частоты; они могут быть представлены тригонометрическим рядом Фурье. ГОСТ нормирует ПДН для 40 гармоник, где первая гармоника – основная, остальные – высшие. Токи высших гармоник, протекая по элементам сети, вызывают падение напряжения в сопротивлениях этих элементов. Оно, в свою очередь, накладывается на основную синусоиду напряжения, приводя к искажению формы кривой напряжения.

Влияние на работу электрооборудования. При протекании токов высших гармоник по элементам системы электроснабжения возникают потери активной мощности. Наибольшие потери имеют место в трансформаторах, двигателях и генераторах: с ростом частоты активное сопротивление их обмоток увеличивается пропорционально корню из порядкового номера гармоники $\sqrt{n}$. В ряде случаев потери активной мощности могут вызвать недопустимый перегрев обмоток электрических машин и во всех случаях приводят к дополнительным потерям электроэнергии.

При наличии гармоник в кривой напряжения процесс старения изоляции протекает более интенсивно, чем в случае работы электрооборудования

при синусоидальном напряжении. Это объясняется тем, что высокие частоты ускоряют старение диэлектрика.

Несинусоидальность формы кривой напряжения отрицательно сказывается также на работе преобразователей, ухудшая качество выпрямленного тока.

Наиболее ощутимое влияние высшие гармоники оказывают на батареи статических конденсаторов (БСК). Причина разрушения и выхода из строя БСК при несинусоидальном напряжении – перегрузка их токами высших гармоник, как правило, из-за возникновения в сети резонансного режима на частоте одной из гармоник.

Влияние на показания электросчетчиков. Несинусоидальность напряжения, как и несимметрия, отрицательно влияет на качество показаний электросчетчиков. При оценке точности измерений расхода электроэнергии индукционными счетчиками в сети с нелинейной нагрузкой необходимо рассмотреть несколько возможных вариантов несинусоидальности:

а) несинусоидальный ток и синусоидальное напряжение. В этом случае показания индукционного счетчика будут определяться мощностью первой гармоники напряжения, то есть такой режим не повлияет на точность измерений;

б) синусоидальный ток и несинусоидальное напряжение. Точность показаний также не изменится;

в) несинусоидальные ток и напряжение. Счетчик не будет полностью учитывать дополнительную энергию от высших гармоник тока и напряжения из-за наличия у него частотной погрешности, резко возрастающей на частотах, отличных от 50 Гц;

г) включение потребителя с линейной нагрузкой в цепь, где нелинейные нагрузки создают несинусоидальный ток и напряжение. В этом случае на показания будет влиять характер нагрузки потребителя: при активной или активно-индуктивной нагрузке погрешность счетчика будет в пределах нормы, при емкостной (БСК, фильтрокомпенсирующее устройство, емкостной делитель и т.п.) – в цепи «нагрузка – сеть – источник высших гармоник» возможно возникновение резонансов и усиление амплитуд высших гармоник тока. Индукционный счетчик этого не учитывает, поэтому точность его измерений снизится.

Несимметрия напряжений и токов

Причины возникновения. Несимметричный режим работы системы электроснабжения предполагает, что условия работы одной или всех фаз сети оказываются неодинаковыми.

Кратковременная несимметрия обычно связана с аварийными процессами в сетях (короткие замыкания, обрыв провода с замыканием на землю и т.п.). Длительная несимметрия возникает при подключении к системе электроснабжения мощной однофазной нагрузки, то есть несимметричных приемников электроэнергии (осветительные приборы, однофазные установки электросварки, индукционные и дуговые сталеплавильные печи и т.п.).

Несимметрия нагрузок фаз порождает токи обратной и нулевой последовательности. Эти токи, протекая по элементам сети, приводят к падению в ней напряжений обратной и нулевой последовательности, которые, складываясь с напряжением прямой последовательности промышленной частоты, приводят к несимметрии напряжения сети.

Следует отметить, что токи нулевой последовательности возникают, как правило, в сетях напряжением до и выше 1000 В с заземленной нейтралью. В трехфазных сетях без нулевого провода (изолированная нейтраль) в нормальном режиме работы, то есть без замыкания на землю, токи нулевой последовательности отсутствуют.

Влияние на работу электрооборудования. В общем случае несимметрия нагрузок искажает систему фазных и линейных напряжений. Поэтому влияние несимметрии испытывают на себе как трехфазные симметричные, так и однофазные приемники электроэнергии.

При наличии несимметричных нагрузок большой мощности в статорах синхронных генераторов протекают токи прямой, обратной и нулевой последовательности. Токи обратной последовательности создают магнитное поле, вращающееся с двойной синхронной скоростью противоположно направлению вращения ротора, и приводят к появлению в статоре нечетного, а в обмотке возбуждения – четного спектра токов прямой и обратной последовательности. Эти токи обуславливают дополнительный нагрев

как статора, так и ротора синхронной машины.

На рисунках 1 и 2 представлены результаты наложения на систему прямой последовательности систем нулевой и обратной последовательности. В первом случае несимметричной является только система фазных напряжений, при этом система междуфазных (линейных) напряжений остается неизменной (симметричной). Во втором случае несимметричными становятся также системы фазных и линейных напряжений.

В асинхронных двигателях несимметрия напряжений приводит к возникновению противодействующего вращающего момента, который уменьшает полезный момент двигателя. При несимметричной нагрузке уменьшение полезного момента пропорционально квадрату коэффициента несимметрии. При наличии даже небольшой составляющей напряжения обратной последовательности, которое у асинхронного двигателя в 5–7 раз меньше сопротивления прямой последовательности, возникает значительный ток. Он накладывается на ток прямой последовательности и вызывает дополнительный нагрев ротора и статора,

в результате чего быстро стареет изоляция и уменьшается допустимая нагрузка машины.

Несимметрия напряжений значительно ухудшает режим работы многофазных выпрямителей: снижается допустимая мощность вентильных агрегатов, в выпрямленном токе появляются гармоники, амплитуды которых пропорциональны коэффициенту несимметрии. Эти гармоники, резонируя в сглаживающих фильтрах, не рассчитанных на их появление, перегружают конденсаторы и выводят их из строя.

БСК при несимметрии напряжений неравномерно загружаются по фазам, их мощность при этом становится меньше номинальной.

Заключение

То, насколько электроустановка подвержена негативному влиянию отклонений ПКЭЭ от нормативных значений, зависит отряда факторов: качества электроэнергии, получаемой от поставщика, типов нагрузки, чувствительности оборудования к различного рода возмущениям и отклонениям от номинальных параметров.

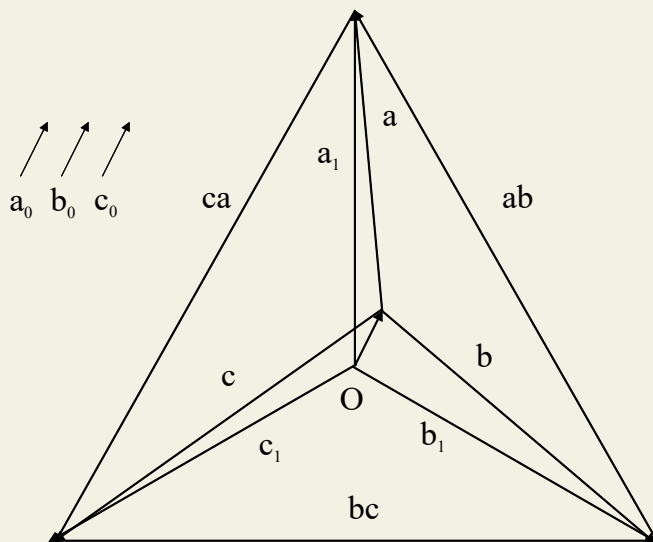


Рис. 1. Результат наложения системы нулевой последовательности на систему прямой последовательности:

a_1, c_1, b_1 – фазные напряжения прямой последовательности; a_0, b_0, c_0 – фазные напряжения нулевой последовательности, возникающие при трехфазной несимметричной нагрузке; a, c, b – искаженная форма фазных напряжений в результате наложения напряжений нулевой последовательности; ab, bc, ca – векторы линейных напряжений

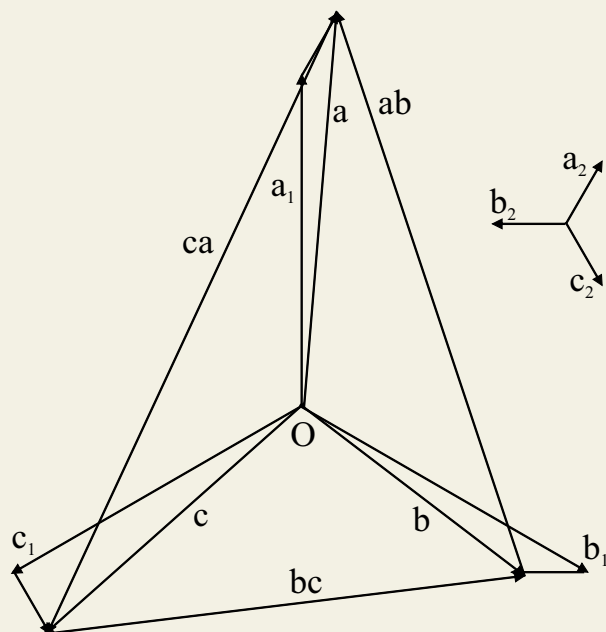


Рис. 2. Результаты наложения системы обратной последовательности на систему прямой последовательности:

a_1, c_1, b_1 – фазные напряжения прямой последовательности; a_2, b_2, c_2 – фазные напряжения обратной последовательности, возникающие при трехфазной несимметричной нагрузке; a, c, b – искаженная форма фазных напряжений в результате наложения напряжений обратной последовательности; ab, bc, ca – искаженные векторы линейных напряжений

Надежность функционирования электрооборудования определяется уровнем электромагнитной совместимости в точке подключения. Когда помехоустойчивость оборудования и уровень влияния на качество электроэнергии при заданных ПКЭЭ в электросети сбалансированы, отрицательных последствий (ухудшение характеристик, нагрев, отказ и т.п.), приводящих к электротехническому и технологическому ущербу, не возникает. Промышленное оборудование, являясь источником искажений ПКЭЭ, в основном и несет на себе тяжесть их последствий – в виде преждевременного износа оборудования.

Следует заметить, что не существует универсального способа устранения проблем, связанных с качеством электроэнергии. Оптимальное технико-экономическое решение должно вырабатываться для каждой электроустановки индивидуально. Особенно сложными являются случаи, когда на качество электроэнергии одновременно влияет несколько факторов, поэтому применяемые в такой ситуации решения должны быть не только эффективными, но и совместимыми между собой.



научно-практический журнал

**Энергетическая
Стратегия**

ПОДПИСКА' 2021

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



В.В. САРАНЦЕВ,
к.т.н., доцент, директор ГУО «Центр
повышения квалификации руководящих
работников и специалистов энергетики»

Разработана методика идентификации опасностей и оценки рисков

Приказом ГПО «Белэнерго» от 24 февраля 2021 года № 36 утвержден документ, предназначенный для служб охраны труда и промышленной безопасности организаций объединения, – «Методика идентификации опасностей, оценки рисков, управление рисками в организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

Методика разработана ГУО «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов энергетики».

Структурно документ состоит из 12 глав и 13 приложений. В частности, в него включены следующие главы: «Подготовка процедуры оценки рисков»; «Выявление опасностей»; «Определение величины риска»; «Способы определения значимости»; «Выбор мероприятий. Использование результатов»; «Оценка рисков на рабочем месте. Анкетирование»; «Физические факторы опасности (F)»; «Факторы риска несчастных случаев (Т)»; «Эргономика (Е)»; «Химические и биологические факторы риска (К, В)»; «Психологические перегрузки (напряженность труда) (Н)»; «Расчет персонализированных профессиональных рисков на рабочих местах».

В приложениях методики содержатся рекомендации по планированию работы по оценке рисков, выбору объектов, определению опасностей и др., а также формы анкет для опроса работников предприятия по рассматриваемым вопросам.

Оценка и учет профессиональных рисков – ключевой момент в системе управления охраной труда. В связи с этим в методике дается определение профессионального риска – это вероятность повреждения здоровья или утраты трудоспособности либо смерти работающего в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов.

При идентификации опасностей в настоящее время, как правило, опираются на результаты комплексной гигиенической оценки условий труда и аттестации рабочих мест.

В ходе гигиенической оценки условий труда определяется степень возможного вреда здоровью работника путем сопоставления измеренных и оцененных уровней вредных производственных факторов с гигиеническими нормативами – ПДК (предельно допустимая концентрация) и ПДУ (предельно допустимый уровень). В зависимости от величины отклонения уровней от нормативов на основе гигиенических критериев устанавливается класс вредности и опасности воздействия на работников нескольких производственных факторов.

Как показывает опыт аттестации рабочих мест по условиям труда, на разных рабочих местах может действовать совокупность производственных факторов разных классов вредности и (или) опасности. Однако в случае, когда общий

класс условий труда на рабочем месте устанавливается по наиболее высокому классу отдельного фактора или определенной комбинации значений наиболее высоких классов, суммарная вредность условий труда (совокупность производственных факторов) в соответствии с методикой оценивается фактической комбинацией всех действующих факторов с учетом их класса. Данная методика необходима для верификации опасностей, создаваемых производственными факторами и условиями труда, с целью разработки профилактических мероприятий.

Для оценки профессиональных рисков используются различные методы, позволяющие идентифицировать опасность, которая может причинить ущерб жизни или здоровью работников. Важным аспектом является информирование работника о рисках и управление рисками.

Предлагаемые методикой мероприятия по снижению рисков на рабочих местах соответствуют требованиям национального стандарта «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Организация медицинской помощи, профилактики заболеваний и укрепления здоровья».

Методика позволяет: идентифицировать опасности; оценивать риски и управлять ими; рассчитывать персонализированные профессиональные риски на рабочих местах; рассчитывать и оценивать возможные риски нарушения здоровья при применении и/или неприменении средств защиты на предприятии.

Наряду с общепринятыми методами верификации рисков в методике предложены современные способы их верификации, в том числе с использованием современных автоматизированных систем предсменного осмотра. Положения методики направлены на продление активного профессионального долголетия работников и дают возможность выявлять профессиональные риски, связанные в том числе с напряженностью трудового процесса.

Применение методики на практике позволит заблаговременно выявлять у персонала депрессивные и стрессовые состояния, признаки усталости и обострения заболеваний, определять работников с факторами риска и обеспечивать реализацию профилактических программ.



А.Л. СИЦКО,
к.т.н., доцент, профессор кафедры
электротехники и систем электропитания
УО «Военная академия Республики
Беларусь»



Р.Е. ПЕРВЕНЕНОК,
м.т.н., адъюнкт кафедры электротехники
и систем электропитания УО «Военная
академия Республики Беларусь»

Система управления силового активного фильтрокомпенсирующего устройства с адаптивной фильтрацией

Аннотация

Предложен алгоритм управления характеристиками активных фильтрокомпенсирующих устройств, основанный на использовании методов адаптивной фильтрации сигналов. Приведены результаты имитационного моделирования алгоритма, показывающие его эффективность.

Annotation

The algorithm for controlling the characteristics of active harmonic filters based on methods of adaptive filtering of signals is proposed. The results of simulation modeling, showing its effectiveness, are presented.

Статья поступила в редакцию 25 января 2021 года.

Современные системы электроснабжения содержат сложное электротехническое оборудование, широко использующее различные электрифицированные и автоматизированные технические средства, в состав которых входят электрические нагрузки с нелинейной вольт-амперной характеристикой. Главная особенность таких нагрузок – потребление несинусоидального тока.

При сравнимых мощностях системы автономного электроснабжения (САЭС) переменного тока и импульсной (нелинейной) нагрузки искажается форма синусоидального напряжения [1]. Данные искажения оказывают на функциональное электрооборудование автономного объекта отрицательное влияние, которое выражается в сокращении срока службы изоляции электрических машин и аппаратов, снижении коэффициента мощности и электромагнитного момента на валу асинхронных двигателей и т.д. [1–3].

Для уменьшения уровня высших гармоник в САЭС используют фильтрокомпенсирующие устройства – пассивные и активные фильтры гармоник [2].

Пассивные фильтры гармоник (ПФГ) предназначены для подавления высших гармоник в сетях электроснабжения. Их достоинствами являются простота и экономичность. Пассивные фильтры дешевы, не требуют регулярного обслуживания, могут выполнять одновременно несколько функций (подавление гармоник, коррекция коэффициента мощности и др.).

Главный недостаток пассивных фильтров заключается в том, что они являются статическими устройствами. Их эффективность снижается при изменении гармонического состава токов и напряжений, а также параметров САЭС. Другой недостаток ПФГ – возможность возникновения резонанса в параллельном колебательном контуре, образуемого фильтром и индуктивностью САЭС на частотах, близких к частотам высших гармоник.

Современная силовая электроника позволяет создавать системы подавления высших гармоник, коррекции коэффициента мощности и частотных характеристик сети, уменьшения фликера и исключения параллельных резонансов на основе активных фильтров гармоник, или активных фильтрокомпенсирующих устройств (АФКУ).

Характеристики системы управления АФКУ на основе адаптивной фильтрации, в отличие от пассивных устройств, изменяются в зависимости от режима работы сети и характера электрической нагрузки.

АФКУ представляет собой преобразователь электрической энергии на полностью управляемых ключевых элементах с емкостным или индуктивным накопителем на стороне постоянного тока. Методами импульсной модуляции устройство формирует усредненное значение тока (напряжения), равное разности нелинейного тока (напряжения) и синусоидального тока (напряжения) его основной гармоники. Таким образом, АФКУ обеспечивает компенсацию

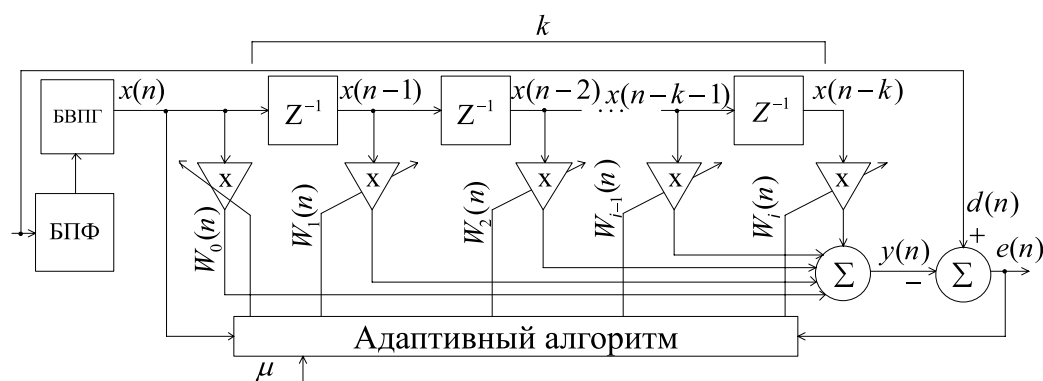


Рис. 1. Структурная схема системы управления АФКУ на основе адаптивного цифрового фильтра

высших гармоник тока или напряжения сети путем генерирования их в сеть в противофазе с высшими гармониками тока или напряжения сети.

Силовая часть АФКУ представлена инвертором, получающим сигналы от системы управления. Важно отметить, что характеристики АФКУ в основном зависят от данной системы. Соответственно, исследования АФКУ направлены на получение качественных и быстрых алгоритмов выделения опорных токов и напряжений в системе формирования управляющих сигналов.

Для этого в настоящее время, помимо быстрого преобразования Фурье, активно применяются методы на основе фильтра Калмана, искусственных нейронных сетей, а также методы цифровой обработки сигнала. Однако каждый из этих методов в той или иной степени имеет один недостаток – большое время адаптации к изменениям в анализируемом сигнале. В лучшем случае при неизменной частоте тока питающей сети и резком изменении его гармонического состава системе управления для формирования управляющих сигналов необходимо не менее одного периода напряжения сети.

Метод формирования управляющих сигналов для АФКУ, рассматриваемый в статье, основан на использовании методов цифровой обработки сигнала.

Спектральный состав сигнала, формируемого системой управления АФКУ, должен совпадать с гармоническим составом несинусоидального тока, генерируемого нелинейной нагрузкой, за исключением основной гармоники – в компенсирующем токе она должна отсутствовать.

Для получения сигнала компенсации можно использовать аналоговый режекторный фильтр, настроенный на частоту основной гармоники [4]. Его использование имеет недостатки, связанные с тем, что такой фильтр является статическим устройством, то есть его характеристики при изменении частоты и амплитуды основной гармоники остаются неизменными. Для формирования управляющего сигнала АФКУ необходимо устройство, характеристики которого адаптируются к изменению спектрального состава несинусоидальных токов или напряжений.

Структурная схема системы управления АФКУ на основе адаптивного цифрового фильтра, компенсирующего гармонику основной частоты, показана на рисунке 1.

Сигнал основного входа $d(n)$ пропорционален несинусоидальному току или напряжению сети. Сигнал $x(n)$, посту-

пающий на вход адаптивного фильтра, формируется из основного сигнала с помощью блоков быстрого преобразования Фурье (БПФ) и блока выделения первой гармоники (БВПГ). На выходе фильтра формируются отсчеты компенсирующего сигнала $e(n)$.

Функциональными узлами адаптивного фильтра являются умножители ($\times$), сумматоры (Σ), элементы задержки (Z^{-1}), весовые коэффициенты фильтра $W_i(n)$, формируемые адаптивным алгоритмом, и коэффициент оптимизации μ .

Сигналом на выходе адаптивного фильтра является сигнал ошибки $e(n)$, равный разности между основным сигналом $d(n)$ и откликом адаптивного фильтра:

$$e(n) = \sum_{k=0}^{N-1} d(n) - W_i(n)x(n-k). \quad (1)$$

Весовые коэффициенты фильтра необходимо подстроить таким образом, чтобы минимизировать сумму квадратов ошибки предсказания на выходе фильтра. Для этой цели применен упрощенный алгоритм Ньютона [5]. Его основные достоинства – простота программной реализации и малые вычислительные затраты. При обработке нестационарных сигналов данный алгоритм является более устойчивым в сравнении с методом наименьших квадратов.

В соответствии с упрощенным алгоритмом Ньютона коррекция весовых коэффициентов адаптивного фильтра производится по формуле

$$\vec{w}(n+1) = \vec{w}(n) + \frac{2\mu}{\|\vec{x}(n)\|^2 + \delta^2} \vec{x}(n)e(n). \quad (2)$$

где δ^2 – малое действительное число, $\delta^2 \geq 0,01\sigma_x^2$, σ_x^2 – дисперсия входного сигнала адаптивного фильтра.

Из выражения (2) следует, что для определения уточненного значения весового коэффициента $\vec{w}(n+1)$ необходимы отсчет сигнала ошибки $e(n)$ и отсчет входного сигнала $x(n)$. Коэффициент μ определяет скорость и устойчивость процесса адаптации [6]. В [5] показано, что при выборе достаточно малой величины μ ошибка будет асимптотически стремиться к нулю.

Исследование алгоритма адаптивной фильтрации было проведено в программном комплексе MATLAB [7]. В качестве

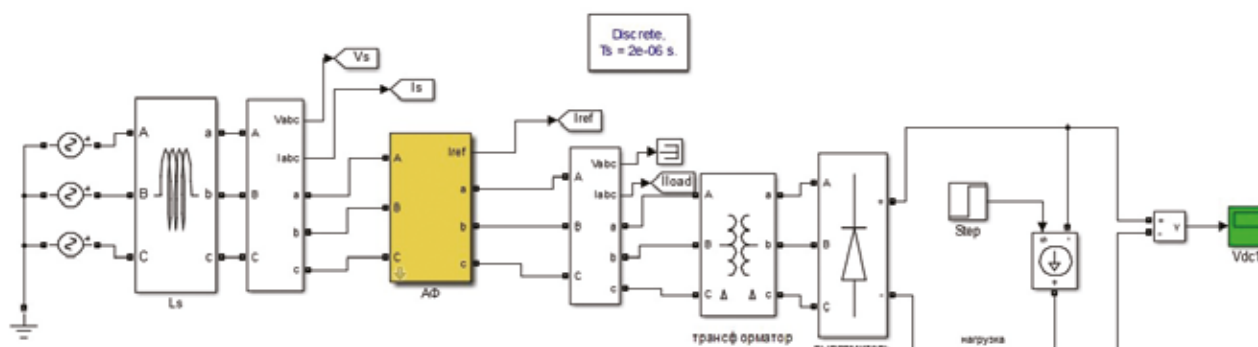


Рис. 2. Имитационная модель АФКУ с нелинейной нагрузкой

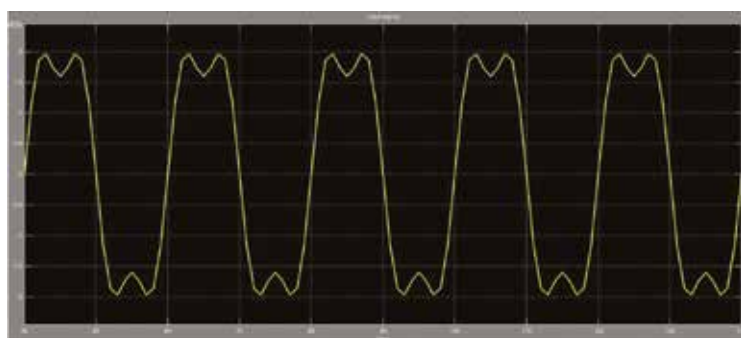


Рис. 3. Сигнал на основном входе АФКУ

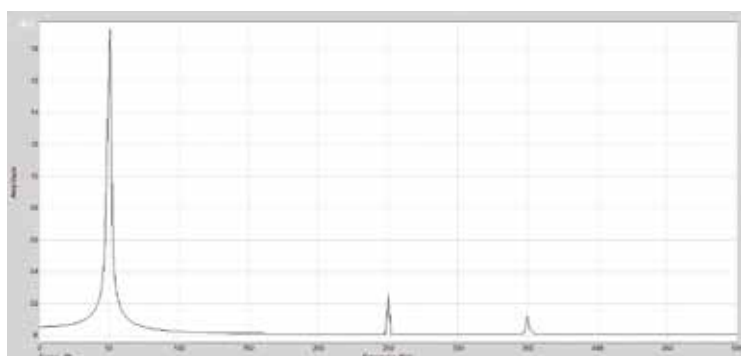


Рис. 4. Спектр сигнала на основном входе АФКУ

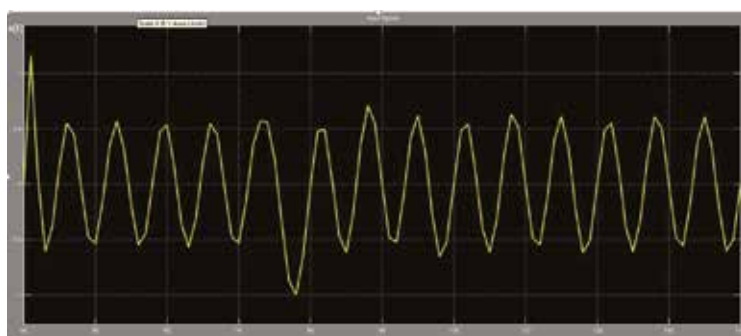


Рис. 5. Компенсирующий сигнал АФКУ

примера рассмотрим результаты компенсации высших гармоник в спектре тока трехфазного мостового выпрямителя. Схема имитационной модели АФКУ представлена на рисунке 2.

Осциллограмма сигнала $d(t)$, поступающего на основной вход АФКУ, показана на рисунке 3.

Был выбран порядок адаптивного фильтра $n = 32$, коэффициент оптимизации $\mu = 0,005$. Коэффициент мощности вычисляется по формуле

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{THD}_I^2}}, \quad (3)$$

где THD_I – коэффициент гармоник тока, определяемый по формуле

$$\text{THD}_I = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} I_i^2}}{I_1}. \quad (4)$$

Спектр сигнала, поступающего на основной вход АФКУ, показан на рисунке 4. Коэффициент гармоник входного сигнала $\text{THD}_I = 24,36 \%$.

Осциллограмма компенсирующего сигнала, получаемого на выходе АФКУ, представлена на рисунке 5.

Восстановленный сигнал равен разности сигнала, поступающего на основной вход АФКУ, и компенсирующего сигнала (рис. 6). Он имеет почти синусоидальную форму, а его частота равна частоте первой гармоники входного сигнала. Спектр восстановленного сигнала показан на рисунке 7. Коэффициент гармоник восстановленного сигнала $\text{THD}_I = 5,18 \%$.

Результаты имитационного моделирования показали, что предложенный алгоритм формирования управляющих сигналов позволяет эффективно подавлять искажения, вносимые нелинейной нагрузкой, а также корректировать коэффициент мощности сети. При этом предварительная настройка адаптивного фильтра не требуется.

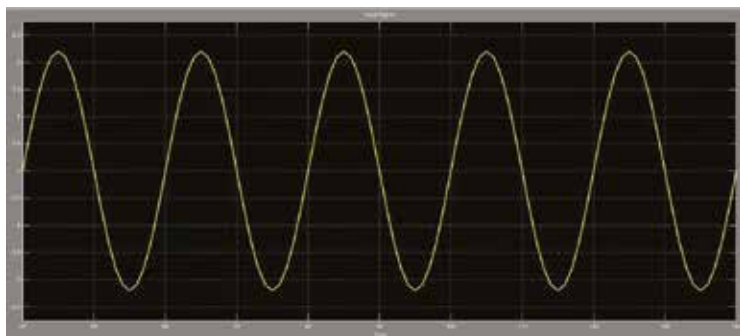


Рис. 6. Восстановленный сигнал АФКУ

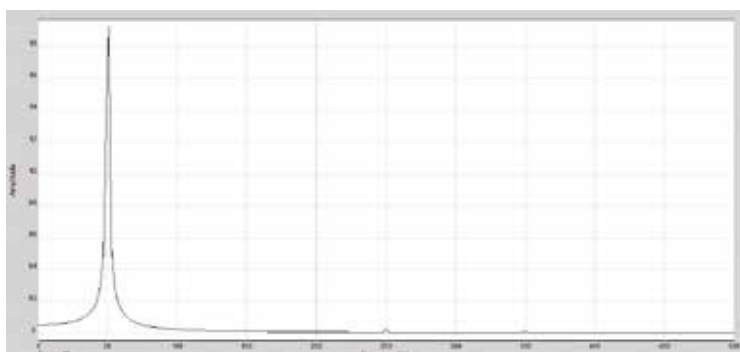


Рис. 7. Спектр восстановленного сигнала АФКУ

Выводы

1. Рассмотрен метод формирования управляющих сигналов для активных фильтрокомпенсирующих устройств, основанный на использовании методов цифровой обработки сигнала.
2. Основой системы формирования управляющих сигналов является адаптивный цифровой фильтр, настраиваемый с помощью упрощенного алгоритма Ньютона.

3. Результаты имитационного моделирования предложенного метода показали, что при его применении эффективно подавляются высшие гармоники несинусоидальных напряжений и токов, а также компенсируется реактивная составляющая первой гармоники тока.

4. Предложенный метод формирования управляющих сигналов не требует предварительной настройки АФКУ. Характеристики фильтра изменяются в режиме реального времени при изменении спектров корректируемых сигналов.

Список литературы

1. Аррилага, Дж. Гармоники в электрических системах / Дж. Аррилага, Д. Брэдли, П. Боджер: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. – Изд. 2-е. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.
3. Жежеленко, И.В. Электромагнитная совместимость потребителей / И.В. Жежеленко [и др.]. – М.: Машиностроение, 2012. – 351 с.
4. Уидроу, Б. Адаптивная обработка сигналов: пер. с англ. / Б. Уидроу, С. Стирнз. – М.: Радио и связь, 2006. – 856 с.: ил.
5. Джиган, В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / В.И. Джиган. – М.: Техносфера, 2013. – 528 с.
6. Адаптивные фильтры: пер. с англ. / Под ред. К.Ф.Н. Коузэна, П.М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.: ил.
7. Дьяконов, В.П. MATLAB. Обработка сигналов и изображений: специальный справочник / В.П. Дьяконов, И.В. Абраменкова. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
8. Боярская, Н.П. Адаптивная система формирования управляющих сигналов для активных фильтров гармоник / Н.П. Боярская, А.М. Дербенев, В.П. Довгун // Ползуновский вестник. – № 2/1. – 2011. – С. 25–29.

К СВЕДЕНИЮ

Динамика суммарной установленной мощности электростанций государств – участников СНГ (мВт)

Государства СНГ	01.01.1990	1995	2000	2005	2010	2015	01.01.2020
Азербайджанская Республика	4821	5054	5046	5721	6449	7200	6706
Республика Армения	2800	3185	3190	3207	3522	3523,8	3350
Республика Беларусь	6828,4	7292,2	7838	8024	8426,7	9741,2	10 098,14
Республика Казахстан	16 954	17 845	18 361	18 572	19 440	21 307,2	22 936
Кыргызская Республика	3387,3	3468	3638	3626	3746	3592	3932
Республика Молдова	2998	3002	2996	2988	2994	2994	3057
Российская Федерация	200 675,7	204 628,2	204 550,1	210 512,2	220 289,9	243 187,74	252 030,7
Республика Таджикистан	4449	4413	4424	4355	5024	5346,47	6406
Туркменистан	2461	2529	2652	2931	4104,2	5179	6511
Республика Узбекистан	11 170	11 583	11 583	12 359	12 474	15 945,7	15 044
ВСЕГО	256 544,4	263 122,7	264 421,1	272 411,2	286 469,8	318 060,1	330 070,84



А.С. ФИКОВ,
к.т.н., доцент, проректор по учебной и научно-методической работе ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Аналитическая модель изотермического течения газа в трубопроводе при нескачкообразном изменении его расхода

Аннотация

При проектировании и эксплуатации газопроводов выполнение расчета происходящих переходных процессов течения газа представляется весьма сложным, особенно в случае, когда расход газа изменяется нескачкообразно. В статье предложен метод получения математической модели течения газа при изменении его расхода, отличающемся от скачкообразного, без использования интеграла Дюамеля [1–3]. Метод основан на аналитическом решении системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающей неустановившееся изотермическое течение реальных газов в газопроводах [2–4].

Annotation

When designing and operating gas pipelines, it is very difficult to calculate the transient processes of gas flow. Based on the analytical solution of the system of partial differential equations describing the unsteady isothermal flow of real gases in gas pipelines, a method is proposed for obtaining a mathematical model of gas flow with a different from a jump-like change in gas flow rate without using the Duhamel integral.

Статья поступила в редакцию 9 февраля 2021 года.

Предлагаемый метод получения математической модели течения газа наиболее удобно проиллюстрировать на примере участка газопровода неизменного сечения. В начале газопровода находится источник газа постоянного давления, в конце – происходит возмущающее воздействие в виде изменения расхода газа, которое нарушает исходный стационарный режим его транспорта и с течением времени приводит к установлению нового стационарного режима.

В настоящее время для расчета переходного процесса используется готовое аналитическое решение системы дифференциальных уравнений течения газа в частных производных (уравнение неразрывности и уравнение движения) при граничных условиях, соответствующих скач-

кообразному изменению расхода газа. Если расход газа изменяется по другому закону, то данное решение преобразуют с использованием интеграла Дюамеля, реализующего принцип суперпозиции: реакция системы представляется как сумма реакций на отдельные бесконечно малые ступенчатые воздействия [1–3].

Такой подход оправдан трудоемкостью получения каждого раз нового решения системы дифференциальных уравнений для граничных условий конкретной задачи. Однако, основываясь на решении [5], полученном для произвольно заданных граничных условий, относительно легко можно найти ряд типовых решений для различных граничных условий, заданных элементарными функциями (например, экспонентой

или линейной функцией). Решение поставленной задачи, основанное на этих функциях, сводится к алгебраическим преобразованиям типовых решений без применения операций интегрирования и дифференцирования.

Поскольку любую сколь угодно сложную функцию изменения расхода газа можно представить как кусочно-непрерывную функцию, то в качестве типового можно ограничиться решением для линейного роста расхода газа. Так, в случае его линейного роста в конце трубопровода используем выражение для расчета отклонения давления газа от исходного стационарного значения (в относительных единицах):

$$\tilde{p}(\bar{x}, \bar{t}) = -2a \cdot \bar{x} \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{t} + \frac{4}{3} a^2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \sin\left(\frac{p}{2} \bar{x}\right) - \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{x} + 2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} e^{-a \cdot \bar{t}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{\mu_k^4} \left((3a^2 - b_k^2) \cos(b_k \cdot \bar{t}) + (a^2 - 3b_k^2) \frac{a}{b_k} \sin(b_k \cdot \bar{t}) \right) \sin(\mu_k \cdot \bar{x}), \quad (1)$$

где $\bar{x}$ – относительная координата газопровода; $\bar{t}$ – относительное время течения переходного процесса; $\Delta \bar{m}$ – прирост относительного удельного массового расхода газа за относительное время $\Delta \bar{t}$; a – параметр линеаризации системы дифференциальных уравнений; μ_k – собственные числа задачи Штурма – Лиувилля; b_k – параметр, определяемый по выражению $b_k = \sqrt{\mu_k^2 - a^2}$.

С наиболее известными подходами к определению параметра линеаризации можно ознакомиться в источниках [1, 2], авторский вариант изложен в [6, 7].

Пусть отклонение удельного массового расхода от стационарного значения с течением времени описывается кусочно-непрерывной функцией, определяющей рост расхода на величину $\Delta \bar{m}$ за время $\Delta \bar{t}$:

$$\tilde{m}(\bar{t}) = \begin{cases} \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{t}, & 0 \leq \bar{t} \leq \Delta \bar{t} \\ \Delta \bar{m}, & \bar{t} > \Delta \bar{t} \end{cases}. \quad (2)$$

Введем элементарные функции $\tilde{m}_1$ и $\tilde{m}_2$, обеспечивающие такой же прирост расхода газа, как и исходная функция (2) на интервале времени $0 \leq \bar{t} \leq \Delta \bar{t}$, при этом функция $\tilde{m}_2$ сдвинута вдоль оси времени на величину $\Delta \bar{t}$:

$$\tilde{m}_1(\bar{t}) = \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{t}; \quad \tilde{m}_2(\bar{t}) = \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} (\bar{t} - \Delta \bar{t}). \quad (3)$$

Выбор элементарных функций основывался на следующих требованиях:

- $\tilde{m}_2(\bar{t})$ может быть получена из $\tilde{m}_1(\bar{t})$ путем замены переменной;

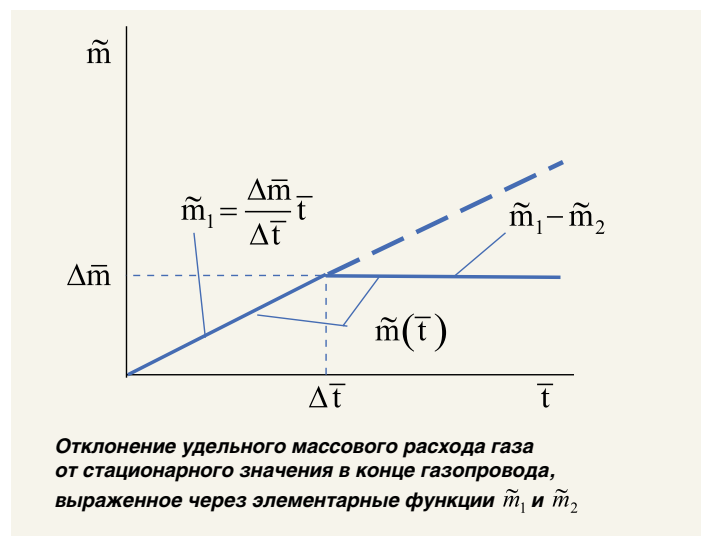
- исходная кусочно-непрерывная функция на каждом временном интервале может быть получена путем суммирования элементарных функций на каждом временном интервале. Причем добавленная элементарная функция учитывается до конца всего интервала времени течения переходного процесса $0 - \bar{t}$.

Первое требование не является обязательным, но существенно упрощает математические выкладки, второе – обязательно и вытекает из принципа суперпозиции линейных систем.

В рассматриваемом случае вычитание $\tilde{m}_2(\bar{t})$ из $\tilde{m}_1(\bar{t})$ на интервале времени $\bar{t} > \Delta \bar{t}$ дает значение отклонения удельного массового расхода от стационарного значения, равного $\Delta \bar{m}$. С учетом предложенных элементарных функций (3) исходную (суммарную) кусочно-непрерывную функцию можно записать в следующем виде:

$$\tilde{m}(\bar{t}) = \begin{cases} \tilde{m}_1(\bar{t}), & 0 \leq \bar{t} \leq \Delta \bar{t} \\ \tilde{m}_1(\bar{t}) - \tilde{m}_2(\bar{t}), & \bar{t} > \Delta \bar{t} \end{cases}, \quad (4)$$

что графически отображено на рисунке.



Поскольку возмущающее воздействие на систему представлено в виде суммы возмущающих воздействий, то и конечные возмущения также можно представить в виде суммы независимых возмущений, каждое из которых вызвано своим возмущающим воздействием.

Поскольку возмущающее воздействие, выраженное функцией $\tilde{m}_2(\bar{t})$, может быть получено из возмущающего воздействия $\tilde{m}_1(\bar{t})$ путем замены переменной, то и возмущение системы $\tilde{p}_2(\bar{x}, \bar{t})$ может быть получено из известного возмущения системы $\tilde{p}_1(\bar{x}, \bar{t})$ путем соответствующей замены. Аналогичные выводы действительны и для не рассматриваемой здесь модели расхода газа в трубопроводе.

В результате модель отклонения давления газа от стационарных значений будет выражаться в виде суммы возмущений системы:

$$\tilde{p}(\bar{x}, \bar{t}) = \begin{cases} \tilde{p}_1(\bar{x}, \bar{t}), & 0 \leq \bar{t} \leq \Delta \bar{t} \\ \tilde{p}_1(\bar{x}, \bar{t}) - \tilde{p}_1(\bar{x}, \bar{t} - \Delta \bar{t}), & \bar{t} > \Delta \bar{t} \end{cases}. \quad (5)$$

Расчетную модель отклонения давления газа от стационарного значения при задании пусковой характеристики газопотребляющего оборудования можно записать, подставляя выражение (1) в (5):

$$\bar{p}(\bar{x}, \bar{t}) = \begin{cases} -2a\bar{x} \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{t} + \frac{4}{3} a^2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \sin\left(\frac{p}{2} \bar{x}\right) - \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} \bar{x} + \\ + 2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} e^{-a\bar{t}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{\mu_k^4} \left[(3a^2 - b_k^2) \cos(b_k \bar{t}) + \right. \\ \left. + (a^2 - 3b_k^2) \frac{a}{b_k} \sin(b_k \bar{t}) \right] \sin(\mu_k \bar{x}), & 0 \leq \bar{t} \leq \Delta \bar{t} \\ -2a\bar{x} \cdot \Delta \bar{m} + 2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} e^{-a\bar{t}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{\mu_k^4} \left[(3a^2 - b_k^2) \cos(b_k \bar{t}) + \right. \\ \left. + (a^2 - 3b_k^2) \frac{a}{b_k} \sin(b_k \bar{t}) \right] \sin(\mu_k \bar{x}) - \\ - 2 \frac{\Delta \bar{m}}{\Delta \bar{t}} e^{-a(\bar{t}-\Delta \bar{t})} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{\mu_k^4} \left[(3a^2 - b_k^2) \cos(b_k (\bar{t} - \Delta \bar{t})) + \right. \\ \left. + (a^2 - 3b_k^2) \frac{a}{b_k} \sin(b_k (\bar{t} - \Delta \bar{t})) \right] \sin(\mu_k \bar{x}), & \bar{t} > \Delta \bar{t} \end{cases}$$

Представленный результат полностью совпадает с решением, полученным путем соответствующего интегрирования функции изменения давления при скачкообразном изменении расхода газа.

Выводы

В случае, когда расход газа изменяется не скачкообразно, а описывается некоторой функцией времени, для расчета процессов течения газа используется интеграл Дюамеля. Между тем дополнительная операция интегрирования является существенным усложнением решаемой задачи.

В статье предложен метод получения аналитической модели течения газа, основанный на применении принципа суперпозиции линейных систем. Метод позволяет путем алгебраических преобразований аналитического решения системы дифференциальных уравнений, описывающих неустановившееся течение газа при линейном росте его массо-

вого расхода, получить математическую модель переходного процесса в газопроводе для случая нескачкообразного изменения расхода газа.

Преимуществом предложенного метода решения задачи является отказ от использования интеграла Дюамеля, что позволяет широко применять его в практике инженерных расчетов.

Список литературы

1. Чарный, И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах / И.А. Чарный. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
2. Грачев, В.В. Сложные трубопроводные системы / В.В. Грачев [и др.]. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
3. Трофимов, А.С. Квазилинеаризация уравнения движения газа в трубопроводе / А.С. Трофимов, В.А. Василенко, Е.В. Кочарян // Нефтегазовое дело. – 2003. – № 1 – С. 1–11.
4. Ванчин, А.Г. Методы расчета режима работы сложных магистральных газопроводов / А.Г. Ванчин // Нефтегазовое дело. – 2014. – № 4. – С. 192–214.
5. Фиков, А.С. Общее решение системы дифференциальных уравнений, описывающих изотермическое течение идеального газа. Методика расчета переходных процессов в магистральных газопроводах / А.С. Фиков // Инновации. Образование. Энергоэффективность: материалы XIV международной научно-практической конференции / ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», Минск, 29–30 окт. 2020 г. – С. 85–91.
6. Фиков, А.С. Наилучшая оценка параметра линеаризации математической модели нестационарного течения газа в трубопроводах / А.С. Фиков // Инновации. Образование. Энергоэффективность: материалы XIV международной научно-практической конференции / ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», Минск, 29–30 окт. 2020 г. – С. 82–85.
7. Фиков, А.С. Аналитическая модель переходного процесса в телескопическом газопроводе при внезапном изменении расхода газа / А.С. Фиков // Вестник науки. – 2020. – № 12. – Т. 1. – С. 127–129.

К СВЕДЕНИЮ

Объемы производства электроэнергии в государствах – участниках СНГ (млрд кВт·ч)

Государства СНГ	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Азербайджанская Республика	23,2	17,0	18,6	22,3	18,4	22,5	23,8
Республика Армения	10,4	5,6	6,0	6,3	6,4	7,8	7,6
Республика Беларусь	39,51	24,95	26,01	0,71	34,76	34,08	40,26
Республика Казахстан	83,0	66,5	51,4	67,6	82,3	90,8	106,0
Кыргызская Республика	13,4	12,3	14,9	14,7	11,9	12,8	15,05
Республика Молдова	15,69	6,18	3,62	4,2	6,01	5,76	5,62
Российская Федерация	1056,3	843,1	862,8	935,4	1025,4	1049,9	1096,5
Республика Таджикистан	18,1	14,8	14,2	17,1	16,2	17	20,5
Туркменистан	14,6	9,9	9,9	12,34	16,08	22,4	22,93
Республика Узбекистан	56,3	47,4	46,9	47,6	51,94	58,94	63,5
ВСЕГО	1330,5	1047,73	1054,33	1158,25	1269,39	1321,98	1401,76

О внесении изменений в технические кодексы установившейся практики

Д.М. ЛОСЕНКОВ,
первый заместитель генерального директора –
главный инженер Госэнергогазнадзора

С 1 мая 2021 года вступают в силу Изменение № 3 ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и Изменение № 2 ТКП 387-2012 «Расследование и учет нарушений в работе объектов энергетического хозяйства потребителей электрической и (или) тепловой энергии», утвержденные постановлениями Министерства энергетики Республики Беларусь от 10 февраля 2021 года № 5 и № 6 соответственно.

Внесение изменений в ТКП 181 и ТКП 387 обусловлено подготовкой ряда технических кодексов установившейся практики к проведению юридической экспертизы. Большинство изменений касается ссылок на нормативные правовые акты и корректности применяемых терминов. Вместе с тем ряд изменений имеет непосредственное отношение к области регулирования данных кодексов.

Изменения в ТКП 181

В связи с созданием государственного учреждения «Государственный энергетический и газовый надзор» по всему тексту ТКП 181 скорректировано применение наименований «Госэнергогазнадзор» и «орган Госэнергогазнадзора». В разделе 2 «Нормативные ссылки» часть ссылок актуализирована, часть – исключена. Раздел дополнен ссылками на новые нормативные правовые акты.

Изменены обязанности потребителя, изложенные в пункте 4.1.3. В частности, исключена обязанность по разработке эксплуатационных и технологических инструкций, должностных (рабочих) инструкций и инструкций по охране труда, о мерах пожарной безопасности. Аналогичное изменение внесено в пункт 4.3.1, определяющий общий перечень технической документации потребителя.

Кроме того, в связи с изменением законодательства о контрольной (надзорной) деятельности скорректирована обязанность потребителя по организации взаимодействия с органом Госэнергогазнадзора – потребитель обязан обеспечить предоставление должностным лицам органа информации и иных документов, необходимых для осуществления контрольной (надзорной) деятельности, и выполнение требований (предписаний) органа Госэнергогазнадзора в установленные сроки. По этой же причине скорректирован пункт 4.1.23.

Из пункта 4.2.13, определяющего обязательные формы работы с электротехническим персоналом, исключены требования в отношении оперативного и оперативно-ремонтного персонала по проведению противопожарных тренировок, так как данные требования устанавливаются иными правовыми

актами и не являются предметом регулирования ТКП 181. При этом сохранено требование о проведении противопожарных тренировок (не реже одного раза в квартал). Аналогичное изменение внесено в пункт 4.2.25.

По всему тексту ТКП 181 (пункты 4.3.2, 4.3.9, 4.7.16, 5.2.10, 5.3.40, 5.3.61, 5.10.16, 5.10.23) исключены общие нормы о необходимости соблюдения мер пожарной безопасности, так как данные вопросы регулируются отдельными правовыми актами.

Подраздел 4.4. «Приемка в эксплуатацию электроустановок и подключение к сетям электроснабжения» дополнен новыми требованиями:

«4.4.16 Безопасность электрооборудования в случаях, установленных законодательством, должна подтверждаться соответствующими документами, без которых его применение и выпуск в обращение не допускается.

Эксплуатационная документация на электрооборудование должна соответствовать требованиям технических регламентов Евразийского экономического союза, Таможенного союза, технических регламентов Республики Беларусь, государственных стандартов.

4.4.17 Периодичность и объем испытаний электрооборудования до его ввода в эксплуатацию принимаются в соответствии с приложением Б настоящего ТКП».

Пункт 5.3.61 содержит перечень вопросов, на которые необходимо обращать внимание при осмотре распределительных устройств (РУ). С учетом часто фиксируемого Госэнергогазнадзором нарушения данный перечень дополнен требованием о необходимости проверки РУ на отсутствие посторонних предметов.

Пунктами 5.5.29 и 5.5.31 установлены особенности эксплуатации силовых кабельных линий в районах с электрифицированным рельсовым транспортом. Изменением № 3 уточнена область применения данных пунктов – теперь они распространяются на районы с электрифицированным рельсовым транспортом на постоянном токе.

Ряд изменений внесен в подраздел 6.4 «Электроустановки во взрывоопасных зонах». В частности, пункт 6.4.2 дополнен

новым требованием – вновь вводимое в эксплуатацию электрооборудование должно иметь маркировку в соответствии с ТР ТС 012/2011.

Кроме того, в подраздел внесены следующие изменения:

- в пунктах 6.4.25 и 6.4.31 ссылка на отмененный ГОСТ 31610.17 «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)» заменена ссылкой на ГОСТ IEC 60079-17 «Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок»;

- из пункта 6.4.26 исключены перечисления б), в) и таблицы 6.2, 6.3;

- из пунктов 6.4.31, 6.4.53 и таблицы Г.51 приложения Г исключены ссылки на Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования и Правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования. Взамен даны ссылки на ГОСТ 22782.6 «Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка». Технические требования и методы испытаний».

Изменения, внесенные в ряд требований подраздела 6.9 «Электроустановки нефтегазодобывающей промышленности» (пункты 6.9.2.10, 6.9.3.7, 6.9.3.11, 6.9.5.1, 6.9.5.2), носят чисто коррекционный характер и направлены на приведение используемой терминологии в соответствие с современной.

Ряд неточностей устранен также в приложении Б «Нормы и объем испытаний электрооборудования»:

- из пунктов Б.5.1, Б.8.4.1, Б.10.1.4 исключены (либо заменены) некорректные ссылки;

- из таблицы Б.26.3 «Требования к качеству регенерированных и очищенных масел, подготовленных к заливке в электрооборудование после его ремонта» и таблицы Б.26.4 «Требования к качеству эксплуатационных масел» исключены ссылки и нормы, предусмотренные локальными нормативными правовыми актами Белорусской энергосистемы;

- из пункта Б.26.5 исключены требования к области применения трансформаторных масел в маслонаполненном оборудовании;

- в пункте Б.28.7.3 «Требования к электролиту для аккумуляторных батарей западноевропейских производителей – группа III» дана более точная ссылка на стандарты DIN 43530-2 и DIN 43530-4.

Раздел «Библиография» изложен в новой редакции с указанием действующих в настоящее время нормативных правовых актов. В связи с этим по всему тексту ТКП 181 скорректированы ссылки на данный раздел.

Изменения в ТКП 387

В ТКП 387 изменена область его применения. Согласно новой редакции данный ТКП устанавливает единые требования при расследовании технологических нарушений в работе объектов энергетического хозяйства потребителей электрической и (или) тепловой энергии. ТКП 387 не применяют при расследовании технологических нарушений в работе объектов энергообеспечивающих организаций ГПО «Белэнерго», а также опасных производственных объектов и (или) потенциально опасных объектов, техническое расследование причин аварий и инцидентов на которых регулируется соответствующими нормативными правовыми актами Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. В соответствии с уточненной областью применения скорректирован и пункт 4.1.

Взамен термина «авария промышленная» введен термин «авария» с определением «нарушение функционирования объектов энергетического хозяйства вследствие разрушения объекта в целом или его частей, оборудования, сетей из-за взрыва, пожара или другого происшествия». Термин «исправное состояние (исправность)» и его определение исключены.

Термины «предприятие-изготовитель» и «завод-изготовитель» по всему тексту ТКП 387 заменены термином «изготовитель». Также в связи с проведенной реорганизацией скорректировано применение наименований «Госэнергогазнадзор» и «орган Госэнергогазнадзора».

Раздел «Библиография» изложен в новой редакции и приведен в соответствие с действующими нормативными правовыми актами.

К СВЕДЕНИЮ

ВИЭ стали главным источником электроэнергии в Евросоюзе

Согласно совместному докладу аналитических центров Ember и Agora Energiewende, опубликованному в начале года, Европа достигла важного рубежа на пути глобального энергетического перехода. В 2020 году 27 стран Евросоюза впервые получили больше электроэнергии из возобновляемых источников, чем из ископаемых. В Германии доля ВИЭ при этом превысила 50 %.

Возобновляемые источники вышли на первое место благодаря продолжающемуся, несмотря на экономический кризис, росту ветрового и солнечного секторов энергетики, в прошлом году увеличивших выработку на 9 % и 5 % соответственно. Вместе они обеспечили почти пятую часть генерации в ЕС: доля ветра составила 14 %, солнца – 5 %. Объемы производства ГЭС остались неизменными, а вот развитие биоэнергетики застопорилось.

Производство электроэнергии в ЕС в 2020 году



Внесены изменения в порядок расчета технологического расхода электроэнергии на ее транспорт в электросетях

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

С 1 июня 2021 года постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 1 марта 2021 года № 14 вводится в действие Изменение № 1 ТКП 460-2017 (33240) «Порядок расчета величины технологического расхода электрической энергии на ее передачу по электрическим сетям, учитываемой при финансовых расчетах за электроэнергию между энергоснабжающей организацией и потребителем (абонентом)».

Изменение № 1 утверждено Министерством энергетики, согласовано ГПО «Белэнерго», РУП-облэнерго и другими заинтересованными сторонами, а также получило положительное заключение нормативно-технической экспертизы Госстандарта Республики Беларусь.

Одно из значимых уточнений, внесенных в ТКП 460, касается формулы (21), позволяющей учитывать увеличение технологического расхода электроэнергии на ее транспорт (ТРЭТ) в случаях, когда в расчетном периоде схема электроснабжения, включая участок сети, для которого рассчитывается ТРЭТ, отличалась от нормальной.

Согласно Изменению № 1 формула расчета повышающего коэффициента нагрузочных потерь электроэнергии $k_{\text{нн}}$ выглядит следующим образом:

$$k_{\text{нн}} = 1 + 0,7 \cdot \frac{T_{\text{нн}}}{T},$$

где $T_{\text{нн}}$ – длительность электрических режимов при схеме электроснабжения, отличной от нормальной, ч; T – общая длительность расчетного периода.

Внесены также изменения в пункт 24 таблицы 5.1, в котором приводятся возможные источники информации для получения величины $T_{\text{нн}}$. Прежде в качестве таковых указывались диспетчерские документы (журналы, ведомости) и экспертная оценка, согласованная сторонами. Теперь для определения величины $T_{\text{нн}}$ указаны два возможных информационных источника:

- 1) сведения, представляемые абонентом в ЭСО, согласно приложению В;
- 2) оперативный журнал.

Пункт 1) учитывает то обстоятельство, что в ряде случаев воспользоваться оперативным журналом не представляется

возможным. В таких ситуациях может быть использована новая рекомендуемая форма (см. рисунок).

Конкретизированы способы получения величины активного сопротивления линии электропередачи. Для этой цели в таблицу 5.1 добавлен следующий пункт:

Наименование переменной	Единица измерения	Обозначение	Возможные источники информации	Примечание
25 Активное сопротивление линии	Ом	$R_{\text{л}}$	Паспортные данные, результаты испытаний или результаты расчетов по данным пунктов 19), 20)	–

Подпункт 6.2.1.3 ТКП дополнен следующим примечанием: «Активное сопротивление линии $R_{\text{л}}$ при отсутствии паспортных данных или результатов испытаний определяется как произведение соответствующего справочного значения удельного активного сопротивления линии r_0 на длину линии $L_{\text{л}}$: $R_{\text{л}} = r_0 \cdot L_{\text{л}}$ ».

С учетом изменений в Правилах электроснабжения в части ответственности за постоянные потери электроэнергии в трансформаторах (потери холостого хода) в новой редакции ТКП изложен пример 7 в приложении А. Редакционные изменения внесены также в ряд других пунктов ТКП 460. Кроме того, актуализированы нормативные ссылки в связи с окончанием срока действия некоторых ТНПА и введением в действие ряда новых. Внесены необходимые изменения в библиографию.

Учитывая широкую сферу применения ТКП 460, можно ожидать, что ввод в действие Изменения № 1 послужит усовершенствованию системы расчетов за ТРЭТ между энергоснабжающими организациями и потребителями.

**Сведения
о длительности электрических режимов при схеме электроснабжения,
отличной от нормальной в течение расчетного периода***

1. Потребитель (наименование юридического лица, фамилия, собственное имя и отчество (если таковое имеется) индивидуального предпринимателя) _____
2. Договор электроснабжения № _____ от «___» _____ 20__ г.
3. Расчетный период: _____
4. _____

№ п/п	Наименование объекта электроснабжения	Наименование отклонения от нормальной схемы	Дата, время отклонения от нормальной схемы	Планируемые дата и время устранения отклонения от нормальной схемы	Фактические дата и время восстановления нормальной схемы	Длительность электрических режимов при схеме, отличной от нормальной ($T_{нн}$), ч.

Руководитель предприятия (организации)	_____	_____
	(подпись)	(фамилия, собственное имя, отчество, если таковое имеется)
Главный энергетик предприятия (организации)	_____	_____
	(подпись)	(фамилия, собственное имя, отчество, если таковое имеется)
Представитель энергоснабжающей организации	_____	_____
	(подпись)	(фамилия, собственное имя, отчество, если таковое имеется)

* Форма заполняется и представляется абонентом в ЭСО в случаях возникновения электрических режимов при схеме электроснабжения, отличной от нормальной, и несовпадения точек раздела балансовой принадлежности электрических сетей и измерения электрической энергии и расчета ТРЭТ. Форма представляется абонентом в ЭСО вместе с письменным подтверждением показаний средств расчетного учета.

Рекомендуемая форма предоставления сведений о длительности электрических режимов при схеме электроснабжения, отличной от нормальной в течение расчетного периода

К СВЕДЕНИЮ

Мировая атомная энергетика. Развитие по регионам

В настоящее время атомные реакторы для выработки электроэнергии эксплуатируют 32 страны мира. Значительными ядерными энергетическими мощностями обладают США, Франция, Китай, Япония и Россия. На каждую из стран в пятерке лидеров приходится свыше 25 ГВт.

Северная Америка, Европа и Азиатско-Тихоокеанский регион в совокупности используют 98 % мирового потенциала ядерной энергетики. Однако к началу 2030-х годов внутренний баланс этой группы заметно изменится, поскольку доля Азиатско-Тихоокеанского региона значительно возрастет.

В 2010 году глобальная установленная мощность ядерной энергетики составляла 375,8 ГВт, из которых более 100 ГВт приходилось на США.

В 2012–2019 годах общая установленная мощность мировой атомной энергетики увеличилась на 30 ГВт и достигла 404,7 ГВт. Прежде всего это связано с вводом новых АЭС в Китае. К 2030 году в КНР ожидается прирост мощности ядерных установок более чем на 80 ГВт.

Страны Ближнего Востока и Африки не нацелены на активное развитие своих ядерно-энергетических программ. На сегодняшний день в этих регионах только ЮАР, ОАЭ и Иран располагают собственными объектами атомной энергетики. Саудовская Аравия и Египет намерены ввести в строй свои первые АЭС в текущем десятилетии.



В Южной и Центральной Америке ядерным потенциалом обладают только Бразилия и Аргентина; ни одна другая страна этого региона не планирует строить реактор в ближайшее время.

<https://www.atomic-energy.ru/articles/2020/07/10/105308>

Обновлена Инструкция по ведению эксплуатационно-технической документации на средства диспетчерского и технологического управления

Ю.И. ТРИПУТЕНЬ,
начальник сектора МК линий связи управления электросвязи
ГПО «Белэнерго»

Приказом государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» от 16 января 2021 года № 11 утвержден обновленный стандарт СТП 33240.48.507-21 «Инструкция по ведению эксплуатационно-технической документации на средства диспетчерского и технологического управления». Пересмотренный стандарт введен в действие с 1 марта 2021 года взамен одноименного СТП 09110.48.507-12.

В 2020 году в ходе реорганизации государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» к нему было присоединено республиканское унитарное предприятие электроэнергетики «ОДУ». В состав объединения также вошло республиканское унитарное предприятие «Белорусская атомная электростанция». Это потребовало определения требований к ведению эксплуатационно-технической документации на средства диспетчерского и технологического управления (СДТУ) в РУП «Белорусская атомная электростанция» и уточнения требований к ведению документации на других предприятиях Белорусской энергосистемы.

В связи с этим специалистами управления электросвязи ГПО «Белэнерго» была проведена работа по пересмотру действовавшего ранее отраслевого стандарта СТП 09110.48.507-12 «Инструкция по ведению эксплуатационно-технической документации на средства диспетчерского и технологического управления». Обновленный стандарт определяет порядок ведения документации в ходе эксплуатации и технического обслуживания оборудования СДТУ в аппарате управления и организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

Структура стандарта включает 5 разделов. Раздел «Общие положения» регламентирует требования к следующим видам документации: технической, эксплуатационной, учетной, отчетной. СТП содержит 9 приложений, в том числе 5 рекомендуемых и 4 обязательных.

В разделе «Нормативные ссылки» в связи с выходом новых технических нормативных правовых актов (ТНПА) заменен ряд ссылок. В состав стандарта добавлен раздел «Термины и определения». В частности, в разделе даны определения таким терминам, как средства диспетчерского и технологического управления, оборудование связи, оборудование телемеханики, эксплуатация, ремонт, капитальный ремонт, повреждение, техническое обслуживание, в том числе профилактическое и управляемое.

Ряд изменений в актуализированном стандарте связан с прошедшей реорганизацией. Так, по всему тексту СТП заменены наименования РУП «ОДУ» и его структурных подразделений. Из раздела «Обозначения и сокращения» исключены сокращенные наименования реорганизованных служб. Соответственно, введены сокращения для вновь организованных самостоятельных подразделений аппарата управления ГПО «Белэнерго», и упоминания этих подразделений в тексте приведены в соответствие с новыми наименованиями.

Основным нововведением СТП 33240.48.507-21 является дополнение таблицы 1 «Установленный перечень технической документации», таблицы 2 «Установленный перечень эксплуатационной документации» и таблицы 3 «Установленный перечень учетной документации» графой «Цех связи Государственного предприятия «Белорусская АЭС» и перечнем эксплуатационно-технической документации на средства диспетчерского и технологического управления, которая должна вестись и храниться в РУП «Белорусская атомная электростанция».

Уточнены требования к схеме каналов передачи информации по ЛЭП, а также к электрическим паспортам на системы, тракты и каналы передачи. Расширен перечень эксплуатационной и технической документации, хранение и ведение которой допускается в электронном виде с обеспечением доступа для заинтересованных лиц.

В перечень требуемой технической документации добавлены схемы синхронизации сети связи, в раздел «Измерительные приборы» таблицы К.1 приложения Л – перечень применяемых приборов.

Требования СТП 33240.48.507-21 являются обязательными для работников служб, эксплуатирующих оборудование СДТУ. Ответственность за выполнение требований стандарта возлагается на руководителей служб, эксплуатирующих это оборудование, и организаций, в состав которых входят данные службы.

Разработаны правила организации пусконаладочных работ на тепловых электрических станциях и котельных

Р.Б. КОРЖЕНЕВСКИЙ,

ведущий инженер группы наладки переменных и стационарных режимов котлов филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»

С 1 января введен в действие отраслевой стандарт СТП 33240.20.408-20 «Правила организации пусконаладочных работ на тепловых электрических станциях и котельных». Документ разработан во исполнение приказа ГПО «Белэнерго» № 105 от 21 апреля 2017 года «Об утверждении плана организационных и технических мероприятий по устранению нарушений нормативно-технической документации при проектировании, строительстве, проведении пусконаладочных работ на объектах Белорусской энергосистемы...».

Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.408-20 введен взамен СТП 34.20.406 (РД 34.20.406) «Руководящие указания по проведению пусконаладочных работ и приемке в эксплуатацию законченных строительством отдельных энергоблоков тепловых и атомных электростанций», утвержденного приказом Минэнерго СССР от 10 августа 1979 года № 208.

Документ устанавливает требования к организации выполнения пусконаладочных работ (ПНР) на тепловых электростанциях и котельных при новом строительстве и реконструкции для работников организаций, участвующих в производстве ПНР на энергетических объектах Министерства энергетики Республики Беларусь.

В настоящем стандарте не рассматриваются порядок приемки в эксплуатацию очередей, пусковых комплексов и объекта в целом, а также выполнения режимно-наладочных, тепловых и теплохимических испытаний, доводочных работ, испытаний по подтверждению гарантированных показателей. Эти работы регламентируются законодательством.

Структура

СТП 33240.20.408-20 состоит из 8 разделов и 6 приложений.

Кроме общих для всех стандартов, документ содержит следующие разделы:

- «Основные участники производства пусконаладочных работ и их базовые функции»;
- «Организационно-техническое обеспечение производства ПНР»;
- «Содержание работ по этапам выполнения и руководство их проведением».

Приложение А содержит перечень оборудования, устройств и систем, на которых производятся ПНР, приложение Б – перечень и состав оборудования функционально-техно-

логического узла. В приложениях В–Е приведены формы приема-сдаточной документации, которая должна составляться при проведении ПНР. Все приложения являются обязательными.

Основные положения

В соответствии с настоящим стандартом пусконаладочные работы определяются как комплекс работ, обеспечивающих подготовку, приемку и ввод в эксплуатацию смонтированного оборудования.

На основании опыта проведения ПНР на энергообъектах для удобства выполнения работ все основное и вспомогательное технологическое оборудование тепловой электростанции (блока или отдельной установки), котельной разбивается на системы – функциональные узлы.

При наличии в составе функционального узла механизма(ов) собственных нужд в него включаются электротехническое оборудование, при наличии электроприводной арматуры и контрольно-измерительных приборов – соответствующее оборудование, обеспечивающее их электропитание и управление. Таким образом они формируют функционально-технологический узел.

Технология ПНР на оборудовании энергетических объектов основана на принципе наладки функционально-технологических узлов. Поузловая наладка начинается после проведения индивидуальных испытаний оборудования и заканчивается его пробными пусками в составе функционально-технологических узлов.

Организация производства ПНР должна предусматривать последовательно наращиваемую от этапа к этапу комплектацию узлов блока или отдельной установки тепловой электростанции, котельной с выходом на их полную функциональную увязку к началу комплексного опробования.

В стандарте представлено содержание пусконаладочных работ с их делением на этапы, которые отличаются технологией проведения пусконаладки, а также определено, кто осуществляет общее руководство организацией ПНР и техническое руководство работами по пуску и вводу энергообъекта в эксплуатацию.

К основным этапам ПНР относятся:

- подготовительный этап;
- индивидуальные испытания;
- поузловая наладка;
- пробные пуски оборудования;
- комплексное опробование объекта (пускового комплекса, оборудования).

В документе также рассмотрены вопросы организационно-технического обеспечения ПНР, которое включает следующие мероприятия:

- составление координационного плана ПНР;
- ознакомление с проектом;
- разбивка (отнесение) оборудования на функционально-технологические узлы;
- разработка графика проведения ПНР;
- разработка положения о взаимодействии организаций – участников производства ПНР;
- разработка проекта производства ПНР;
- составление перечня рабочих программ проведения ПНР и графика их разработки;

- разработка временной эксплуатационной документации;
- комплектование объекта необходимым количеством персонала;
- назначение рабочей приемочной комиссии (подкомиссий).

Область применения

Стандарт устанавливает требования к выполнению ПНР на тепловых электрических станциях и котельных при новом строительстве и реконструкции. Требования СТП обязательны для работников организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», а также для работников организаций, участвующих в производстве пусконаладочных работ на энергетических объектах Министерства энергетики Республики Беларусь.

Требования настоящего стандарта носят рекомендательный характер при выполнении ПНР на оборудовании, на которое распространяются «Правила 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», на оборудовании с нетрадиционными способами получения тепла и электроэнергии, гелио- и ветроустановок, а также для инвестиционных проектов, выполняемых под ключ на территории Республики Беларусь иностранными организациями.

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.178-20

Изменились требования к проектированию и разработке схем перспективного развития сетей сельскохозяйственного назначения

А.И. ХАРЧЕНКО,
руководитель группы РУП «БЕЛТЭИ»

С 1 марта вступил в силу СТП 33240.20.178-20 «Электрические сети 0,38–110 кВ сельскохозяйственного назначения. Порядок расчета электрических нагрузок», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 31 декабря 2020 года № 432. Стандарт предназначен для использования проектными организациями, входящими в состав объединения, при разработке проектов строительства и реконструкции электросетей напряжением 0,38–110 кВ сельскохозяйственного назначения, а также схем их перспективного развития.

До вступления в силу СТП 33240.20.178-20 расчеты электрических нагрузок сетей 0,38–110 кВ сельскохозяйственного назначения велись в соответствии с СТП 34.20.178 (РД 34.20.178) «Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38–110 кВ сельско-

хозяйственного назначения», разработанным ВГПИиНИИ «Сельэнергопроект» в 1981 году. С 1 марта текущего года этот документ отменен.

За 40 лет, прошедших с момента разработки и утверждения методических указаний, номинальные мощности и состав

электропотребляющего оборудования в сельских районах, а также формы собственности и структура сельскохозяйственных потребителей существенно изменились. В связи с этим возникла необходимость в корректировке нормативных положений и уточнении электрических нагрузок этой группы потребителей при наличии централизованного или местного теплоснабжения на твердом топливе (полного либо частичного), а также в случае использования электрической энергии (частичного либо полного) на нужды подогрева воды, приготовления пищи и отопления.

После принятия решения о стимулировании увеличения потребления электроэнергии для целей отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи, в том числе в многоквартирных (блокированных) жилых домах, потребовалось пересчитать значения электрических нагрузок сельхозпотребителей и дополнить справочные данные. При разработке стандарта в расчетах использовались результаты работы сотрудников ГПО «Белэнерго» по определению расчетной электрической нагрузки для разного типа жилых домов.

С учетом требований ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования» были также уточнены справочные данные о нагрузках наружного освещения, что позволило скорректировать их возможные значения.

Кроме того, в связи с ростом благосостояния сельского населения, появлением фермерских хозяйств и изменением структуры подсобных хозяйств были пересмотрены в сторону увеличения удельная расчетная нагрузка на вводе в сельский дом и объем перспективного потребления электроэнергии на внутриквартирные нужды.

С появлением более совершенной сельскохозяйственной техники существенно изменились нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота и свиноводческих ферм крестьянских хозяйств, овцеводческих, птицеводческих комплексов, перерабатывающих предприятий, ремонтных и деревообрабатывающих мастерских. Этот фактор также был учтен при разработке нового стандарта.

Существенные изменения внесены в раздел «Термины и определения». Их количество по сравнению с СТБ 34.20.178 (РД 34.20.178) увеличилось. Скорректированы определения терминов «личное подсобное хозяйство», «сети сельскохозяйственного назначения». Вместо общего термина «сельский жилой дом» применяются термины «многоквартирный жилой дом», «блокированный жилой дом», «жилой дом с комплексным использованием электроэнергии», «жилой дом без комплексного использования электроэнергии».

Введены также термины для обозначения коэффициентов: заполнения графика нагрузки электроустановки потребителя; использования установленной мощности электроустановки; неравномерности графика нагрузки электроустановки потребителя; сменности по энергопотреблению; участия в дневном (вечернем) максимуме нагрузок.

Основной раздел стандарта «Расчет электрических нагрузок в сетях 0,38–110 кВ» включает два подраздела, которые содержат требования к расчету нагрузок:

- в сетях сельскохозяйственного назначения напряжением 0,38 кВ;
- на шинах трансформаторных подстанций (ТП) в сетях напряжением 10–110 кВ.

Методика расчета нагрузок в электрических сетях учитывает требования к надежности электроснабжения. В основу методики положено суммирование представленных в вероятностной форме расчетных нагрузок на вводах потребителей или на шинах ТП. Суммирование электрических нагрузок осуществляется на разных классах напряжения. В расчете в зависимости от класса напряжения применяются соответствующие коэффициенты мощности, одно-временности и участия.

При проектировании сетей электроснабжения напряжением 0,38 кВ нагрузку предлагается определять как сумму электрических нагрузок потребителей проектируемого участка (жилые дома, коммунально-бытовые потребители, наружное освещение улиц и дорог, промышленные предприятия). Пропускная способность проектируемых линий 0,38–10 кВ должна учитывать перспективу роста электрических нагрузок на 30 %, а в случае принятия решения о переводе эксплуатируемого жилищного фонда на использование электрической энергии в целях на комплексное использование электроэнергии – на 10 %.

В связи с тем что максимумы нагрузок потребителей коммунально-бытовых сетей и сетей промышленных предприятий не совпадают, расчетные нагрузки на шинах 10 кВ трансформаторных подстанций определяются путем умножения суммы расчетных нагрузок этих потребителей на коэффициент совмещения максимумов. При проектировании ТП и линий электропередачи рекомендуется определять мощность трансформаторов и пропускные способности ЛЭП исходя из максимально возможной электрической нагрузки на квартиру с комплексным использованием электроэнергии. Расчетные нагрузки при проектировании сетей 10–110 кВ определяются исходя из существующей загрузки трансформаторов подстанций и нагрузок вновь вводимых потребителей.

Расчетные нагрузки при разработке проектов и схем развития сетей 35–110 кВ определяют по результатам расчетов нагрузок сетей 10 кВ или исходя из существующих нагрузок ТП 110–35/10 кВ и коэффициентов их роста с учетом новых крупных потребителей (животноводческие комплексы, птицефабрики, тепличные комбинаты и другие потребители с расчетной нагрузкой более 250 кВт).

Стандарт включает 14 обязательных приложений, содержащих материалы для расчета электрических нагрузок многоквартирных и блокированных жилых домов, уличного освещения, нагрузок на вводах фермерских хозяйств, общественных и коммунальных предприятий, комплексов по производству молока, свинины, говядины, птицефабрик и птицеферм, овцеводческих комплексов, кормоцехов, парников и тепличных комбинатов, подсобных предприятий, ремонтных и деревообрабатывающих мастерских. В приложениях также представлены рекомендации по расчету нагрузок внутрицеховых сетей, перечень сельскохозяйственных потребителей по категориям надежности и метод определения коэффициента роста нагрузок. В заключение приведены два примера расчета электрических нагрузок сельхозпотребителей.

Разработанный СТБ не отменяет положения действующего ТКП 385-2012 (02230) «Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения» в части электрических нагрузок.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ ЕАЭС

С 1 июля 2021 года вступит в силу технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к магистральным трубопроводам для транспортирования жидких и газообразных углеводородов» (ТР ЕАЭС 049/2020), принятый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 декабря 2020 года № 121. Технический регламент устанавливает обязательные требования к указанным трубопроводам при их проектировании (включая инженерные изыскания), строительстве (реконструкции), эксплуатации (приемке и вводе в эксплуатацию, консервации), утилизации (ликвидации), а также правила оценки их соответствия.

ТР ЕАЭС 049/2020 не распространяется на отдельные виды трубопроводов, а также на объекты:

- введенные в эксплуатацию до даты вступления технического регламента в силу;
- строительство (реконструкция) которых осуществляется в соответствии с проектной документацией, утвержденной или направленной на государственную экспертизу до даты вступления технического регламента в силу;
- разрешение на строительство (реконструкцию) которых подано до даты вступления технического регламента в силу.

Обязательные требования к магистральным трубопроводам базируются на требованиях действующих нормативных документов государств – членов ЕАЭС, а также учитывают анализ актов международных систем технического регулирования.

Принятие ТР ЕАЭС 049/2020 обеспечит функционирование систем транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов, как это предусмотрено программами по формированию общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC 63115-2:2021 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи вторичные, содержащие щелочные или другие неокислотные электролиты. Герметичные никель-металлогидридные аккумуляторы и аккумуляторные батареи для использования в промышленности. Часть 2. Безопасность» (принят 05.01.2021);

IEC 62485-6:2021 «Требования безопасности к аккумуляторным батареям и батарейным установкам. Часть 6. Безопасная эксплуатация литий-ионных аккумуляторов в тяговом оборудовании» (принят 05.01.2021);

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ

С 1 марта 2021 года вступил в силу ТКП 17.10-44-2020 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Порядок проведения измерений параметров ветра и оценки ветроэнергетического потенциала при размещении ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь».

Документ устанавливает требования к порядку проведения измерений параметров ветра на площадках возможного размещения ветроэнергетических установок (ВЭУ), анализу полученных результатов и их использованию.

Технический кодекс содержит перечень средств измерений, рекомендуемых для измерения скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, количества осадков, и требования к их точности. Определен также общий порядок оценки ветроэнергетического потенциала и выработки электрической энергии при планировании размещения ВЭУ и ветроэлектрических станций.

С 1 ноября 2021 года вступят в силу ГОСТ 34671-2020 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Насосы одно-, двух- и трехвинтовые. Общие технические условия» и ГОСТ 34672-2020 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Насосы центробежные многоступенчатые секционные. Общие технические условия».

ГОСТ 34671-2020 распространяется на одно-, двух- и трехвинтовые насосы и агрегаты на их основе, предназначенные для перекачивания нефти, нефтепродуктов и гидравлических масел без абразивных примесей на объектах магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 34672-2020 – на центробежные многоступенчатые секционные насосы и агрегаты на их основе, предназначенные для перекачивания нефти, нефтепродуктов и воды на указанных объектах.

IEC 60987:2021 «Атомные электростанции. Контрольно-измерительные приборы и автоматика, необходимые для обеспечения безопасности. Требования к аппаратурному обеспечению» (принят 03.02.2021);

IEC TR 63335:2021 «Атомные электростанции. Системы контроля и управления, диспетчерские и электроэнергетические системы. Особенности малых модульных реакторов и необходимость в стандартах» (принят 04.02.2021).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

Национального фонда технических нормативных правовых актов (ТНПА) – www.tnpa.by

Госстандарта – www.gosstandart.gov.by

БелГИСС – www.belgiss.by

Телефон «горячей линии» Национального фонда ТНПА – (017) 269-68-74



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

Внесены изменения в законодательство в сфере перевозки опасных грузов и промышленной безопасности

С 16 июня вступают в действие основные положения Закона Республики Беларусь от 10 декабря 2020 года № 66-З «Об изменении законов по вопросам перевозки опасных грузов и промышленной безопасности». Принятие этого нормативного правового акта обусловлено необходимостью согласования ранее установленных в данной области норм с требованиями иных законодательных актов и приведения этих норм в соответствие с положениями международных правовых актов, в том числе с учетом сложившейся правоприменительной практики.

Изменения, внесенные Законом Республики Беларусь «Об изменении законов по вопросам перевозки опасных грузов и промышленной безопасности» (далее – Закон) в Закон Республики Беларусь от 6 июня 2001 года № 32-З «О перевозке опасных грузов» и Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 года № 354-З «О промышленной безопасности», направлены на приведение этих документов в соответствие со следующими нормативно-правовыми актами (НПА):

- Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2017 года № 376 «О мерах по совершенствованию контрольной (надзорной) деятельности»;
- Законом Республики Беларусь от 24 октября 2016 года № 437-З «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия»;
- Законом Республики Беларусь от 17 июля 2018 года № 130-З «О нормативных правовых актах».

Статья 3 Закона «О перевозке опасных грузов» излагается в новой редакции, определяющей, что отношения в области перевозки опасных грузов регулируются соответствующим законодательством, а также международными договорами Республики Бела-

русь и иными международно-правовыми актами, содержащими обязательства Республики Беларусь (п. 1 ст. 1 Закона).

Устанавливается, что законодательство в области перевозки опасных грузов основывается на Конституции и включает Гражданский кодекс Республики Беларусь, Закон «О перевозке опасных грузов», НПА Президента Республики Беларусь и иные НПА, регламентирующие перевозку опасных грузов, в том числе технические нормативные правовые акты. Если международным договором Республики Беларусь установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены указанным Законом, то применяются правила международного договора.

В новой редакции излагается ст. 23 Закона «О промышленной безопасности». В частности, статьей предусмотрено, что потенциально опасные объекты, технические устройства подлежат оценке соответствия техническим требованиям в случаях и порядке, предусмотренных актами законодательства об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия, международными договорами Республики Беларусь, техническими регламентами Таможенного союза, а также техническими регла-

ментами Евразийского экономического союза и иными международно-правовыми актами, составляющими право Евразийского экономического союза (п. 19 ст. 2 Закона).

Компетенция органов государственного управления

В целях повышения эффективности государственного регулирования в области перевозки опасных грузов уточняется компетенция Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС), Министерства транспорта и коммуникаций, Министерства обороны, Министерства внутренних дел, Комитета государственной безопасности и Государственного пограничного комитета. В частности, исключены положения об осуществлении ими ведомственного контроля (пп. 5–10 ст. 1 Закона).

Из компетенции Министерства обороны, Министерства внутренних дел, Комитета государственной безопасности, Государственного пограничного комитета, Государственного комитета судебных экспертиз исключается право осуществлять ведомственный контроль в области промышленной безопасности (пп. 8–12 ст. 2 Закона).

С учетом этого в Закон «О перевозке опасных грузов» и Закон «О промышленной безопасности» внесены изменения, в соответствии с которыми указанные министерства и государственные комитеты наделяются полномочиями по осуществлению управления деятельностью подчиненных (входящих в состав, систему) субъектов перевозки опасных грузов и субъектов промышленной безопасности (пп. 7–10, 12 ст. 1 и пп. 8–12, 14 ст. 2 Закона).

В частности, новой статьей 16-1 Закона «О перевозке опасных грузов» предусмотрено, что управление деятельностью подчиненных (входящих в состав, систему) субъектов перевозки осуществляется Министерством обороны, Министерством внутренних дел, Комитетом государственной безопасности, Государственным пограничным комитетом, другими войсками и воинскими формированиями в пределах их компетенции и в установленном ими порядке. Управление осуществляется посредством регулирования деятельности субъектов перевозки и реализации полномочий собственника с анализом эффективности выполнения функций и задач, возложенных на них законодательством в области перевозки опасных грузов, выработкой предложений по ее повышению и обеспечению соблюдения законодательства при перевозке опасных грузов транспортными средствами, принадлежащими Министерству обороны, Министерству внутренних дел, Комитету государственной безопасности, Государственному пограничному комитету, другим войскам и воинским формированиям (п. 12 ст. 1 Закона).

Государственный надзор

В новой редакции излагаются ст. 16 Закона «О перевозке опасных грузов» и ст. 17 Закона «О промышленной безопасности». Статьями определяются цели и формы государственного надзора за организацией работ:

- по обеспечению безопасной перевозки опасных грузов;
- в отношении опасных производственных объектов и (или) потенциально опасных объектов при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности (п. 11 ст. 1 и п. 13 ст. 2 Закона).

Целью государственного надзора в рассматриваемой области является

предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области перевозки опасных грузов. Государственный надзор осуществляется в порядке, установленном законодательством о контрольной (надзорной) деятельности, в частности Департаментом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности МЧС (Госпромнадзор), областными, Минским городским управлениями Госпромнадзора.

Предусмотрено, что надзор может реализовываться в следующих формах:

- проверки в сфере организации работ по обеспечению безопасной перевозки опасных грузов;
- мероприятия технического (технологического, поверочного) характера в сфере осмотра объектов перевозки на предмет их технического состояния, оснащения, оформления документации, соблюдения маршрута следования;
- иные формы государственного надзора, предусмотренные законодательством о контрольной (надзорной) деятельности.

Уточнены отдельные нормы Закона «О перевозке опасных грузов» в части сокращения обязанностей юридических и физических лиц. Так, отменена административная процедура согласования с Государственной автомобильной инспекцией Министерства внутренних дел маршрутов перевозки опасных грузов, осуществляемых механическими транспортными средствами, прицепами или полуприцепами к ним. Исключена также обязанность производителей и потребителей транспортных работ и услуг в области перевозки опасных грузов организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований законодательства в этой сфере (пп. 8, 14, 15 ст. 1 Закона).

Подготовка и переподготовка лиц, занятых перевозкой опасных грузов

Уточнена компетенция Совета Министров Республики Беларусь и МЧС в части установления порядка выдачи свидетельств (форм таких свидетельств) о подготовке работников субъектов перевозки, занятых перевозкой опасных грузов, их дубликатов, а также единой книжки взрывника (пп. 4, 5 ст. 1 и п. 26 ст. 2 Закона).

Согласно ст. 25 Закона «О перевозке опасных грузов», излагаемой в новой ре-

дакции, работники субъектов перевозки и военнослужащие, занятые перевозкой опасных грузов, должны проходить подготовку и переподготовку в данной области в случаях, предусмотренных правилами по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов (п. 17 ст. 1 Закона). Порядок подготовки и переподготовки устанавливается МЧС.

Подготовку и переподготовку работников субъектов перевозки, занятых перевозкой опасных грузов, проводят обучающие организации, имеющие соответствующее разрешение, выданное Госпромнадзором согласно законодательству об административных процедурах, за исключением случая, предусмотренного ч. 4 ст. 25 указанного Закона.

Так, определяется, что подготовку и переподготовку лиц, занятых перевозкой опасных грузов, принадлежащих Вооруженным Силам Республики Беларусь и транспортным войскам, проводят обучающие организации, имеющие соответствующее разрешение, выданное главной военной инспекцией Вооруженных Сил Республики Беларусь в соответствии с законодательством об административных процедурах.

Порядок подготовки и переподготовки военнослужащих Вооруженных Сил Республики Беларусь, транспортных войск и органов пограничной службы, занятых перевозкой опасных грузов, устанавливается соответственно Министерством обороны и Государственным пограничным комитетом по согласованию с МЧС.

Производственный контроль

В Закон «О промышленной безопасности» введен термин «производственный контроль в области промышленной безопасности», который определяется как «комплекс организационных и технических мероприятий, реализуемых субъектом промышленной безопасности, направленный на обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта и (или) потенциально опасного объекта, а также на предупреждение аварий и (или) инцидентов на этих объектах» (п. 1 ст. 2 Закона).

Информация об организации производственного контроля в области промышленной безопасности не позднее 25 декабря текущего года представляется:

- в Госпромнадзор – субъектами промышленной безопасности без ведомственной подчиненности;
- в республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, центральный аппарат Государственного комитета судебных экспертиз – подчиненными им (входящими в состав, систему) субъектами промышленной безопасности (п. 24 ст. 2 Закона).

Требования к оборудованию, работающему под избыточным давлением

В приложении 1 к Закону «О промышленной безопасности» изменены требования к классификации ряда опасных производственных объектов, в том числе объектов, на которых эксплуатируется оборудование, работающее под избыточным давлением. Эти объекты отнесены к III типу опасности. К ним относятся цехи, участки, площадки, на которых эксплуатируются потенциально опасные объекты:

- работающие под давлением более 1,0 МПа: паровые котлы, работающие на газообразных, жидких и твердых видах топлива, автономные пароперегреватели, котлы-утилизаторы, паровые котлы, работающие с высокотемпературными органическими (неорганическими) теплоносителями, трубопроводы пара, сосуды, работающие под давлением пара (газа);
- с температурой рабочей среды 150 °С и более: водогрейные котлы, работающие на газообразных, жидких и твердых видах топлива, котлы-утилизаторы, автономные экономайзеры, жидкостные котлы, работающие с высокотемпературными органическими (неорганическими) теплоносителями, трубопроводы горячей воды, сосуды, работающие под давлением воды (жидкости).

Согласно новой редакции Закона «О промышленной безопасности» к категории потенциально опасных объектов (приложение 2, п. 4) относятся:

- водогрейные котлы и водогрейные котлы-утилизаторы с температурой воды выше 115 °С мощностью 100 кВт и более, автономные экономайзеры с температурой воды выше 115 °С;
- 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;

- паровые котлы с рабочим давлением более 0,07 МПа, котлы, работающие с высокотемпературными органическими (неорганическими) теплоносителями, использующие газообразные, жидкие и твердые виды топлива, паровые котлы-утилизаторы с рабочим давлением более 0,07 МПа, у которых произведение $(t_s - 100) \times V$ составляет более 5,0, где t_s – температура пара, воды, жидкости при рабочем давлении, °С; V – вместимость котла, м³;
- автономные пароперегреватели с рабочим давлением более 0,07 МПа;



- трубопроводы пара и горячей воды с рабочим давлением более 0,07 МПа и температурой воды выше 115 °С I категории с номинальным диаметром более 70 мм, II и III категории с номинальным диаметром более 100 мм;
- стационарно установленные сосуды, работающие под давлением:
 - воды с температурой выше 115 °С, у которых произведение давления в мегапаскалях на вместимость в кубических метрах составляет более 1,0;
 - жидкой среды, состоящей из жидкостей, которые не являются воспламеняющимися, окисляющими, горючими, взрывчатыми, токсичными и высокотоксичными, с температурой, превышающей температуру их кипения при давлении 0,07 МПа, у которых произведение давления в мегапаскалях на вместимость в кубических метрах составляет более 1,0;
 - жидкой среды, состоящей из воспламеняющихся, окисляющих, горючих,

взрывчатых, токсичных и высокотоксичных жидкостей с температурой, превышающей температуру их кипения при давлении 0,07 МПа, у которых произведение давления в мегапаскалях на вместимость в кубических метрах составляет более 0,05;

- более 0,07 МПа пара, газовой среды (в газообразном, сжиженном состоянии), состоящей из газов и паров, которые не являются воспламеняющимися, окисляющими, горючими, взрывчатыми, токсичными и высокотоксичными, у которых произведение давления в мегапаскалях на вместимость в кубических метрах составляет более 1,0;
- более 0,07 МПа газовой среды (в газообразном, сжиженном состо-

янии), состоящей из воспламеняющихся, окисляющих, горючих, взрывчатых, токсичных и высокотоксичных газов и паров, у которых произведение давления в мегапаскалях на вместимость в кубических метрах составляет более 0,05;

- стационарно установленные баллоны емкостью более 100 л, работающие под давлением пара (газа) более 0,07 МПа;
- барокамеры, за исключением медицинских.

При подготовке статьи использовались материалы Решения Конституционного Суда Республики Беларусь от 2 декабря 2020 года № Р-1234/2020 «О соответствии Конституции Республики Беларусь Закона Республики Беларусь «Об изменении законов по вопросам перевозки опасных грузов и промышленной безопасности», а также официального сайта Госпромнадзора

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 30.03.2021 № 124
«Об изменении Указа Президента Республики Беларусь»

Внесены изменения в Указ Президента Республики Беларусь от 30.12.2013 № 583 «О реорганизации государственного учреждения «Дирекция строительства атомной электростанции».

В частности, освобождаются по 31 декабря 2041 года:

– от налога на недвижимость капитальные строения (здания, сооружения), их части, находящиеся в хозяйственном ведении предприятия, в том числе в случае их сдачи в аренду, иное возмездное или безвозмездное пользование;

– земельного налога земельные участки, предоставленные предприятию в постоянное и (или) временное пользование, в том числе в случае сдачи в аренду, иное возмездное или безвозмездное пользование капитальных строений (зданий, сооружений), их частей, расположенных на таких земельных участках;

– налогообложения налогом на прибыль валовая прибыль предприятия;

– исчисления и перечисления в бюджет части прибыли (дохода) в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 28.12.2005 № 637.

Указ вступил в силу с 1 апреля 2021 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 05.04.2021 № 137

«О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения»

Утверждено Положение о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения.

Установлено, что юрлица Республики Беларусь, иностранные юрлица и организации, осуществляющие деятельность в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения на основании специальных разрешений (лицензий), выданных до вступления в силу Указа № 137, обязаны в течение 6 месяцев со дня его вступления в силу обеспечить выполнение лицензионных требований и условий, предусмотренных в Положении, и внести изменения в лицензии.

Юрлица и организации, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги в данной области, не подлежавшие лицензированию до вступления Указа в силу, в течение 6 месяцев со дня вступления его в силу вправе выполнять такие работы и (или) оказывать услуги без лицензий либо без внесения изменений в лицензии.

Действие Положения не распространяется на деятельность в области использования источников ионизирующего излучения, осуществляемую воинскими частями (учреждениями) Вооруженных Сил, иными воинскими формированиями в целях обороны.

Указ вступает в силу с 10 октября 2021 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 16.04.21 № 153

«О развитии электроэнергетики»

Указ направлен на совершенствование отношений хозяйствующих субъектов в сфере электроэнергетики с учетом ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС, сформировавшейся структуры энергоисточников как государственной, так и частной формы собственности, в том числе работающих на возобновляемых источниках энергии, а также в связи с реализацией международных обязательств в сфере электроэнергетики в части поэтапного создания в республике конкурентного товарного рынка электрической энергии.

Основные положения Указа вступят в силу через шесть месяцев после его официального опубликования.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.02.2021 № 103

«О Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы»

Правительством утверждена Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы. В ее рамках будет осуществлена работа по снижению энергоемкости ВВП и увеличению объема производства энергии из возобновляемых источников энергии. Госпрограмма содержит две подпрограммы – «Повышение энергоэффективности» и «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, включая возобновляемые источники энергии».

Повышение энергоэффективности будет обеспечиваться в первую очередь за счет дальнейшей модернизации и технического перевооружения производств; реализации организационных и технических энергосберегающих мероприятий, направленных на увеличение потребления электроэнергии с уменьшением потребления первичного углеводородного топлива; повышения эффективности работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных энергоэффективных технологий; оптимизации схем теплоснабжения населенных пунктов; поэтапного проведения комплексной тепловой модернизации эксплуатируемого многоквартирного жилого фонда с привлечением средств собственников жилья; развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры для него; максимально возможного вовлечения в топливно-энергетический баланс страны собственных ТЭР, включая ВИЭ и др.

В частности, в 2021–2025 годах предусматривается ввод в эксплуатацию порядка 650 МВт мощностей на древесном топливе, что позволит увеличить объем использования местных ТЭР на 180,3 тыс. т у.т. и, соответственно, снизить потребление импортируемого природного газа на 156,8 млн м³.

Постановление вступило в силу после его официального опубликования и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.03.2021 № 148

«О назначении приемочной комиссии по приемке в эксплуатацию пускового комплекса первого блока Белорусской атомной электростанции»

Назначена приемочная комиссия по приемке в эксплуатацию пускового комплекса первого блока Белорусской атомной электростанции.

Председатель приемочной комиссии – заместитель Премьер-министра Республики Беларусь Назаров Юрий Викторович.

Организационно-техническое обеспечение деятельности приемочной комиссии осуществляет Министерство энергетики.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.03.2021 № 159

«О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы»

Утверждена Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы. Ответственный заказчик Госпрограммы – Министерство по чрезвычайным ситуациям.

Целями Госпрограммы являются социальная защита населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС, безусловное обеспечение требований радиационной безопас-

ности, ускоренное социально-экономическое развитие и возрождение загрязненных радионуклидами территорий.

Постановление вступило в силу с 26 марта 2021 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.03.2021 № 177

«О трансграничном перемещении опасных отходов»

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь природы определено компетентным органом по реализации Соглашения о трансграничном перемещении опасных отходов по таможенной территории Евразийского экономического союза от 09.08.2019.

Постановление от 27.10.2020 № 610 дополнено Положением, которым устанавливаются порядок и условия выдачи Минприроды заключения (разрешительного документа) на ввоз на таможенную территорию ЕАЭС и (или) вывоз с этой территории либо ввоз в Беларусь с территории ЕАЭС и (или) вывоз из Беларуси на эту территорию ЕАЭС опасных отходов, в том числе перемещение их через территорию Беларуси транзитом, а также прекращения действия и аннулирования заключений.

Установлена плата за выдачу заключения – 5 базовых величин.

Основные нормы постановления вступают в силу с 1 июля 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.04.2021 № 205

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Изложены в новой редакции:

- межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.03.2016 № 169;
- перечень инвестиционных проектов по строительству пиково-резервных энергоисточников и установке электродвигателей, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18.01.2019 № 32.

Постановление вступило в силу с 11 апреля 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 09.04.2021 № 213

«О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы»

Утверждена Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы, которая включает подпрограммы «Производственно-технологическая база электротранспорта» и «Создание зарядной инфраструктуры для электротранспорта». Ответственный заказчик Комплексной программы – Министерство промышленности.

Реализация Комплексной программы предусматривает:

- создание производств грузового, пассажирского, специализированного, легкового и индивидуального электротранспорта, а также его компонентов;
- организацию научного обеспечения, стандартизацию, аттестацию и оценку соответствия электротранспорта (базовых компонентов) для его безопасной эксплуатации на дорогах общего пользования;
- создание зарядной инфраструктуры для электротранспорта на основе общенациональной сети электрозарядных станций;
- формирование комплекса мер по стимулированию развития электротранспорта.

Постановление вступило в силу с 15 апреля 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 09.04.2021 № 214

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2015 г. № 662»

Внесены изменения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.08.2015 № 662 «Об установлении, распределении, высвобождении и изъятии квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии».

В частности, Республиканской межведомственной комиссии по установлению, распределению, высвобождению и изъятию квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии предоставлено право, кроме прочего, корректировать срок ввода в эксплуатацию соответствующих установок, квоты на создание которых распределены до 1 ноября 2019 года, создаваемых полностью или частично за счет международной технической и иностранной безвозмездной помощи. Указанное решение принимается Комиссией на основании обращений юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, имеющих намерение осуществить создание установок, при выполнении следующих условий:

- юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями иницируется уменьшение коэффициентов, применяемых при установлении тарифов на электрическую энергию и определенных на период распределения квоты, на первые 10 лет со дня ввода в эксплуатацию установок и в последующие 10 лет их эксплуатации;

- уменьшение коэффициентов должно обеспечивать в течение 20 лет со дня ввода установок в эксплуатацию расчетные затраты (рассчитываются исходя из тарифа на электрическую энергию, равного 1) энергоснабжающих организаций на покупку электрической энергии, производимой установками по использованию возобновляемых источников энергии, на уровне, не превышающем расчетные затраты, определяемые без учета продления срока ввода установок в эксплуатацию.

Корректировка срока ввода в эксплуатацию установок по использованию возобновляемых источников энергии может осуществляться не более одного раза.

Постановление вступило в силу с 14 апреля 2021 года.

Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 13.11.2020 № 80

«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 4.04.03-2020»

Утверждены строительные нормы СН 4.04.03-2020 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций». Документ разработан РУП «Стройтехнорм» и введен в действие через 60 календарных дней.

Строительные нормы распространяются на проектирование молниезащиты при возведении и реконструкции зданий и сооружений различного назначения и подводимых к ним инженерных коммуникаций.

Требования применяются при:

- проектировании, монтаже систем молниезащиты для зданий разной высоты;
- проектировании систем молниезащиты установок, приборов, оборудования, находящихся внутри зданий;
- установлении мер защиты от поражения людей электрическим током вследствие воздействия напряжения прикосновения и шагового напряжения;
- проектировании систем молниезащиты электрических станций, подстанций и воздушных линий электропередачи.

Нормами не устанавливаются требования к обеспечению защиты от выхода из строя электрических и электронных систем в результате возникновения внутренних перенапряжений.

Принятые нормы не распространяются на:

- железнодорожную сеть;
- транспортные средства, морские суда, самолеты, прибрежные сооружения;
- подземные напорные трубопроводы высокого давления;
- магистральные линии связи и линии телесвязи, не связанные с конструкцией зданий.

Постановление вступило в силу с 20 февраля 2021 года.

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 13.11.2020 № 83

«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 3.02.10-2020»

Утверждены строительные нормы СН 3.02.10-2020 «Производственные здания и сооружения». Документ разработан РУП «Стройтехнорм» и введен в действие через 60 календарных дней.

Строительные нормы устанавливают требования к проектированию:

- производственных и лабораторных зданий и помещений, мастерских, сооружений промышленных предприятий;
- подземных сооружений (подпорных стен, подвалов, тоннелей и каналов, опускных колодцев);
- емкостных сооружений для сыпучих материалов (закромов, бункеров, силосов и силосных корпусов);
- надземных сооружений (этажерок и площадок, открытых крановых эстакад, отдельно стоящих опор и эстакад под технологические трубопроводы, галерей и эстакад, разгрузочных железнодорожных эстакад);
- градирен, дымовых труб, водонапорных башен.

Требования норм не распространяются на проектирование зданий и сооружений для производства и хранения взрывчатых веществ и средств взрывания, сельскохозяйственных зданий и сооружений, подземных производственных зданий, промышленных сооружений специального назначения (для хранения нефти и газа, башенных копров, защитных сооружений гражданской обороны), а также временных зданий и сооружений.

Постановление вступило в силу с 26 марта 2021 года.

Постановление Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь от 27.11.2020 № 95

«Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 3.02.13-2020»

Утверждены строительные нормы СН 3.02.13-2020 «Радиационные объекты». Документ разработан РУП «Стройтехнорм» и введен в действие через 60 календарных дней.

Строительные нормы устанавливают требования к проектированию радиационных объектов, на которых предполагается обращение с источниками ионизирующего излучения.

При ремонте, модернизации и технической модернизации зданий и сооружений требования норм применяются в объеме, соответствующем проектной документации, с учетом того, что при ремонте и модернизации сохраняются объемно-планировочные и конструктивные решения.

Требования данных строительных норм не распространяются на объекты использования атомной энергии: ядерные установки, пункты хранения, ядерные материалы, отработавшие ядерные материалы, эксплуатационные радиоактивные отходы.

Постановление вступило в силу с 1 апреля 2021 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17.12.2020 № 54

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27 июля 2017 г. № 34»

Внесены изменения в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27.07.2017 № 34 «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности», в том числе в нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности:

- «Порядок выполнения модификаций на атомных электростанциях и оценки их безопасности» (новое название – «Требования к выполнению модификаций на атомных электростанциях и оценка их безопасности»);

– «Требования к функционированию системы учета и анализа эксплуатационного опыта атомных электростанций».

Постановление вступило в силу с 26 февраля 2021 года.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 15.02.2021 № 8

«Об изменении постановления Министерства энергетики Республики Беларусь от 28 июня 2019 г. № 24»

Внесены изменения в постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 28.06.2019 № 24 «О порядке осуществления государственного энергетического и газового надзора», в том числе в формы:

- предложения о приостановлении (запрете) деятельности субъекта (его цехов, производственных участков), объекта строительства, оборудования;
- акта по результатам осуществления государственного энергетического и газового надзора;
- требования (предписания) об устранении нарушений законодательства в сфере энергетики и газоснабжения.

В Инструкции о порядке осуществления органом государственного энергетического и газового надзора мероприятий технического (технологического, поверочного) характера определено, что в случае установления факта неисполнения, ненадлежащего или несвоевременного исполнения письменного требования (предписания) либо неинформирования Госэнергонадзора в установленный срок об исполнении такого требования (предписания) субъект привлекается к административной ответственности в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях.

Постановление вступило в силу с 17 марта 2021 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 24.03.2021 № 18

«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 10 ноября 2016 г. № 36»

Повышены цены на газ сжиженный, реализуемый населению для заправки газовых баллонов.

Согласно документу стоимость газа для заправки баллонов объемом 1 л (0,4 кг), 5 л (2,0 кг), 12 л (5,0 кг), 27 л (11,4 кг) составит 1,26 руб. за 1 кг (ранее – 1,15 руб.).

Постановление вступило в силу с 1 апреля 2021 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 31.03.2021 № 22

«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 31»

Тариф на услугу по транспортировке природного газа по системе распределительных трубопроводов газоснабжающих организаций, входящих в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз», повышен с 15,69 до 18,61 руб. за 1000 м³.

Изменение тарифа связано с обеспечением возмещения газоснабжающим организациям экономически обоснованных затрат по данному виду деятельности. Принятое решение не повлияет на уровень цен на природный газ для населения и юридических лиц.

Постановление вступило в силу с 8 апреля 2021 года.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

22–24 ИЮНЯ 2021

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

-  Развитие розничного рынка ВИЭ и необходимых технических решений
-  Нормативное регулирование ВИЭ
-  Использование ВИЭ для энергоснабжения удаленных и изолированных потребителей
-  Развитие водородной энергетики
-  Использование биотоплива и утилизация отходов
-  Международный опыт развития возобновляемой энергетики
-  Цифровизация современной энергетики
-  Развитие систем накопления энергии для промышленных потребителей и домохозяйств
-  Развитие электротранспорта и сопутствующей инфраструктуры

Реклама 12+



www.renwex.ru

При поддержке



А Р В Э
АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



Под патронатом



Организатор



Международная выставка

belinterexpo.by

MACH-TECH



INDUSTRY DAYS



экспозиция _____



**MADE IN
BELARUS**

10 - 13 мая 2021

_____ Будапешт • Венгрия



Будущее создается здесь!

машиностроение • автоматизация • металлургия • нефтехимия • наука и технологии