

Министерство энергетики Республики Беларусь

Энергетическая Стратегия

№6 (72) ноябрь–декабрь 2019
научно-практический журнал

С Днем энергетика,
Новым годом
и Рождеством!

ISSN 2310 - 6735



ФЛАГМАНУ БЕЛОРУССКОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ –
ЛУКОМЛЬСКОЙ ГРЭС **50** ЛЕТ

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ:

Международная кооперация
Республики Беларусь в сфере
электроэнергетики

Стр. 16

Комплексная реализация
Новой энергетической
политики Германии

Стр. 50

Утверждены Правила
теплоснабжения

Стр. 55



С Днем энергетика,
Новым годом и Рождеством!

Редакционная коллегия, редакция журнала
«Энергетическая стратегия»



научно-практический журнал

**Энергетическая
Стратегия**

ПОДПИСКА' 2020

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



СОСТОЯЛОСЬ III ЗАСЕДАНИЕ НЕМЕЦКО-БЕЛОРУССКОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ



В рамках реализации Меморандума о взаимопонимании между Министерством энергетики Республики Беларусь немецким энергетическим агентством (dena) и 17 декабря в г. Минске состоялось III заседание Немецко-Белорусской рабочей группы «Комплексная оптимизация энергетической системы» под председательством заместителя Министра энергетики О.Ф. Прудниковой.

Основными темами обсуждения стали обмен опытом сетевых операторов по повышению гибкости оперативного управления энергосистемой, формирование нормативной базы для стимулирования электропотребления, а также региональная (межгосударственная) передача электроэнергии и организация вставок постоянного тока.

В ходе заседания было отмечено, что в энергетике Беларуси и Германии есть схожие черты, в частности, и в той, и в другой стране передача электроэнергии является монопольным видом деятельности. Также в обеих странах взят курс на декарбонизацию энергетики. Немецкие и белорусские специалисты обсудили подходы к обеспечению сбалансированной работы энергосистем, регулированию потребления с помощью рыночных механизмов, различные способы резервирования избытков мощности, перспективы рынков электроэнергии и другие вопросы.



dena
Deutsche Energie-Agentur



Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Закревский В.А.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Бондарь А.М.	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
Бородуля В.А.	член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Дрозд П.В.	генеральный директор ГПО «Белэнерго»
Забелло Е.П.	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
Карницкий Н.Б.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
Лиштван И.И.	д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
Малашенко М.П.	заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности
Майоров В.В.	генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
Кушнаренко А.И.	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
Русан В.И.	д.т.н., профессор кафедры практической подготовки студентов БГАТУ
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

Новости ТЭК.....	6
Подведены итоги 9 месяцев работы организаций отрасли	9
Комиссия СНГ обсудила вопросы сотрудничества в области мирного использования атомной энергии	10
Минэнерго готово поддержать производителей зеленой энергии.....	11
XIII Международная научно-практическая конференция «Инновации. Образование. Энергоэффективность» прошла в Витебске	11
Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика	12

ПРИОРИТЕТЫ

Международная кооперация Республики Беларусь в сфере электроэнергетики Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревского.....	16
--	----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Чайковский А.З., заместитель главного инженера РУП «ОДУ» Системы мониторинга переходных режимов. Опыт внедрения.....	19
Фурсанов М.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ, Сазонов П.А., магистрант БНТУ, инженер по наладке и испытаниям ОАО «Белэлектромонтажналадка» Динамическое управление нагрузкой энергосистемы	23
Гродненской энергосистеме 60 лет.....	26
Шевалдин М.А., м.т.н., начальник ОЭРЗиАЭиЭС ГПО «Белэнерго», Камендровский А.А., м.т.н., инженер 2 кат. ОЭРЗиАЭиЭС ГПО «Белэнерго» Анализ работы и перспективы развития средств определения мест повреждений на объектах	27

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ**Несем тепло людям!***К 60-летию УП «Гроднооблгаз»*32

Изергин Е.Е., главный инженер РУП «Могилевоблгаз»

Применение смарт-привода в техническом обслуживании запорно-регулирующих устройств газораспределительной системы33**ПОДГОТОВКА КАДРОВ**

Вершина Г.А., к.т.н., доцент, первый проректор БНТУ,

Карницкий Н.Б., д.т.н., профессор БНТУ,

Качан С.А., к.т.н., доцент БНТУ,

Буров А.Л., старший преподаватель БНТУ

Подготовка инженерных кадров для БелАЭС: итоги десятилетия36**НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ**Хрусталева Б.М., академик НАН Беларуси, д.т.н., профессор БНТУ,
Пехота А.Н., к.т.н., и.о. зав. кафедрой «Экология и энергоэффективность в техносфере» БелГУТ,

Нгуен Тху Нга, к.т.н., старший научный сотрудник Научного института

энергетики Вьетнамской академии наук и технологий,

Ву Минь Фап, к.т.н., сотрудник Научного института энергетики

Вьетнамской академии наук и технологий

Использование элементов масляных фильтров в энергоресурсосбережении39

Драко М.А., м.т.н., заведующий ЭТЛ ОУКЭ

РУП «Белэнергосетьпроект»

Коррозия заземлителей электроустановок44**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И СОТРУДНИЧЕСТВО**

Кристоф Югель, руководитель отдела «Энергетические системы»

Немецкого энергетического агентства (dena)

Комплексная реализация Новой энергетической политики Германии50**СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ****Национальный фонд ТНПА – энергетике**54**ПРАВО****Утверждены Правила теплоснабжения**55**Новости законодательства (ноябрь–декабрь)**57**Перечень статей, опубликованных в 2019 году**60**Энергетическая безопасность****Традиционная и ядерная энергетика****Газоснабжение
и торфяная промышленность****Возобновляемая и малая энергетика****Энергоэффективность и экология****Редакция:****Главный редактор** Федосеенко Н.В.**Зам. главного редактора** Гончар О.В.**Выпускающий редактор** Моисеева Е.Н.**Редактор** Лемехова Д.Д.**Компьютерный
дизайн и верстка** Данюкова А.В.**Реклама** Тропашко С.А.**Уважаемые рекламодатели!****По вопросам размещения рекламы
обращайтесь по тел.: (+375 17) 286-08-28
VELCOM (+375 29) 399-11-04
МТС (+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@energystrategy.by

2934682@mail.ru

www.energystrategy.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 до 29.03.2019.

Печать офсетная. Бумага мелованная.

Подписано в печать 19.12.2019 г., формат 60х90%,
тираж 1550 экз., заказ 5824.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

**Примите искренние поздравления от имени
Министерства энергетики Республики Беларусь
и от меня лично с профессиональным
праздником – Днем энергетика!**

Энергетический комплекс Республики Беларусь – стратегически важный сектор экономики, деятельность которого направлена на обеспечение экономической безопасности и независимости нашей страны, благополучия и комфорта белорусских граждан.

Благодаря круглосуточному нелегкому и ответственному труду работников отрасли потребители реального сектора экономики и население получают в необходимых объемах электрическую и тепловую энергию, природный газ, торфяное топливо.

2019 год ознаменовался позитивными для отечественной энергетики изменениями. Результатом работы организаций Минэнерго стало увеличение потребления электрической энергии в стране, рост экспортных поставок. Снижены цены на природный газ и тарифы на электроэнергию для реального сектора экономики, что стало весомым вкладом энергетиков в повышение конкурентоспособности продукции белорусских промышленных предприятий.

На системной основе продолжается работа по повышению эффективности функционирования энергетического оборудования и надежности энергоснабжения. Белорусские энергетики успешно завершили реконструкцию турбоагрегата Гродненской ТЭЦ-2, подстанции 330 кВ «Минск-Северная», строительство подстанции 330 кВ «Металлургическая», значительно обновили инфраструктуру электрических и тепловых сетей.

Активно проводится работа по строительству электрокотлов и пиково-резервных источников на объектах энергоснабжения в рамках интеграции Белорусской атомной электростанции в энергосистему страны.



Следующий год потребует от нас такого же ответственного и добросовестного труда, высокой квалификации, готовности к применению передовых технологий и современных подходов в решении ключевых задач. Среди них – пуск Белорусской АЭС, дальнейшая модернизация электрических и тепловых сетей, повышение энергоэффективности, совершенствование бытовой деятельности.

Особую благодарность хочу выразить ветеранам отрасли, чье наследие лежит в основе успешного развития энергетики. Ваш бесценный опыт сегодня помогает молодому поколению энергетиков овладевать профессиональными знаниями, совершенствовать мастерство, сохранять и приумножать наши трудовые традиции.

Поздравляю руководителей и специалистов организаций, входящих в систему Министерства энергетики, всех, кто обеспечивает надежную работу энергетической отрасли. Ваш труд – значимый вклад в развитие и укрепление экономики Республики Беларусь.

Желаю вам, уважаемые коллеги, профессиональных достижений, неиссякаемой энергии, крепкого здоровья, благополучия и счастливого Нового года!

**Министр энергетики
Республики Беларусь**

В.М. Каранкевич

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ, УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

**Государственное производственное
объединение электроэнергетики «Белэнерго»
сердечно поздравляет работников и ветеранов
Белорусской энергосистемы
с профессиональным праздником –
Днем энергетика!**

В современном обществе энергия и тепло воспринимаются как обыденные блага. Мало кому заметен тот труд, который выполняют тысячи энергетиков по всей стране изо дня в день. Но мы с вами по опыту знаем, чего стоит выработать и доставить потребителю электроэнергию или тепло. Работа в энергетической отрасли накладывает особую ответственность на специалистов, требует строжайшей дисциплины и оперативной готовности. У энергетиков нет выходных и праздничных дней: ежедневно, днем и ночью, зимой и летом они обеспечивают бесперебойное и надежное энергоснабжение объектов промышленности, сельского хозяйства, социальной сферы, несут свою вахту, чтобы в каждом белорусском доме были свет и тепло.

Наш праздник – это возможность подвести итоги сделанного за год, оценить достигнутые результаты и поставить цели и задачи на будущее. Мы стоим на пороге новой эры в истории отечественной энергетики. Символично, что в следующем году, когда мы будем отмечать 100-летний юбилей плана ГОЭЛРО, в энергетическую систему Беларуси вольется самый мощный энергоисточник – Белорусская АЭС. Уже многое сделано, чтобы этот грандиозный для страны проект был успешно воплощен в жизнь. Завершена реализация мероприятий по выдаче мощности. Это очень значимое достижение, которое позволит обеспечить поставку электрической энергии от АЭС в любой регион республики. Продолжаются работы по режимной интеграции БелАЭС в баланс энергосистемы, на тепловых электростанциях будут установлены электрокотлы, на четырех крупных станциях – построены пиково-резервные энергоисточники.

Не забываем мы и о нашей повседневной работе: непрерывно ведется обновление основных производственных фондов, повышается эффективность работы энергетического оборудования. Успешно завершена ремонтная кампания, по-



строены и отремонтированы тысячи километров линий электропередачи и сотни километров тепловых сетей, построены и реконструированы высоковольтные подстанции, открыты новые центры обслуживания потребителей.

Решение этих и многих других задач подтвердило, что ключевым ресурсом энергосистемы являются люди. Любой новый проект – это вызов, который требует мобилизации сил и поиска новых решений. И за то, что сегодня энергосистема работает надежно и слаженно, я искренне благодарю именно вас – работников энергосистемы. Спасибо вам за стойкость, упорство и профессионализм! Все мы – энергетики, мы выбрали этот путь, с достоинством идем по нему и будем делать это и впредь.

Особые слова уважения хочу адресовать нашим ветеранам. Ваше преданное служение делу – это основа заложенных вами трудовых традиций и фундамент для развития энергосистемы последующими поколениями энергетиков.

Всему коллективу нашего объединения желаю дальнейших производственных достижений, успешной реализации масштабных проектов, надежной и безаварийной работы. Пусть в наступающем году у нас будут новые поводы для гордости, новые высокие результаты в работе, новые начинания и яркие победы. Примите самые искренние пожелания здоровья, благополучия и неиссякаемой жизненной энергии! С праздником!

**Генеральный директор
ГПО «Белэнерго»**

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

П.В. Дрозд

НОВОСТИ ТЭК

Состоялось 55-е заседание Электроэнергетического Совета СНГ

25 октября в г. Москве состоялось 55-е заседание Электроэнергетического Совета СНГ. Белорусскую делегацию возглавил Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич.

Участники заседания обсудили актуальные вопросы межгосударственного сотрудничества электроэнергетических систем СНГ, а также рассмотрели проекты ряда документов, в том числе Плана мероприятий Электроэнергетического Совета СНГ на 2020 год, Рекомендаций по организации

контроля параметров качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи государств – участников СНГ, Методических рекомендаций для определения категорийности потребителей по надежности электроснабжения, Методических рекомендаций по проведению противоаварийных тренировок и др.



Участники 55-го заседания Электроэнергетического Совета СНГ

Актуализированы базовые технологические документы БРЭЛЛ

В ходе 38-го заседания Комитета энергосистем БРЭЛЛ и 17-й встречи руководителей Сторон Соглашения о параллельной работе энергосистем БРЭЛЛ, состоявшихся 22–23 октября в г. Юрмале (Латвия), были актуализированы и утверждены следующие технологические документы: Положение об организации оперативно-диспетчерского управления синхронной работой ОЭС Беларуси, ЕЭС России, ЭС Эстонии, ЭС Латвии и ЭС Литвы и Методические указания по устойчивости энергосистем электрического кольца.

Участники мероприятий ознакомились с результатами проведенных в 2019 году натурных испытаний по выделению ряда электростанций Литовской энергосистемы на совместную работу с несинхронными соединениями NordBalt и LitPolLink, а также

натурных испытаний по выделению Калининградской энергосистемы на изолированную работу. Кроме того, участники ознакомились с ходом реализации проекта синхронизации энергосистем стран Балтии с энергосистемами континентальной Европы, а также обсудили перспективы развития энергосистем БРЭЛЛ на ближайшие годы, в том числе связанные с планами стран Балтии присоединиться к энергообъединению континентальной Европы ENTSO-E.

Природный газ пришел еще в два агрогородка

В октябре–ноябре завершилась газификация двух агрогородков. Участие в торжественных церемониях по этому случаю принимал генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко.

31 октября был зажжен символический газовый факел в связи с завершением газификации аг. Горы Краснопольского района, которая выполнялась в рамках Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 годы и на период до 2020 года. Реализация проекта позволила подключить к централизованной системе газоснабжения природным газом 111 жилых домов.

5 ноября состоялась торжественная церемония пуска газа в аг. Горяны Полоцкого района. Он стал тысячным газифицированным агрогородком в республике. Общая протяженность газопровода составила 8,6 км. Со сжиженного на природный газ уже переведены 100 квартир в 14 многоквартирных жилых домах агрогородка (с ликвидацией трех резервуарных установок). В ближайшее время на использование природного газа перейдут еще три многоквартирных жилых дома.

С приходом голубого топлива в регионы связываются широкие перспективы их развития: создание новых производств и новых рабочих мест, совершенствование инфраструктуры, повышение привлекательности населенных пунктов для жителей.



Пуск природного газа в аг. Горы Краснопольского района



У энергетической утилизации ТБО есть перспективы

Диверсификация энергоносителей остается для Беларуси одним из приоритетов, и именно в сфере производства тепловой энергии есть резерв, позволяющий вовлечь в топливно-энергетический баланс новые виды энергоносителей, отметила заместитель Министра энергетики О.Ф. Прудникова на пресс-конференции «Перспективы энергетической утилизации твердых бытовых отходов. Целесообразность сжигания отходов на ТЭЦ», которая состоялась 10 декабря.

В качестве одного из резервов рассматриваются отходы, которые могут поступать в виде топлива на ТЭЦ и использоваться в специальных котельных установках для производства тепловой энергии. Предварительной площадкой строительства установки для сжигания ТБО определена Минская ТЭЦ-4.

В настоящее время подготовлена предпроектная документация и документы для прохождения общественных обсуждений. После выполнения ответственными госорганами всех законодательно установленных процедур и общественного обсуждения отчета об оценке воздействия на окружающую среду данного объекта будет выбран вариант проектного решения.

Беларусь сохранила свою позицию в рейтинге Всемирного банка Doing Business по показателю «подключение к системе электроснабжения»

В опубликованном рейтинге Всемирного банка Doing Business 2020 Беларусь заняла 49-е место, получив 74,3 балла из 100 возможных по показателю благоприятности условий ведения бизнеса.

Исследование Всемирного банка Doing Business проводится в 190 странах и оценивает условия для предпринимательства по 10 показателям. Рейтинг учитывает изменения, которые произошли с мая года, предшествующего выходу отчета, до мая текущего года и подтверждены на практике методом опроса респондентов.

По показателю «подключение к системе электроснабжения» Беларусь заняла 20-е место, сохранив позицию прошлого года. В отчете отражен ряд положительных изменений. Так, в соответствующем разделе отмечено, что стоимость подключения к системе электроснабжения снижена.

ГПО «Белтопгаз» будет представлено в Национальном собрании Республики Беларусь

Генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Иванович Кушнарченко избран членом Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь седьмого созыва. Решение принято 7 ноября на совместном заседании депутатов местных советов базового уровня и горрайисполкома.

По итогам состоявшихся 17 ноября выборов депутатом Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь седьмого созыва по Неманскому избирательному округу № 56 избран Владимир Александрович Синяк – заместитель генерального директора по строительству УП «Гроднооблгаз».

Министр энергетики встретился со студентами Минского государственного энергетического колледжа

25 ноября на базе филиала «Ресурсный центр «ЭкоТехноПарк – Волма» в рамках Единого дня информирования состоялась встреча Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевича со студентами Минского государственного энергетического колледжа.

Ресурсный центр был создан в 2016 году с целью реализации образовательных программ с применением современного оборудования и энергосберегающих технологий, профессиональной подготовки населения, проведения научных исследований в области энергетики, энергоэффективности и экологии.

В.М. Каранкевич ознакомился с возможностями центра, посетил ряд специализированных лабораторий («Жилищно-коммунальное хозяйство с применением возобновляемых источников энергии», «Unitrain – основы энергетики», «Умный дом», «Возобновляемая энергетика, электрические системы и сети»). В завершение мероприятия состоялся открытый разговор со студентами колледжа.



Министр энергетики В.М. Каранкевич в Минском государственном энергетическом колледже

Украина заинтересована в импорте электроэнергии из Беларуси

21 ноября в г. Киеве прошло очередное заседание Белорусско-Украинской рабочей группы по сотрудничеству в топливно-энергетической сфере с участием Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевича и Министра энергетики и защиты окружающей среды Украины А.А. Оржеля.

Участники заседания рассмотрели широкий спектр вопросов о сотрудничестве в электроэнергетике, нефтехимии и торфяной отрасли. Министр энергетики и защиты окружающей среды Украины заявил, что страна заинтересована в импорте электроэнергии из Беларуси после ввода в эксплуатацию БелАЭС.

Представители Беларуси и Украины обсудили также возможности поставок между Украиной и Беларусью электроэнергии с учетом как экономической целесообразности для государств, так и пропускной способности электрических линий.

В ходе встречи также обсуждалось строительство новых электросетей между странами и вставок постоянного тока на существующих ВЛ 330 кВ между ОЭС Беларуси и ОЭС Украины, а также возможность включения в работу межгосударственных ВЛ 0,4–110 кВ.

По итогам заседания стороны подписали протокол, закрепивший достигнутые договоренности.

Подведены итоги сезона добычи торфа

28 ноября на базе филиала «ТБЗ «Сергеевичское» УП «МИНГАЗ» состоялся семинар-совещание по подведению итогов добычи торфа организациями ГПО «Белтопгаз» в сезон 2019 года. Результаты работы организаций озвучил заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» В.В. Ковалев.

В мероприятии принимал участие Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич. Он поблагодарил работников отрасли за достижение высоких производственных показателей и вручил почетные грамоты и благодарности Минэнерго.



Министр энергетики В.М. Каранкевич на церемонии награждения работников торфяной отрасли

Еще 16 представителям торфяной отрасли были вручены почетные грамоты и благодарности Минского облисполкома, Пуховичского райисполкома, ГПО «Белтопгаз», Белорусского профсоюза работников энергетики, газовой и топливной промышленности.

В торжественной обстановке были объявлены победители республиканского соревнования «Лучший по профессии» среди машинистов торфодобывающих машин организаций ГПО «Белтопгаз» в сезон добычи торфа 2019 года.

В рамках мероприятия состоялось награждение предприятий торфяной промышленности, победивших в смотре-конкурсе производственных баз, а также лучших организаций по итогам сезона добычи 2019 года. Главной награды – переходящего кубка победителя за лучшие показатели в республиканском соревновании по добыче торфа было удостоено ОАО «ТБЗ Усяж». Диплом второй степени вручен ОАО «ТБЗ Дитва», диплом третьей степени – УП «Витебскоблгаз».

Гермооболочка реактора первого энергоблока Белорусской АЭС готова к эксплуатации

На первом энергоблоке Белорусской АЭС завершились испытания герметичного ограждения здания реактора (гермооболочки) на плотность и прочность. Испытания гермооболочки блока на готовность выдерживать избыточное давление проводились в рамках широкомасштабных предпусковых работ.

Испытания показали, что система герметичного ограждения реактора первого энергоблока готова к эксплуатации. После окончания горячей обкатки согласно плану подготовки энергоблока к физическому пуску будет произведена ревизия основного и вспомогательного оборудования первого и второго контуров энергоблока.

РУП «Витебскэнерго» и Siemens Industrial Turbomachinery подписали контракт на поставку оборудования

27 ноября в г. Финспонге (Швеция) состоялось подписание контракта между РУП «Витебскэнерго» и шведской компанией Siemens Industrial Turbomachinery на поставку оборудования для строительства пиково-резервных энергоисточников на базе Лукомльской ГРЭС и Новополоцкой ТЭЦ. Контракт подписан по итогам проведенного в Беларуси открытого конкурса. Шведская сторона также подтвердила готовность привлечь средства, необходимые для реализации проекта.

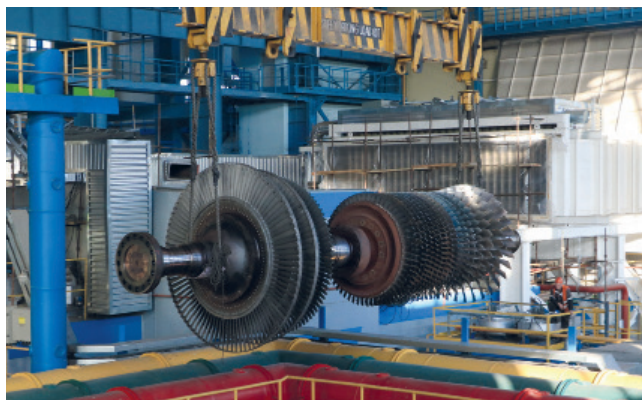
Создание пиково-резервных энергоисточников на объектах РУП «Витебскэнерго» входит в комплекс мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в ОЭС Республики Беларусь.

Компания Siemens является одним из крупнейших поставщиков энергетического оборудования. В ноябре текущего года Siemens Industrial Turbomachinery также выиграла тендер на поставку оборудования для строительства пиково-резервного энергоисточника на Минской ТЭЦ-5.

Завершена первая главная инспекция ГТУ Гродненской ТЭЦ-2

В период с сентября по ноябрь 2019 года специалисты ОАО «Белэнергоремналадка» совместно с компанией ВНЕС выполнили первый капитальный ремонт (главную инспекцию) газовой турбины и турбогенератора газотурбинной установки Гродненской ТЭЦ-2 РУП «Гродноэнерго».

В ходе проведения ремонта выполнена полная разборка турбины с заменой 1, 2, 3 ступеней рабочих и направляющих лопаток, бандажей горячей части турбины. Заменены на новые опорно-упорный и опорные подшипники турбины и генератора,



Ремонтные работы на Гродненской ТЭЦ-2

а также все компоненты камеры сгорания. Применение специальных технических решений позволило обойтись без демонтажа шинопроводов, что дало возможность значительно сократить срок ремонта.

Работы проведены качественно и на должном техническом уровне.

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



ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ 9 МЕСЯЦЕВ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ ОТРАСЛИ

В ходе заседания коллегии Министерства энергетики Республики Беларусь, состоявшегося 15 ноября под председательством Министра энергетики В.М. Каранкевича, были подведены итоги работы организаций отрасли за январь – сентябрь текущего года. В мероприятии принял участие заместитель Премьер-министра Беларуси И.В. Ляшенко.

Открывая заседание, Министр энергетики В.М. Каранкевич констатировал, что в целом отраслевыми организациями выполнены все целевые и ключевые показатели за 9 месяцев текущего года. Обеспечено бесперебойное и надежное снабжение потребителей тепловой и электрической энергией, природным и сжиженным газом, торфяным топливом в востребованных объемах. Министр отметил, что благодаря снижению издержек тарифы на природный газ для промышленных потребителей снижены на 2,5 %, на электрическую энергию – на 6,3 %.

При общем потреблении 27,9 млрд кВт·ч (101 % к аналогичному периоду 2018 года) выработка электроэнергии (без блок-станций) увеличилась на 2,6 % и составила 26,2 млрд кВт·ч (102,6 %). Почти вдвое – до 1510,4 млн кВт·ч (194,2 %) – вырос экспорт электроэнергии. Отпуск тепловой энергии составил 22,2 млн Гкал (95,1 %).

Продолжается работа по обновлению и повышению эффективности основных производственных фондов Белорусской энергосистемы. За отчетный период завершены инвестиционные проекты по замене турбоагрегата на Гродненской ТЭЦ-2, строительству ПС 330 кВ «Металлургическая» и реконструкции ПС 330 кВ «Минск-Северная».

Активно ведутся работы по сооружению Белорусской АЭС и ее интеграции в энергосистему, осуществляется реконструкция Минской ТЭЦ-3, ПС 750 кВ «Белорусская» и ПС 330 кВ «Могилев». В целях повышения надежности энергоснабжения потребителей построено и реконструировано более 1078 км ВЛ 0,4–330 кВ, произведена замена более 60 км тепловых сетей. Введена в эксплуатацию молочно-товарная ферма на 1210 голов в филиале «Тепличный» РУП «Витебскэнерго».

Объем поставок природного газа потребителям республики за истекший период составил 13,8 млрд м³, реализация сжиженного углеводородного газа – 42,5 тыс. т. В эксплуатацию введено более 754 км газопроводов различных категорий, природным газом газифицировано более 14,7 тыс. квартир,



со сжиженного на природный газ переведено 4,9 тыс. квартир. Ведется строительство участка газопровода высокого давления 1-й категории от ГРС «Восточная» до действующего кольцевого газопровода в районе Партизанского проспекта г. Минска.

Организациями торфяной промышленности за январь – сентябрь добыто 2472,8 тыс. т торфа, произведено 746,2 тыс. т топливных брикетов и сушенки, экспортировано 90,1 тыс. т брикетов. Объем поставок торфяного топлива на внутренний рынок составил 632,7 тыс. т.

Выступая на коллегии, заместитель Премьер-министра И.В. Ляшенко отметил, что важнейшими направлениями деятельности отрасли являются реализация проекта строительства Белорусской АЭС и ее интеграция в Белорусскую энергосистему. И.В. Ляшенко подчеркнул необходимость безусловного выполнения организациями Минэнерго доведенных показателей, повышения уровня работы по охране труда, решения других актуальных вопросов. В завершение он поблагодарил руководителей за достигнутые показатели и отметил, что Министерство энергетики остается стабильно и профессионально работающим ведомством.



КОМИССИЯ СНГ ОБСУДИЛА ВОПРОСЫ СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ МИРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

20 ноября в г. Минске под председательством заместителя Министра энергетики Республики Беларусь М.И. Михадюка состоялось 20-е заседание Комиссии государств – участников СНГ по использованию атомной энергии в мирных целях. Комиссия подвела итоги работы за предыдущий год, рассмотрела проекты новых документов по долгосрочному сотрудничеству в области мирного использования атомной энергии, ход реализации совместных проектов по различным направлениям деятельности и другие вопросы.

Главной темой юбилейного заседания Комиссии стало рассмотрение проектов Рамочной программы сотрудничества государств – участников СНГ в области использования атомной энергии в мирных целях на период до 2030 года и Плана мероприятий по реализации ее первого этапа (2021–2025 годы). Об этом сообщил журналистам председатель Комиссии, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь М.И. Михадюк. Документы включают мероприятия по 10 направлениям (ядерная энергетика, неэнергетические ядерные технологии и материалы, ядерная безопасность, ядерная медицина, подготовка кадров, научные исследования и др.).

Заместитель генерального директора «Росатома» по международной деятельности Н.Н. Спасский одним из важных направлений сотрудничества назвал ратификацию Соглашения о взаимодействии государств – участников СНГ по обеспечению готовности на случай ядерной аварии или возникновения радиационной аварийной ситуации и взаимопомощи при ликвидации их последствий от 2 ноября 2018 года. Беларусь вошла в тройку государств, первыми ратифицировавших это соглашение. Комиссия рассмотрела вопросы его имплементации в странах СНГ и одобрила план мероприятий по данному направлению.

Н.Н. Спасский отметил, что основной смысл всех предпусковых мероприятий на АЭС – это обеспечение безопасности и другого сопоставимого приоритета нет. Для увеличения уровня безопасности атомной инфраструктуры решено также разработать конкретные меры реагирования на любые чрезвычайные ситуации.

В области гармонизации нормативной правовой и нормативно-технической базы государств – участников СНГ принято решение о разработке комплекса межгосударственных стан-

дартов по неразрушающему контролю оборудования объектов использования атомной энергии с учетом лучших практик СНГ. Также будет продолжена практика сбора и обобщения информации о национальных законодательствах в сфере ядерной энергетики.

В целях качественной подготовки и переподготовки кадров в области использования атомной энергии решено создать Центр по подготовке кадров в области медицинской физики на базе Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Россия).

Участники заседания обсудили также аспекты рекультивации территорий государств, подвергшихся воздействию уранодобывающих производств, ход реализации программ совместных научных исследований на материаловедческом токамаке в Казахстане и ряд других вопросов. По итогам обсуждения научного сотрудничества принято решение разработать проект программы совместных исследований в области термоядерного синтеза до 2025 года.

21 ноября участники заседания посетили объекты Белорусской АЭС. Говоря о реализации этого проекта, заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк сообщил, что на первом энергоблоке ведутся предпусковые операции, на втором – монтаж основного технологического оборудования. В настоящее время идет подготовка к ключевому этапу предпусковых операций – выходу на горячую обкатку, который предполагает вывод станции на рабочие параметры по температуре, давлению и др. Следующим этапом станет загрузка топлива – так называемый физический пуск, который планируется осуществить в первом квартале следующего года.

Подготовила Ольга Гончар



МИНЭНЕРГО ГОТОВО ПОДДЕРЖАТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЗЕЛеной ЭНЕРГИИ

24 октября в ходе пресс-конференции «Об использовании возобновляемых источников энергии» заместитель Министра энергетики О.Ф. Прудникова сообщила журналистам, что Минэнерго поддерживает более глубокую дифференциацию тарифов по времени потребления электроэнергии. Сегодня в Беларуси применяется дифференциация по часам максимума и минимума нагрузки энергосистемы, в то время как весь мир осуществляет почасовую торговлю электроэнергией. Это более глубокое тарифное регулирование.

Что касается поставок зеленой электроэнергии на экспорт, то Министерство энергетики Беларуси готово поддержать производителей, но для этого они должны быть готовыми работать в рыночных условиях. В настоящее время поставки на экспорт зеленой энергии тормозит отсутствие у владельцев ВИЭ международных сертификатов, не решены также некоторые технические вопросы. Согласно Указу Президента Республики Беларусь № 357 «О возобновляемых источниках энергии» юрлица и индивидуальные предприниматели с 1 ноября получают возможность передавать электроэнергию от ВИЭ по сетям государственных энергоснабжающих организаций. Это тоже могло бы способствовать развитию экспорта зеленой электроэнергии.

В Беларуси за 8 месяцев 2019 года средняя цена покупки электроэнергии от ВИЭ сложилась на уровне чуть более 22 центов. Это обусловлено значительным удорожанием сол-



нечной генерации, на покупку которой установлены самые высокие коэффициенты. Между тем электроэнергию на зарубежных площадках сегодня готовы покупать по достаточно низким ценам.

Заместитель Министра также сообщила, что в 2020 году планируется внести на рассмотрение в парламент проект Закона «Об электроэнергетике». Минэнерго выносило его на общественное обсуждение в 2017 году. В настоящее время проходит обновление редакции документа.

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИИ. ОБРАЗОВАНИЕ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ПРОШЛА В ВИТЕБСКЕ

14–15 ноября в г. Витебске прошла XIII Международная научно-практическая конференция «Инновации. Образование. Энергоэффективность». Организатором мероприятия выступило учреждение образования «Государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения «ГАЗ-ИНСТИТУТ» при поддержке Министерства энергетики Республики Беларусь и ГПО «Белтопгаз».

В конференции приняли участие представители Минэнерго, ГПО «Белтопгаз», Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации, Института энергетики и Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, бизнес-структур республики и стран-партнеров.

В рамках мероприятия участники ознакомились с работой УП «Витебскоблгаз». Им были представлены цифровые разработки филиала «АйТиГаз», широко применяемые в системе газоснабжения республики, образцы инновационного оборудования, спецтехники, приборов и экипировки, используемых в подразделениях ГПО «Белтопгаз». Была организована также выставка научной и учебно-методической литературы. Сек-

ционные заседания проходили на базе Витебского филиала ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

В ходе конференции было представлено более 30 докладов. Белорусские и зарубежные эксперты обсудили результаты апробации и внедрения теоретических, экспериментальных, конструкторских и технологических разработок в энергетике и других отраслях экономики. Были рассмотрены вопросы использования энерго- и ресурсосберегающих технологий, развития альтернативной энергетики, реализации инновационных методик и проектов в системе дополнительного образования взрослых. Особое внимание было уделено вопросам интеграции БелАЭС в национальную энергосистему и экономику.

Конференция ориентирована на руководителей и специалистов организаций ТЭК, профессорско-преподавательский состав учреждений образования, ученых и разработчиков оборудования и призвана обеспечить связь образования, науки и реального сектора экономики.

Подготовила Дарья Лемехова

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Факты. Прогнозы. Аналитика

Германия и Дания протянут новую мощную линию электропередачи «Центральная ось»

Ведущий европейский оператор TenneT с активами в Нидерландах и ФРГ получил разрешение на строительство новой линии электропередачи 380 кВ между Германией и Данией. Линия получила название «Центральная ось». Необходимость сооружения ЛЭП обусловлена обилием энергии, производимой ветропарками, и актуальностью модернизации существующей электросети.

ЛЭП «Центральная ось» (Mittelachsenleitung) протяженностью 150 км будет состоять из 433 мачт: она начнется в северном Гамбурге и пройдет через Шахт-Аудорф, Шуби и Хандевит к западу от Фленсбурга до Дании. Новая линия позволит оперировать более мощными перетоками электроэнергии и повысит надежность электроснабжения региона.

ЛЭП «Центральная ось» – это приоритетный проект, служащий достижению целей энергетической и климатической политики ЕС. Он является составляющей панъевропейского Энергетического союза и имеет приоритетный статус для всех стран Евросоюза.

Ввод новой линии в эксплуатацию запланирован на середину 2020 года.



Ближний Восток заинтересован в переходе на возобновляемую энергию

Страны Ближнего Востока активно внедряют ветро- и геоплантации в свои энергоматрицы. В то время как мировые лидеры рассматривают возобновляемые источники энергии прежде всего как способ борьбы с климатическими изменениями, Совет сотрудничества стран Залива поддерживает

этот подход, так как он позволяет ослабить зависимость экономики от нефти. Эксперты региона считают, что ВИЭ доказали свою конкурентоспособность и имеют блестящие перспективы в ближневосточных странах.

Развитие сети солнечных, ветровых и термосолярных электростанций на Ближнем Востоке может сократить выбросы CO₂ на 136 млн т в год. Кроме того, развитие возобновляемой энергетики позволяет создавать новые рабочие места в сфере проектирования, строительства и оперативного управления энергосистемой. Согласно прогнозам IRENA, к 2030 году за счет развития ВИЭ на Ближнем Востоке появится 207 тыс. дополнительных рабочих мест, 89 % из которых придется на солнечные и термосолярные электростанции.



Компьютерные модели показали преимущества ветровых турбин нового типа

Ученые из Орхусского и Даремского университетов, используя числовые симуляции с высоким разрешением, смоделировали гидродинамику многороторных ветровых турбин и их взаимодействие на площадках. Исследование продемонстрировало очевидные преимущества конструкции с четырьмя роторами на одной стойке.

Выяснилось, что использование многороторных устройств ускоряет исчезновение следа за ветроколесом. В результате следующая турбина получает меньшую нагрузку и производит больше энергии. Это важный фактор, учитывая рост габаритов и стоимости турбин. Повысить производительность такой ветроустановки можно за счет увеличения диаметра лопастей, при этом он не должен превышать 150 м.

Турбины с четырьмя роторами обходятся на 15 % дешевле аналогов с одним винтом, даже если лопасти суммарно по-



крывают одинаковую площадь. Меньшая масса облегчает транспортировку. Прекращение работы одного ротора не приведет к остановке системы. Исследователи также выяснили, что многороторные модели производят примерно на 2 % больше энергии.

«Турецкий поток» заполняют газом

В октябре состоялся финальный этап испытаний первой нитки газопровода «Турецкий поток». Заполнение новой системы трубопроводов природным газом считается значительным шагом к старту фактических поставок сырья в Турцию и Юго-Восточную Европу.

Начало коммерческой эксплуатации «Турецкого потока» запланировано на конец текущего года. Заполнять вторую нитку газопровода начнут сразу, как только завершится заполнение первой.

В настоящее время на заключительном этапе находится строительство в Турции приемного терминала. Наряду с этим оператор турецкой газотранспортной сети Botas строит первый сухопутный участок, призванный соединить республику с подводной частью трубопровода.

30 ноября «Турецкий поток» был соединен с газопроводом «Балканский поток». Исполнительный директор компании «Булгартрансгаз» Владимир Малинов заявил, что болгарская сторона готова к транзиту газа из «Турецкого потока» в Грецию и Северную Македонию с 1 января 2020 года.

Газопровод «Турецкий поток» следует из России через Черное море к побережью Турции. Длина его морской части составляет 930 км, по суше проходит 180 км. Ежегодная пропускная способность газовой магистрали заявлена на уровне 31,5 млрд м³ природного газа.

Рынок ветроэнергетики возглавит Азия

В новом отчете Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA) говорится о том, что Азия увеличит мощность своей ветровой генерации на суше с 230 ГВт в 2018 году до 2600 ГВт к 2050-му. Это выведет регион в лидеры в данной области.

Согласно докладу агентства «Будущее ветра», на долю Азии в 2050 году будет приходиться более 50 % мощности наземных и более 60 % морских ветроэлектростанций планеты. Эксперты прогнозируют, что валовая общемировая ветрогенерация может вырасти к середине столетия вдесятеро, превысив порог в 6000 ГВт. По мнению специалистов, ветер покроет треть общемирового энергопотребления, при этом обеспечив четверть нормы сокращения выбросов CO₂, закрепленной Парижским климатическим соглашением.

Для достижения таких показателей нужен определенный темп роста ветроэнергетики: ее мощность на суше и в море должна ежегодно возрастать в четыре и десять раз соответственно. Ключевым фактором ускорения роста в ближайшие десятилетия станет увеличение инвестиций в отрасль. В среднем ежегодные общемировые вложения в строительство прибрежных ветропарков должны увеличиться с сегодняшних \$ 67 млрд до \$ 211 млрд в 2050 году, в строительство наземных ВЭС – с \$ 19 до \$ 100 млрд. Среди лидеров в развитии этого сектора энергетики останутся Северная Америка (23 % и 16 % соответственно) и Европа (10 % и 22 %).

По прогнозам IRENA, к 2050 году на Азиатский регион придется более 50 % мировых наземных и более 60 % при-

брежных ветроустановок. Лидировать будет Китай, который достигнет 2525 ГВт установленной мощности морских и наземных ВЭС. В Индии суммарная мощность ветроустановок составит 443 ГВт, в Северной Корее – 78 ГВт, в Юго-Восточной Азии – 16 ГВт.

В общемировом масштабе уровень тарифов на электроэнергию, полученную от наземных ВЭС, продолжит падать – с 6 центов/кВт·ч в 2018 году до 2–3 центов/кВт·ч к 2050 году. Затраты на электроэнергию от морских ВЭС снизятся с 13 до 3–7 центов за киловатт-час. При этом мощность наземных ветротурбин увеличится с 2,6 МВт до 4–5 МВт (для турбин, введенных в эксплуатацию до 2025 года). Морские ветроустановки через 10–20 лет тоже станут мощнее, достигнув 15–20 МВт, а на плавучие ветроэлектростанции к 2050 году будет приходиться 5–15 % от общей установленной мощности морских ветропарков.



Через 10 лет на мировом рынке СПГ будут доминировать три страны

Согласно выводам американского Центра стратегических и международных исследований, уже через десять лет на мировом рынке сжиженного природного газа безоговорочно будут лидировать три страны – Россия, США и Катар. Главным потребителем СПГ станет Китай, который обгонит Японию и вплотную приблизится к Европе. При этом суммарное потребление газа в мире значительно возрастет, поэтому крупные поставщики будут играть ведущую роль в определении предложения и цен.

По оценке аналитиков, в минувшем году на мировом рынке присутствовало 6 основных экспортеров голубого топлива, которые суммарно обеспечивали свыше 60 % мировой торговли газом. Это Россия, США, Катар, Норвегия, Австралия и Канада. При этом трое последних игроков имеют довольно скромные планы по расширению производства, и влияние каждого из них на мировой рынок ограничено одним регионом – соответственно Европой, Азией и Северной Америкой.

В свою очередь, у тройки лидеров списка зреют масштабные программы увеличения газодобычи, которые постепенно претворяются в жизнь. Более того, в сфере интересов этих поставщиков находится практически любой регион, где существует недостаток собственного газа, который можно компенсировать импортом.

По мнению экспертов CSIS, именно эти три фактора: мощное производство, возможность его кардинального наращивания и географический охват – делают Россию, США и Катар основными претендентами на мировое доминирование в газовой сфере через десятилетие.

Пористые полимерные покрытия помогут регулировать нагрев и освещение зданий

Ученые из Колумбийского университета разработали особые пористые полимерные покрытия (ППП), обеспечивающие недорогое и масштабируемое управление светом и теплом в зданиях. Команда использовала оптическую переключаемость PPP на длинах волн солнечных лучей, чтобы контролировать нагрев и дневное освещение. Ученые расширили диапазон до инфракрасного спектра, что позволило управлять теплом, излучаемым объектами.

Дизайн PPP соответствует умным окнам, но полимерные покрытия имеют большую оптическую переключаемость. Нынешняя разработка требует менее сложных материалов и подходит для крупномасштабного производства.

Исследования показали, что напоминающее краску фторполимерное покрытие с нано- и микромерными воздушными порами способно охлаждать здания. Так, PPP охладило белую крышу на 3 °C в сравнении с окружающим воздухом, черную – на 21 °C.

Команда ученых за счет регулирования увлажнения добилась изменения проницаемости PPP на 74 % для солнечных лучей, на 80 % – для видимого спектра. Сухое покрытие отражало свет, но передавало излученное тепло, влажное – наоборот. Переключение происходит медленнее, чем у умных окон, но более эффективно.

Россия и Китай запустили «Силу Сибири»

2 декабря президент России Владимир Путин и председатель КНР Си Цзиньпин по телемосту торжественно запустили газопровод «Сила Сибири». Стоимость самого масштабного инвестиционного проекта «Газпрома» превысила триллион рублей.

Трубопровод длиной около 3 тыс. км протянулся от новых российских газовых месторождений – Ковыктинского в Иркутской области и Чаяндинского в Якутии – к приграничному Благовещенску, где он соединяется с китайской частью газопровода.

Трасса «Силы Сибири» пролегает по территориям с экстремальными природно-климатическими условиями, включая заболоченные, горные, сейсмоактивные районы, а также участки

вечной мерзлоты. Минимальная температура в зоне прохождения трубопровода – от –41 °C до –62 °C.

Россия и Китай подписали юридически обязывающий документ об основных условиях поставок российского газа еще в 2010 году. Соглашение предусматривало строительство двух маршрутов – восточного (запущен 2 декабря) и западного (проект находится на стадии переговоров). Договор предполагает поставку в Китай 38 млрд м³ газа в год. На полную мощность «Силу Сибири» выведут к 2025 году.

Китай является крупнейшим потребителем и импортером газа в мире и продолжает наращивать потребление в соответствии с государственной политикой по противодействию глобальному потеплению и замене угля на газ. Так, в 2018 году потребление газа в стране выросло на 17,7 % по сравнению с 2017-м, а импорт – более чем на 30 %.

Из-за наращивания Китаем импорта газа в Москве и Пекине задумались об увеличении поставок за счет западного маршрута – «Силы Сибири – 2». Китайская CNPC и «Газпром» заключили соглашение о развитии этого направления еще в 2015 году. Предполагается, что по нему газ будут поставлять в промышленные районы на восточном побережье Китая.

Идею западного маршрута поддержали в Казахстане, который выразил готовность присоединиться к проекту. Среднеазиатская республика за счет российского сырья хочет газифицировать объекты Восточно-Казахстанской области: для обеспечения своих потребностей ей, как и Китаю, собственных месторождений газа недостаточно.

ОПЕК прогнозирует рост спроса на нефть

Согласно очередному ежегодному долгосрочному прогнозу ОПЕК, поставки нефти на мировой рынок со стороны стран, не входящих в организацию, существенно вырастут. Главная причина – добыча сланцевой нефти в США превосходит все ожидания. Ее рост обусловлен значительным совершенствованием технологий.

Сравнение нынешнего и предыдущего отчетов показывает, что оценка поставок нефти из стран, не входящих в ОПЕК, в 2040 году выросла до 66,4 млн барр. в сутки, а прогноз относительно поставок из стран ОПЕК, напротив, снизился до 44,4 млн барр. Ожидается возобновление роста добычи в некоторых ключевых странах – Норвегии, Бразилии, Гайане.

Организация подчеркивает, что сделка ОПЕК+ по ограничению добычи еще более желательна перед лицом значительных рисков и неопределенностей, включая угрозы тор-



говых войн, рост долгов, нестабильность экономики в ряде ключевых стран и опасения, связанные с Brexit.

Прогнозируется, что объемы продаж нефти и конденсата на мировом рынке до 2025 года будут относительно стабильными и составят 38 млн барр. в сутки, а к 2040-му вырастут до 42 млн барр. в сутки. США и Канада увеличат экспорт в среднесрочном периоде, а в долгосрочном основными торговыми маршрутами останутся поставки из стран Ближнего Востока в Азию.

Предложение трудноизвлекаемой нефти в США в среднесрочном периоде сильно вырастет – на 6,7 млн барр. в сутки, но затем снизится. Пик в 17,4 млн барр. будет достигнут в 2029 году. Ранее, в середине 2020-х, США произведут максимум жидких углеводородов – 22,8 млн барр. в сутки. ОПЕК ожидает, что в 2040 году США снизят добычу до 18,5 млн барр., при этом добыча сланцевой нефти вырастет до 14,5 млн барр.

В целом страны, не входящие в ОПЕК, в 2026-м будут поставлять на мировой рынок 72,6 млн барр. нефти в сутки, к 2040 году предложение снизится до 66,4 млн барр. После середины 2020-х только две страны из числа не-ОПЕК смогут существенно нарастить добычу – Бразилия и Казахстан.

ОПЕК считает, что в течение предстоящих пяти лет Россия сможет увеличить добычу жидких углеводородов до 11,5 млн барр. в сутки. Незначительный рост добычи трудноизвлекаемой нефти, вероятно, будет нивелирован чуть более низкой добычей традиционной нефти, в то время как добыча газоконденсата вырастет на 0,1 млн барр. в сутки.

Ключевым фактором для добычи нефти в России в долгосрочном периоде станет налоговая система. ОПЕК указывает, что внедрение нового налога на добавленный доход началось с 2019 года на ряде месторождений с общей добычей в 440 тыс. барр. в сутки. Позитивная роль такого налогообложения в дополнение к другим инициативам по освоению удаленных и трудноразрабатываемых месторождений может привести к превышению прогнозов.

Решение Дании по «Северному потоку – 2» вступило в силу

28 ноября вступило в силу разрешение Дании на строительство российского газопровода «Северный поток – 2». Теперь оператор газопровода Nord Stream 2 AG может начинать прокладку труб через датские территориальные воды. При этом указывается, что апелляционный совет Дании принимал жалобы на решение по «Северному потоку – 2» до 27 ноября включительно, и этой возможностью собиралась воспользоваться Украина.

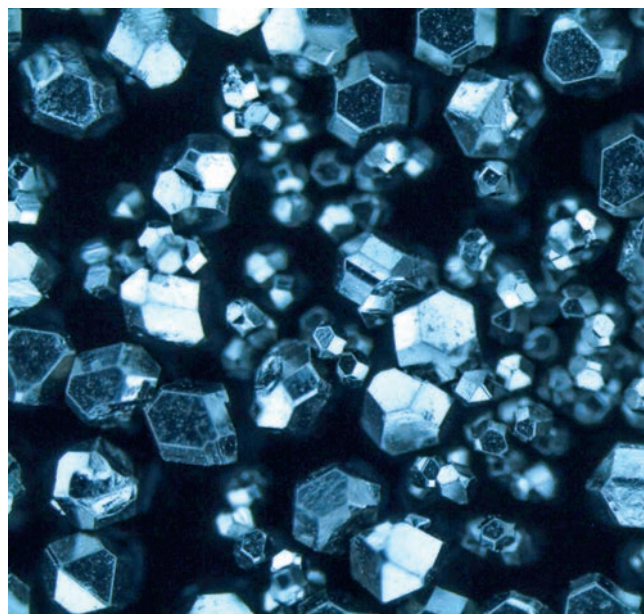
О том, что власти Дании выдали разрешение на прокладку газопровода в своей экономической зоне, стало известно 30 октября. Документ полностью соответствует положениям международного законодательства о континентальном шельфе, а также Конвенции ООН по морскому праву.

С 2017 года компания-оператор газопровода Nord Stream 2 AG подала три прошения о разрешении строительства на континентальном шельфе Дании с тремя разными маршрутами. В третий раз, в апреле 2019 года, была подана заявка с двумя альтернативными маршрутами. В результате рассмотрения предпочтительным был назван вариант прохождения трубопровода через юго-восточную часть шельфа. Одобренный маршрут отличается наименьшим воздействием на экологию и помехами для проходящих судов.

«Северный поток – 2» предполагалось достроить к концу 2019 года, но в связи с затягиванием выдачи разрешения Данией дату запуска газопровода перенесли на середину 2020 года.

Алмазы могут лечь в основу новых систем хранения энергии

Исследователи из Токийского научного университета и Daicel Corporation рассмотрели возможность использования наноалмазов как электродного материала для суперконденсаторов. В случае успеха специалисты могут создать более безопасные и энергоемкие устройства.



В настоящее время в энергетическом секторе доминируют литий-ионные аккумуляторы. В поисках альтернативных решений ученые обратили внимание на суперконденсаторы. Они могут заряжаться быстрее и работать дольше стандартных батарей. Производственные суперконденсаторы, использующие негорючие, нетоксичные и безопасные электролиты, можно будет внедрить в носимые устройства, способствуя развитию Интернета вещей.

Исследователи рассмотрели возможность применения легированных бором наноалмазов в качестве электродов. Для их создания ученые использовали метод микроволнового плазмохимического осаждения соединений бора из паровой фазы. Тесты показали, что стандартная система с двумя электродами и водным раствором серной кислоты в качестве электролита производит большее напряжение, чем традиционные аналоги. Даже после 10 000 циклов зарядки и разрядки система сохраняла стабильность.

Ученые также установили, что при замене электролита насыщенным раствором перхлората натрия можно получить большее напряжение, чем при использовании продуктов на основе серной кислоты. Авторы надеются, что легированные бором наноалмазы станут основой для новых мощных водных суперконденсаторов.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов и печатных СМИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КООПЕРАЦИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Интервью заместителя Министра энергетики
Республики Беларусь В.А. Закревского

Развитие современной мировой экономики сопровождается углублением глобализации, ростом потребления ресурсов и сокращением их запасов. В этих условиях все большую актуальность приобретает сближение стран в ряде отраслей экономики, в том числе в энергетике. Тесное взаимодействие в рамках интеграционных объединений направлено прежде всего на повышение национальной энергетической безопасности, обеспечение надежности снабжения энергоресурсами реального сектора экономики и населения стран-участниц.

О том, какие векторы преобладают в международной кооперации в сфере энергетики, какую позицию занимает Беларусь по отношению к формированию общих рынков энергоресурсов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), рассказал корреспонденту журнала заместитель Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревский.



В.А. ЗАКРЕВСКИЙ,
к.т.н., заместитель Министра
энергетики Республики Беларусь

О технологических связях и конкурентоспособности белорусской энергетики

Международное сотрудничество Беларуси в энергетической сфере обширно и многогранно. Оно выстраивается в рамках таких интеграционных объединений, как Союзное государство, ЕАЭС, СНГ, а также в контексте Восточного партнерства Европейского союза.

Мы активно взаимодействуем с нашими зарубежными партнерами в области энергетики, устанавливаем контакты, укрепляем связи, ведем постоянный диалог с международными организациями и структурами. При этом безусловным приоритетом в нашей повестке дня остается энергетическая безопасность Республики Беларусь, и все взаимоотношения с сопредельными странами рассматриваются именно с этой точки зрения.

Сегодня в республике реализуется широкий комплекс мер, направленных на повышение энергетической безопасности. Это строительство атомной электростанции, обновление основных производственных фондов Белорусской энергосистемы, вовлечение в топливно-энергетический баланс собственных энергетических ресурсов, развитие электросетевого хозяйства. Решение этих задач не только обеспечивает диверсификацию энергоресурсов, снижает зависимость от природного газа, пре-

валирующего в топливно-энергетическом балансе республики, но и способствует повышению надежности энергоснабжения.

Важнейшим фактором обеспечения энергетической безопасности на национальном, региональном и международном уровне является формирование энергорынков с сопредельными странами. Благодаря советскому наследию у нас сложились мощные технические связи в области электроэнергетики. Белорусская энергосистема находится в режиме синхронной работы с энергосистемами стран Балтии, Российской Федерации и Украины и связана с ними межгосударственными линиями электропередачи напряжением 330 кВ и 750 кВ, что позволяет осуществлять экспорт электроэнергии как для оптимизации электробалансов сторон, так и в целях аварийной помощи. Неплохо складываются взаимоотношения в сфере энергетики с Украиной, перспективным направлением является также сотрудничество с Польшей.

Между тем в области международной кооперации сегодня происходят разнонаправленные процессы. При всей очевидности экономической целесообразности синхронной работы энергосистем в рамках БРЭЛЛ, страны Балтии намерены выйти из энергетического кольца, что, безусловно, повлияет на устойчивость работы нашей энергосистемы. При этом энергосистемы прибалтийских стран не готовы перейти на само-



стоятельный режим работы совместно с континентальной Европой – баланс их мощностей не покрывается без перетоков электроэнергии из Беларуси и России, с территории которых постоянно идут экспортные поставки электроэнергии.

Украина также намерена синхронизировать работу своей энергосистемы с европейской континентальной энергосистемой и уже подписала соглашение о присоединении к ENTSO-E. Однако сегодня только сети Бурштынского энергоострова могут поставлять электроэнергию в европейские страны, остальная электросетевая инфраструктура Украины не соответствует нормам ЕС и нуждается в модернизации.

Хочу подчеркнуть, что электроэнергия, которая генерируется на энергоисточниках Беларуси, в настоящее время весьма конкурентоспособна. Мы это чувствуем по тому, как формируется электроэнергетический баланс республики. Поэтому сотрудничество Беларуси с сопредельными странами в сфере энергетики – это взаимовыгодные отношения.

Тем не менее, если разрыв технологических связей со странами Балтии и Украиной все же произойдет, мы переформируем режим работы межгосударственных линий электропередачи. При этом Белорусская энергосистема сохранит свою работоспособность, ведь ее развитие осуществляется в первую очередь исходя из внутренних потребностей страны.

О позиции Беларуси по формированию общих энергорынков ЕАЭС

Энергетическая составляющая интеграционных процессов в рамках ЕАЭС является ключевой для формировании единого экономического пространства, поскольку от эффективности взаимодействия в сфере энергетики во многом зависит конкурентоспособность реального сектора экономики каждой из стран-участниц.

В настоящее время мы участвуем в масштабной работе по формированию в ЕАЭС общих рынков энергоресурсов – электроэнергии, газа, нефти и нефтепродуктов. Позиция Беларуси состоит в том, что при формировании общих рынков всем пяти странам, входящим в ЕАЭС, должна быть предоставлена равноконкурентная среда. Кроме того, белорусская сторона имеет свои интересы и предпочтения относительно каждого из рынков. Это касается и торговых сегментов, и сроков создания рынков.

В частности, общий электроэнергетический рынок для Беларуси, как и для других государств, импортирующих природный газ, интересен в тандеме с общим рынком газа, который начнет работать в 2025 году. Это довольно отдаленная перспектива, вместе с тем уже сейчас существует возможность установить торговые отношения в электроэнергетике посредством участия в процессе уполномоченных организаций стран Союза. Мы допускаем, что при экономической целесообразности государство может сразу создать открытые условия доступа на общий рынок электроэнергии для всех участников внутренних оптовых рынков. То есть рынок может развиваться в два этапа – до создания рынка газа и после его создания.

Необходимость поэтапного формирования общего рынка электроэнергии определена подписанным главами государств 29 мая текущего года Протоколом об общем электроэнергетическом рынке ЕАЭС, который имеет статус международного договора. Модель рынка, зафиксированная Протоколом, состоит из трех торговых сегментов, в их числе рынок на сутки вперед и свободные двусторонние договоры. Особенно важен для Беларуси сегмент «рынок на сутки вперед», поскольку с учетом развития национальной энергосистемы мы предполагаем участвовать на данном рынке, в том числе с позиций покупателя.

Что касается газовой сферы, то здесь планируется создать дополнительные механизмы диверсификации поставок газа в рамках Союза – биржевую торговлю и двусторонние договоры с независимыми поставщиками газа. На наш взгляд, это существенные шаги вперед.

В настоящее время государства – члены ЕАЭС осуществляют процедуры по ратификации международного договора об общем электроэнергетическом рынке Союза. Кроме того, 1 октября Высшим Евразийским экономическим советом принято распоряжение «О гармонизации законодательства государств – членов Евразийского экономического союза в сфере транспортировки и поставки газа между государствами-членами».

О вызовах для интеграции в сфере энергетики

Энергетический рынок – это прежде всего инфраструктурная основа экономики, имеющая множество особенностей и ограничений. Межгосударственную интеграцию в этой



сфере усложняет то, что страны – члены ЕАЭС очень отличаются друг от друга как по организационной структуре энергосистем, так и по подходам к управлению ими. В большинстве стран Союза энергетический сектор регулируется государством и в этой сфере отсутствуют рыночные отношения. И если Единая энергетическая система России уже 20 лет работает в рыночных условиях (в стране сформированы розничные рынки и сегмент оптового, ведутся биржевые торги электроэнергии, в том числе двусторонние и на сутки вперед), то в Беларуси рынка электроэнергии еще нет, его предстоит сформировать в ближайшей перспективе. Нам понадобится несколько лет для того, чтобы трансформировать Белорусскую энергосистему с учетом требований, выработанных в ЕАЭС.

Серьезным вызовом является наличие перекрестного субсидирования в той или иной форме во всех пяти странах – участниках ЕАЭС. С учетом глобализации экономических процессов в мире и активно развивающегося процесса построения общих энергетических рынков (ОЭР) к перекрестному субсидированию нельзя относиться как к частной проблеме государства. Этот пережиток создает неравные условия для конкуренции и искажает факторы взаимовыгодного сотрудничества.

На мой взгляд, регуляторы энергетики не должны оставаться один на один с этим вопросом. Пути его решения необходимо искать на макроэкономическом уровне. Только такой подход позволит постепенно ликвидировать имеющиеся дисбалансы в тарифной политике наших стран. От того, как будет решена эта проблема, во многом будет зависеть эффективность создаваемых энергорынков.

Еще одним вызовом является профицитность всех государств-участников в части производства электроэнергии. К примеру, в России около 165 % избыточных установленных мощностей. В Беларуси этот показатель находится на уровне 170 %. Этот фактор порождает протекционистские тенденции при разработке правил, регулирующих функционирование ОЭР Союза. Поступают предложения под внутренними потребностями государства в электроэнергии рассматривать все виды экспорта и импорта этой продукции, включая потребности третьих стран. Между тем высший приоритет в энергетической сфере должны иметь отношения именно между государствами – членами ЕАЭС.

Проблема протекционизма возникает и в газовой сфере, поскольку во всех странах Союза вопрос равных условий доступа к природному газу рассматривается в плоскости национальной безопасности. Поэтому при подготовке нормативных правовых актов, регламентирующих создание и функционирование общих рынков энергоресурсов ЕАЭС, необходимо найти баланс интересов национальных энергетических компаний и потребителей энергоресурсов. При этом важно учитывать разные масштабы газовых рынков стран-участниц, газовых компаний, а также разный опыт в организации торговли голубым топливом. К слову, опыт биржевой торговли природным газом есть только у России.

Основные технико-экономические показатели работы энергосистем государств – участников ЕАЭС в I квартале 2019 года

Показатель	Армения	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия
Производство электроэнергии, млн кВт·ч	1815	10 482	28 015	4856	299 341
Потребление электроэнергии, млн кВт·ч	1707	9972	28 040	4841	293 612
Экспорт/Импорт (–/+), млн кВт·ч	–108	–510	+25	–15	–5729
Установленная мощность электростанций, МВт	6294	10 072	22 040	3892	251 382
Абсолютный максимум нагрузки, МВт	1087	5768	14 600	2941	151 661

Конечно, невозможно быстро ответить на все эти вызовы и нивелировать существующие риски. Предстоит пройти большой путь к созданию равных условий хозяйствования для всех стран – участниц ЕАЭС. И именно эти условия должны стать основой общих рынков энергоресурсов.

О консолидирующей роли общих рынков энергоресурсов

Цель устойчивого развития в энергетике предполагает обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии. С точки зрения достижения этой цели формирование общих рынков энергоресурсов – назревшая необходимость. Решение данной задачи позволит повысить доступность товаров и услуг энергетического сектора для потребителей всех государств – членов ЕАЭС.

Что касается Беларуси, то мы можем констатировать, что 100 % населения республики обеспечено электроэнергией. Нам предстоит работать над тем, чтобы электроснабжение было устойчивым, а электроэнергия – максимально конкурентоспособной в части цены. При этом ее стоимость должна быть экономически обоснованной.

Формирование общих рынков энергоресурсов ЕАЭС – это живой поступательный процесс, предполагающий создание для всех участников Союза благоприятной безбарьерной среды и условий для повышения эффективности национальных рынков. Беларуси это позволит укрепить технологические связи с энергосистемами сопредельных стран и, при условии добросовестной конкуренции, повысить свою энергобезопасность и обеспечить снижение себестоимости генерации и тарифов на электроэнергию как для реального сектора экономики, так и для населения. Это те выгоды, значение которых понятно каждому. Только они способны убедить всех, что интеграция в энергетической сфере развивается в нужном направлении.

Безусловно, у каждой страны – участницы ЕАЭС с интеграцией в сфере энергетики связаны свои ожидания. Для Беларуси главное ожидание заключается в том, что общие энергорынки, наравне с единым таможенным пространством, свободным перемещением людей и капиталов, сыграют консолидирующую роль в условиях разнообразия экономических отношений между членами ЕАЭС.

Подготовила Ольга Гончар

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ

Для надежного управления энергосистемой требуется полная и точная информация о характеризующих ее текущее состояние параметрах электроэнергетических режимов. Эту задачу решают системы мониторинга переходных режимов. В статье рассматривается опыт применения данной технологии в Единой энергетической системе (ЕЭС) России и перспективы ее внедрения в ОЭС Беларуси.



А.З. ЧАЙКОВСКИЙ,
заместитель главного инженера
РУП «ОДУ»

Традиционно используемые при оперативно-диспетчерском управлении средства телемеханики в виде телесигналов и телеизмерений не позволяют обеспечить полную наблюдаемость энергосистемы – ввиду недостаточности объема и точности измерений. Регистраторы аварийных событий, обладающие достаточной точностью, решают более локальные задачи, связанные с определением параметров режима сети по факту возникновения аварийного события, и не предназначены для измерения электроэнергетических параметров с высокой точностью на постоянной основе.

В связи с этим одним из приоритетов развития энергосистем в мире является внедрение **систем мониторинга переходных режимов (СМПР)**, или WAMS (Wide Area Measurement System – система распределенных векторных измерений), направленное на повышение наблюдаемости протекающих электроэнергетических процессов. Данные системы мониторинга базируются на технологии синхронизированных векторных измерений параметров электроэнергетических режимов, или PMU-технологии (Phasor Measurement Units), предусматривающей непрерывное высокоточное измерение и вычисление параметров электромеханических переходных процессов в энергосистеме с высокой дискретностью и обеспечивающей их привязку к меткам единого времени с точностью не хуже 1 мкс.

Функции устройств СМПР

Специальными **устройствами синхронизированных векторных измерений (УСВИ)** измеряются:

1) *параметры электроэнергетических режимов:*

- синхронизированные векторы фазных напряжений (действующие значения основной гармоники фазных напряжений и их абсолютные углы);
- синхронизированные векторы фазных токов (действующие значения основной гармоники силы фазного тока и их абсолютные углы);
- частота тока каждой фазы и частота тока прямой последовательности;
- скорость изменения частоты;

2) *параметры систем возбуждения генераторов:*

- напряжение и ток возбуждения (напряжение и ток ротора) генератора;
- напряжение и ток возбуждения возбудителя.

Из УСВИ измеренные данные поступают в **концентраторы синхронизированных векторных данных (КСВД)** – программно-технические устройства, выполняющие прием, обработку, хранение и передачу результатов синхронизированных векторных измерений. На основании первичной информации КСВД обеспечивают вычисление следующих электроэнергетических параметров:

- значения активной, реактивной и полной мощности;
- синхронизированные векторы линейных напряжений (действующие значения основной гармоники линейных напряжений и их абсолютные углы);
- синхронизированные векторы напряжений прямой, обратной и нулевой последовательности (значения напряжений и их абсолютные углы);
- синхронизированные векторы токов прямой, обратной и нулевой последовательности (значения токов и их абсолютные углы).

Концентраторы устанавливаются как на самих объектах электроэнергетики – подстанциях, электростанциях (так называемые локальные КСВД), так и в диспетчерских центрах. Полученные в результате измерений и расчетов синхронизированные параметры электроэнергетических режимов поступают в КСВД диспетчерских центров от локальных КСВД либо от автономных УСВИ, если на объекте электроэнергетики не реализован КСВД. Обмен данными синхронизированных векторных измерений может осуществляться в режиме реального времени (онлайн) и по запросу (офлайн).

Опыт создания СМПР в ЕЭС России

Вопрос внедрения в энергосистемах стран СНГ и Балтии технологии синхронизированных векторных измерений и реализации СМПР обсуждался на 35-м заседании Комиссии по оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии (КОТК), которое состоялось в сентябре в Кыргызской Республике. Идеологами внедрения указанной технологии в области оперативно-диспетчерского управления в ЕЭС России выступили представители системного оператора АО «СО ЕЭС».

Справочно: КОТК – рабочий орган, сформированный Электроэнергетическим Советом СНГ. Основные задачи Комиссии состоят в согласовании принципов управления режимами совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии, организации разработки технических документов, анализе оперативно-технологического управления, координации программ подготовки оперативного персонала и др. В состав КОТК входят представители энергокомпаний стран СНГ и Балтии, осуществляющих эксплуатацию национальных электрических сетей и/или оперативно-диспетчерское управление энергосистемами.

Первые УСВИ на объектах электроэнергетики ЕЭС России были установлены в 2005 году. В настоящее время в стране реализована полномасштабная СМПР, построенная по иерархическому принципу. По состоянию на 2019 год система включает 780 УСВИ и 80 локальных КСВД на 120 объектах электроэнергетики, а также 10 региональных КСВД в диспетчерских центрах ОДУ/РДУ и главный КСВД в диспетчерском центре системного оператора АО «СО ЕЭС». В ближайшие два года планируется установка УСВИ и локальных КСВД еще на 30 объектах электроэнергетики и региональных КСВД в 10 диспетчерских центрах ОДУ/РДУ.

Внедрение технологии синхронизированных векторных измерений, ее развитие и практическое применение в ЕЭС России регулируется нормативно-технической базой в области СМПР. К регламентирующим документам относятся три стандарта АО «СО ЕЭС».

СТО 59012820.29.020.001-2019 «Релейная защита и автоматика. Система мониторинга переходных режимов. Нормы и требования» определяет особенности ввода в эксплуатацию устройств СМПР, программно-технических комплексов СМПР и содержит требования:

- к структуре СМПР;
- к установке УСВИ и КСВД и программно-технических комплексов СМПР на объектах электроэнергетики и в диспетчерских центрах;
- к функциональности КСВД и УСВИ и программно-техническим комплексам СМПР;
- к информационному взаимодействию в СМПР;
- к длительности хранения архивов данных синхронизированных векторных измерений на разных уровнях СМПР.

СТО 59012820.29.020.003-2018 «Релейная защита и автоматика. Концентраторы синхронизированных векторных данных. Нормы и требования» определяет основные функциональные требования к КСВД, а также требования:

- к составу рассчитываемых параметров;
- к взаимодействию КСВД при сборе архивных данных синхронизированных векторных измерений;
- к сертификации КСВД (включает методику сертификационных испытаний КСВД).

СТО 59012820.29.020.011-2016 «Релейная защита и автоматика. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования» регламентирует:

- вопросы функциональности УСВИ;
- состав измеряемых параметров;
- метрологическое обеспечение УСВИ и точность синхронизации времени;
- порядок сертификации УСВИ (включает методику сертификационных испытаний УСВИ).

На первом этапе внедрения технологии синхронизированных векторных измерений в ЕЭС России установка УСВИ и КСВД осуществлялась на подстанциях напряжением 500 кВ и выше и электростанциях с установленной мощностью не менее 500 МВт и, как правило, совмещалась со строительством или реконструкцией этих объектов. В настоящее время границы применения устройств СМПР значительно расширены. Теперь их установка предусмотрена:

- на энергообъектах, имеющих распределительные устройства напряжением 330 кВ и выше;
- на ТЭС, АЭС и ГЭС с установленной мощностью 500 МВт и выше;
- на энергообъектах, имеющих распределительные устройства 220 кВ, от которых отходят межгосударственные ВЛ 220 кВ или ВЛ 220 кВ в контролируемых сечениях;
- на других энергообъектах, если это технологически необходимо для выполнения мониторинга режимов работы и состояния генерирующего и сетевого оборудования, контроля и анализа параметров электроэнергетического режима.

Кроме того, КСВД должны устанавливаться в диспетчерских центрах ЦДУ и ОДУ и, по решению системного оператора, в отдельных диспетчерских центрах РДУ (рис. 1).

Помимо стандартов системного оператора, оснащение объектов энергетики оборудованием СМПР должно соответствовать «Требованиям к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики и принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики», утвержденным приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13 февраля 2019 года № 101.

За годы эксплуатации оборудования СМПР в ЕЭС России был наработан значительный опыт практического применения технологии синхронизированных векторных измерений в целях повышения наблюдаемости и управляемости энергосистемы. При этом задачи, решаемые с помощью СМПР, основываются как на непосредственном анализе полученных от устройств УСВИ и КСВД данных и разработке мероприятий по улучшению надежности работы энергосистемы, так и на оценке текущего состояния энергосистемы и принятии необходимых управляющих решений в режиме реального времени.

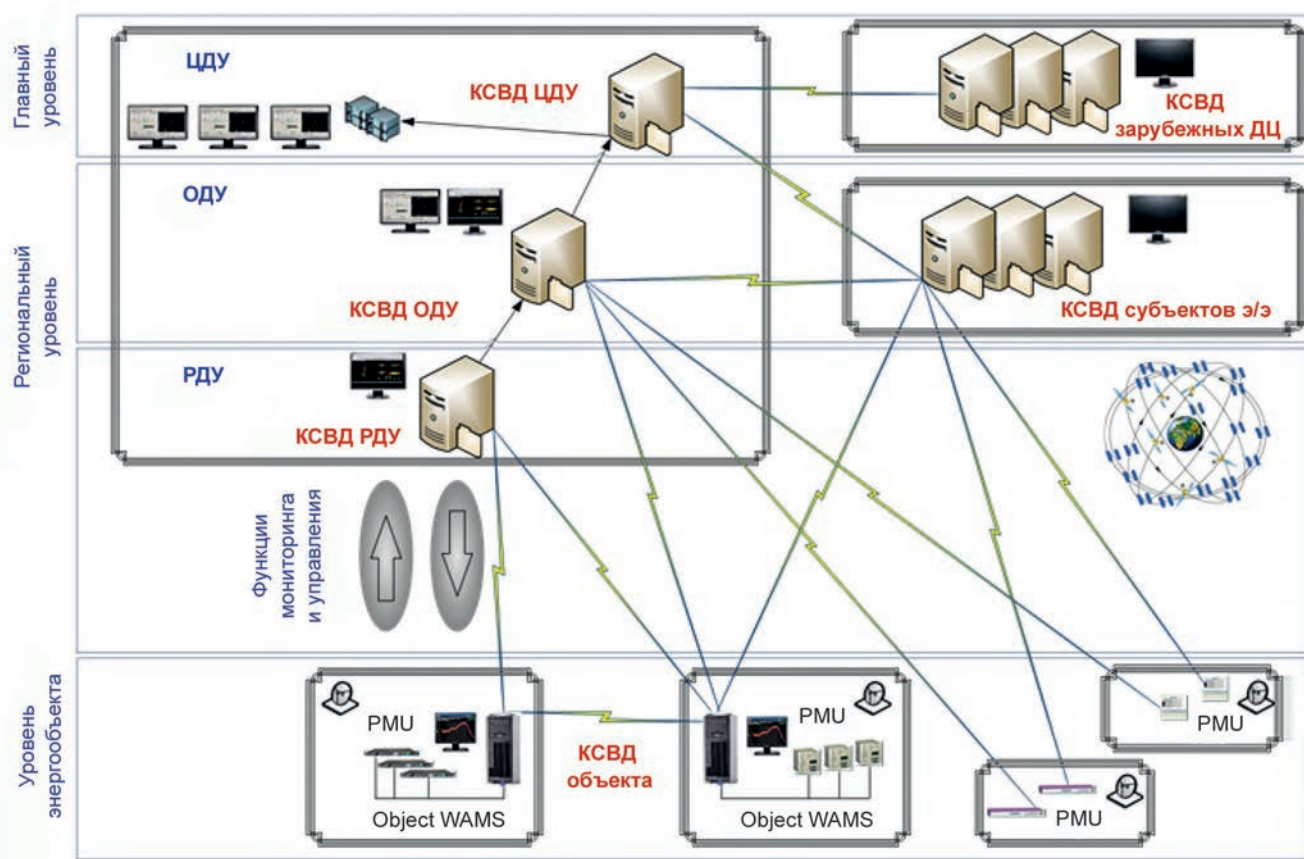


Рис. 1. Структура СМПП в ЕЭС России

С помощью СМПП в ЕЭС России успешно решаются следующие задачи:

- мониторинг электроэнергетических режимов работы сети и визуализация электромеханических переходных процессов;
- оценка состояния электроэнергетического режима для расчетных задач системы мониторинга запасов устойчивости и централизованной системы противоаварийной автоматики;
- верификация расчетных моделей оборудования и энергосистемы;
- мониторинг низкочастотных колебаний и выявление их источников;
- уточнение статических и динамических характеристик нагрузки;
- анализ корректности работы системных регуляторов генерирующего оборудования;
- послеаварийный анализ технологических возмущений в энергосистеме.

В качестве перспективных направлений использования возможностей СМПП рассматриваются: противоаварийное управление на основе данных от УСВИ и КСВД; мониторинг режимов работы и технического состояния генерирующего и сетевого оборудования; предупреждение персонала о приближении параметров работы оборудования к эксплуатационным пределам.

В ходе 35-го заседания КОТК с учетом синхронной работы энергосистем стран СНГ и Балтии в составе единого энергообъединения были подняты вопросы целесообразности организации обмена данными синхронизированных векторных измерений между объектами и диспетчерскими

центрами параллельно работающих энергосистем. Вместе с тем, принимая во внимание различную степень внедрения СМПП в энергосистемах стран СНГ и Балтии, было принято решение разработать пакет документов в области использования этой технологии, определяющих общие принципы и требования к СМПП для параллельно работающих энергосистем. Данные документы позволят регламентировать вопросы совместного использования синхронизированных векторных измерений, а также могут лечь в основу создания внутренних нормативно-технических документов энергосистем в области СМПП.

Перспективы внедрения СМПП в ОЭС Беларуси

В настоящее время в Белорусской энергосистеме нет нормативной базы, регламентирующей осуществление синхронизированных векторных измерений и оснащение объектов устройствами СМПП, отсутствуют также требования к самим устройствам, на базе которых реализуются СМПП.

Первым объектом, на котором планируется установка устройств СМПП, является Белорусская АЭС. К основным задачам создания программно-технического комплекса СМПП на АЭС относятся следующие:

- сбор и обработка синхронизированных по времени данных с устанавливаемых УСВИ;
- хранение архивных данных измеренных и рассчитанных величин;

- передача в режиме офлайн (по запросу) измеренных и рассчитанных величин на уровень системного оператора (ввиду отсутствия в настоящее время КСВД на уровне системного оператора на текущем этапе передача данных в режиме онлайн не предусмотрена).

В соответствии с проектными решениями в состав присоединений, контролируемых УСВИ, входят все семь ВЛ 330 кВ, отходящих от распределительного устройства КРУЭ 330 кВ БелАЭС, и генераторы станции. Использование устройств СМПР позволит выполнять мониторинг и анализ переходных режимов в регионе АЭС и отслеживать реакцию генераторов станции на возникающие аварийные события.

В дальнейшем оснащение объектов энергетики устройствами СМПР целесообразно выполнять в рамках проведения реконструкций энергообъектов либо модернизации их устройств РЗА и ПА. При этом, учитывая опыт реализации СМПР в ЕЭС России, а также высокую развитость в Беларуси системообразующей сети 330 кВ, желательно устанавливать УСВИ и КСВД на крупных электростанциях энергосистемы, узловых подстанциях 330–750 кВ и подстанциях с межгосударственными линиями электропе-

редачи 330–750 кВ. При этом можно отказаться от реализации КСВД на подстанциях с малым количеством присоединений, установив на контролируемых присоединениях только УСВИ (рис. 2).

При внедрении устройств СМПР следует учитывать планы по выходу из параллельной работы энергосистем стран Балтии и Украины. В этом случае установка УСВИ на межгосударственных ВЛ имеет смысл при наличии планов дальнейшего использования ВЛ в составе несинхронных соединений (организация вставок постоянного тока).

По мере оснащения объектов энергетики устройствами СМПР потребуется реализация главного КСВД с установкой соответствующего программного обеспечения на уровне системного оператора Белорусской энергосистемы.

Разработка необходимой нормативной документации в области СМПР, а также стратегия внедрения технологии синхронизированных векторных измерений в Белорусской энергосистеме могут быть основаны на широком опыте зарубежных энергосистем, а также на требованиях технологических документов КОТК по СМПР, разработка которых начнется в ближайшее время.

Рис. 2. Возможный вариант размещения устройств СМПР на объектах 330–750 кВ ОЭС Беларуси



ДИНАМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРУЗКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Оптимизация электроэнергетических процессов с целью повышения экономических характеристик энергосистемы требует пристального внимания к вопросам распределения электроэнергии (ЭЭ), в том числе к проблеме сглаживания пиковых нагрузок, решение которой является одной из приоритетных задач энергетической политики каждого государства. С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС вопросы эффективного распределения ее мощности приобретут особую актуальность. В статье предлагается метод динамического управления нагрузкой посредством мобильного программного обеспечения (ПО) и стимулирования развития электротранспорта.



М.И. ФУРСАНОВ,
д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
«Электрические системы» БНТУ

Научно-технический прогресс диктует необходимость интенсивного развития всех отраслей экономики, особенно энергетике, промышленности и сферы ИТ. Разработка и внедрение качественно новых проектов и технологий позволит своевременно решать задачи любой сложности, формировать прогрессивные тенденции в наукоемких отраслях и в значительной степени положительно воздействовать на внешнеэкономическую деятельность государства [1, 6, 7].

Среди наиболее значимых тенденций современности – развитие электротранспорта и мобильных платформ. Эти секторы экономики активно используются для эффективного менеджмента распределения энергоресурсов и улучшения экологического фона в таких странах, как Нидерланды, Китай, США, Канада и Италия [2].

Развитие электротранспорта как фактор роста потребления электроэнергии

Эксперты в сфере транспорта и автомобилестроения утверждают, что уже к 2020 году в мире на дорогах общего пользования будет насчитываться более 19 млн электромобилей, которые станут важной составляющей будущих систем распределения ЭЭ [2, 3]. Однако при существующем уровне развития промышленности и технологий массовое при-

менение электрокаров создаст больше проблем, чем решит. Например, если США полностью откажутся от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) в пользу электрической тяги, то генерируемой в стране мощности не хватит для зарядки всех автомобилей – в период ночного провала нагрузки энергосистемы можно будет зарядить около 80 % транспортных средств. При этом надо учитывать, что стандартная зарядка электрокаров занимает до 8 ч.

Тем не менее стремительному увеличению количества электромобилей способствует государственная поддержка этого сектора во многих странах, где стоит задача улучшения экологического климата в мегаполисах. При этом ведутся поиски вариантов энергоснабжения, которые позволят реализовать полный переход населения к использованию «зеленого» транспорта [4].

Дальнейшему росту продаж электромобилей будет также способствовать снижение их стоимости за счет уменьшения себестоимости аккумуляторных батарей. В настоящее время у большинства производителей электрокаров стоимость батареи составляет примерно 40 % стоимости автомобиля. Развитие массового производства батарей позволит сделать электротранспорт более доступным. Так, аналитическое агентство Bloomberg прогнозирует снижение стоимости аккумуляторов с текущей ≈200 у.е. за 1 кВт·ч емкости до 70 у.е. за 1 кВт·ч к 2030 году.



П.А. САЗОНОВ,
магистрант БНТУ,
инженер по наладке и испытаниям
ОАО «Белэлектромонтажналадка»

Растущее с каждым годом количество пользователей смарт-устройств позволяет строить все более смелые концепции применения мобильного софта не только в личных целях пользователей, но и для решения более глобальных проблем. Например, благодаря развитию нейросетей и мобильных приложений компания Tesla планирует уже к 2020 году запустить в эксплуатацию около миллиона беспилотных такси и прогнозирует взрывной рост числа электромобилей в мире. Необходимость их зарядки в значительной

степени повысит потребность в ЭЭ и изменит режим работы энергосистем многих государств [2–4].

Модель интеллектуальной электрической сети

Возрастающий спрос на ЭЭ требует увеличения генерирующих мощностей и масштабной модернизации энергетической инфраструктуры. Это позволит обеспечить надежное, эффективное и экономически выгодное электроснабжение потребителей. Естественным ответом на рост спроса является систематическая оптимизация мощностей энергосистемы за счет перехода к Smart Grid – интеллектуальным электросетям. Использование этой технологии означает, что поток ЭЭ в сети не является однонаправленным и генерируемая энергосистемой в различные временные интервалы мощность при должной мотивации может корректироваться потребителями ЭЭ.

Система Smart Grid должна базироваться на перспективных общемировых тенденциях в области оптимизации качества жизни, к которым следует отнести прежде всего развитие мобильных технологий и компьютерной техники, а также электротранспорта.

Предлагаем рассмотреть авторскую модель интеллектуальной электрической сети с соответствующим ПО. Модель построена на примере конкретной группы потребителей ЭЭ (владельцы электротранспорта) и алгоритма, реализованного в цифровом виде и позволяющего прогнозировать и распределять потребление энергии по времени.

Модель интеллектуальной электрической сети построена на платформе

мобильного приложения «бэкенд/фронтенд» для энергосистемы с возможностью мониторинга использования полезной мощности на стороне потребителя. Благодаря инновационным технологиям Smart Grid эта модель в совокупности с функционалом приложения по эксплуатации и зарядке электротранспорта может открыть принципиально новые возможности регулирования графика нагрузки и распределения ЭЭ в целом. Реализация разработки потребует создания полноценной инфраструктуры обслуживания электротранспорта (зарядка, ремонт, сопутствующий сервис), удовлетворяющей требованиям энергосистемы и лиц, задействованных в эксплуатации электрических транспортных средств (ЭТС). Водители должны быть уверены, что они смогут зарядить свой автомобиль везде, а оплата за ЭЭ должна быть нормированной на всех зарядных станциях (ЗС) в регионе. Это возможно при отрегулированном взаимодействии между субъектами, занимающимися потреблением и распределением энергии. Инфраструктура должна быть выстроена так, чтобы владельцы электротранспорта, с одной стороны, и владельцы ЗС, с другой, могли вести диалог с поставщиками ЭЭ и имели определенные преимущества перед традиционными заправочными станциями и автомобилями, оснащенными ДВС.

Возможности мобильного приложения

Самый простой и экономически эффективный способ коммуникации в настоящее время – это взаимодействие посредством мобильного приложения. Мобильные тех-

нологии изменили мир и по-прежнему продолжают активно развиваться. Аналитическая компания App Annie прогнозирует рост количества активных пользователей мобильных устройств к 2024 году до 6,3 млрд человек [1].

Успешная коммуникация между потребителем и продавцом услуг – залог построения эффективной бизнес-модели, способной удовлетворить требования всех сторон [5] – в данном случае владельцев электрокаров и ЗС. Эта бизнес-модель должна также отвечать интересам энергосистемы в части распределения ЭЭ. Для оптимизации такого взаимодействия предлагается применять часть функционала, поддерживаемого разработанным мобильным приложением. В частности, это создание отчетов с последующим автоматическим анализом данных, позволяющее сформулировать наиболее эффективное коммерческое предложение на рынке ЗС.

Обзорный отчет включает в себя следующие данные:

- количество перезарядок ЭТС на выбранной ЗС (группе ЗС) – повышает эффективность менеджмента в области зарядной инфраструктуры и позволяет производить мониторинг спроса на услугу в конкретном регионе;
- количество перезарядок с указанием марки и модели ЭТС, а также статистика применения конкретного типа зарядного устройства, разъема – открывает возможность изучения парка электротранспорта, а следовательно, потребностей автовладельцев;
- статистика использования ЗС, дифференцированная по финансовым моделям (подписка, предоплата, оплата по факту, роуминг), – упрощает работу и определяет вектор развития финансового сектора инфраструктуры для электромобилей;
- количество пройденных километров и расчет сокращения выбросов CO_2 – позволяет контролировать уровень снижения выбросов диоксида углерода в атмосферу;
- продолжительность зарядки электротранспорта в зависимости от типа транспортного средства, ЗС и коннектора питания – дает информацию, важную для развития сопутствующего придорожного сервиса;
- потребление мощности за временные интервалы (средняя потребленная мощность, потре-



Рис. 1. Структурная схема системы динамического регулирования нагрузки (ДРН)



Рис. 2. Визуализация системы динамического регулирования нагрузки

бление за день, час, минуту и т.д.) – позволяет производить перерасчет стоимости энергии в определенные часы и с ростом числа электромобилей осуществлять динамическое регулирование нагрузки в энергосистеме.

Динамическое регулирование электрической нагрузки

На наш взгляд, динамическое регулирование электрической нагрузки (ДРН) – это будущее, к которому придет мировая энергетика при существующем векторе развития альтернативных источников энергии и ускоряющейся урбанизации. На данный момент нами разработан концепт ДРН, включающий ПО в вариантах «бэкенд» (программно-аппаратная часть сервиса) и «фронтенд» (клиентская сторона пользовательского интерфейса) и схематично представленный на рисунке 1.

Бэкенд позволяет производить операции по мониторингу и управлению системой ДРН путем ограничения либо увеличения мощности, предоставляемой субабонентам в строго заданные временные промежутки. Как дополнительная возможность представлена функция учета мощности, которую субабонент в перспективе сможет выдать в сеть.

Фронтенд дает возможность потребителям воздействовать на выравнивание

графика нагрузки энергосистемы, делая выбор между потреблением более дорогой электроэнергии в период пика нагрузки или более дешевой в период провала мощности в энергосистеме с помощью информации приложения.

В августе 2019 года были проведены тесты работы алгоритма ПО, выполняющего функции ДРН, с участием двух десятков ЗС, сервера с бэкенд-ПО и смартфона с фронтенд-ПО. Тестирование показало, что алгоритмы позволяют всем ЗС участвовать в регулировании суточного/годового графика нагрузки энергосистемы. Система ДРН выстраивает оптимальную динамическую связь между каждой отдельной ЗС и энергосистемой посредством сети Интернет, что дает возможность регулировать максимальную выходную мощность всей системы ЗС в режиме реального времени (рис. 2).

Это гарантирует, что назначенный энергосистемой порог мощности не будет превышен – независимо от количества транспортных средств, заряжающихся одновременно. К примеру, в зависимости от текущей электрической нагрузки энергосистемы, последняя может выделить от X (15) до Y (35) кВт мощности для работы сети ЗС. В свою очередь, сеть ЗС может в ночной провал нагрузки энергосистемы потребить суммарно до 35 кВт мощности, а в пик – до 15 кВт. Тесты показывают, что в перспективе подобную систему можно применить

в любой из сфер жизнедеятельности, для которых необходима электрическая энергия.

Заключение

Система динамического регулирования нагрузки открывает широкие возможности для практического корректирования графика нагрузки любой крупной энергосистемы. Предложен испытанный на практике метод реализации модели интеллектуальной электрической сети, где в качестве платформы выступает бэкенд- и фронтенд-ПО, позволяющее в реальном времени автоматически регулировать график нагрузки энергосистемы с участием владельцев электротранспорта и зарядных станций. Следует заметить, что экономический эффект от внедрения подобной системы прямо пропорционален

количеству активных пользователей мобильного приложения, являющегося важнейшей частью программного комплекса и выполняющего часть функций по сбору и анализу данных.

Список литературы

1. App Annie – единая платформа для аналитики и получения данных о состоянии рынка мобильных приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://appannie.com/>. – Дата доступа: 07.09.2019.
2. Tesla – компания, производитель электромобилей и решений для хранения электрической энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tesla.com/>. – Дата доступа: 11.09.2019.
3. Volkswagen AG – автомобильный концерн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.volkswagenag.com/>. – Дата доступа: 11.09.2019.
4. Enel – международная компания, занимающаяся производством и распределением электроэнергии и газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://https://www.enel.com/>. – Дата доступа: 15.09.2019.
5. Хабр – ресурс для IT-специалистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/>. – Дата доступа: 17.08.2019.
6. ExxonMobil – международная нефтегазовая компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ExxonMobil.com/>. – Дата доступа: 04.09.2019.
7. China Shenhua Energy – международная нефтегазовая компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.csec.com/>. – Дата доступа: 05.09.2019.

Гродненской энергосистеме

60 ЛЕТ

В ноябре 2019 года Гродненская энергосистема отметила свой 60-летний юбилей. За шесть десятилетий энергетиками Гродненщины пройден сложный, насыщенный событиями и отмеченный славными делами трудовой путь.

Со дня своего создания предприятие взяло курс на внедрение новейших достижений во всех сферах деятельности энергосистемы. Эта добрая традиция продолжается и в наши дни. Коллективом РУП «Гродноэнерго» реализованы масштабные проекты, имеющие республиканское значение, и создан надежный задел на будущее. Гродненская энергосистема находится в постоянном развитии, что позволяет своевременно обеспечивать энергией новые производства, объекты социальной сферы и жилые дома.

В настоящее время РУП «Гродноэнерго» – одно из крупнейших производственных предприятий Гродненской области, единый динамично развивающийся технологический комплекс по производству, передаче и распределению энергии. На балансе энергосистемы находятся теплоэлектроцентрали суммарной установленной электрической мощностью 365 МВт, гидроэлектростанции (19 МВт), ветроэлектрическая станция (9 МВт), более 38 тыс. км основных и распределительных электрических сетей напряжением 0,4–330 кВ и около 800 км тепловых сетей.

Достигнутые результаты стали возможны благодаря напряженному, самоотверженному труду нескольких поколений энергетиков Принеманского края. В энергосистеме работают люди, стремящиеся к постоянному повышению своей квалификации и совершенствованию профессиональных знаний, хорошо понимающие, что от результатов их работы во многом зависит успешное развитие народного хозяйства и благополучие жителей Гродненской области.

Профессиональные качества работников РУП «Гродноэнерго», их творческий потенциал и согласованная работа всего коллектива позволяют воплощать в жизнь самые смелые планы, решать сложные и масштабные задачи, стоящие перед предприятием.





АНАЛИЗ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЭНЕРГООБЪЕКТАХ

Значимую роль в обеспечении бесперебойного и качественного электроснабжения потребителей играют воздушные линии электропередачи (ВЛ). Между тем они относятся к наиболее повреждаемым элементам электросетевого хозяйства. Ввиду открытого расположения ВЛ уязвимы в первую очередь для природных воздействий, таких как падение деревьев на провода или удар молнии, что чревато перерывами в электроснабжении. Поэтому актуальной остается задача оснащения электросетей Белорусской энергосистемы современными средствами определения мест повреждений (ОМП).



М.А. ШЕВАЛДИН,
м.т.н., начальник отдела эксплуатации релейной защиты и автоматики электрооборудования и электрических сетей ГПО «Белэнерго»

Одним из основных видов повреждений на ВЛ являются короткие замыкания (КЗ). Статистика свидетельствует, что 65 % от общего числа повреждений составляют однофазные КЗ, 20 % – двухфазные с замыканием на землю (включая двойные), 10 % – двухфазные без замыкания на землю, 5 % – трехфазные [1]. Результатом повреждений могут становиться длительные перебои в электроснабжении потребителей и значительные материальные убытки.

Оперативный поиск мест повреждений невозможен без специальных технических средств, особенно принимая во внимание значительную протяженность ВЛ в Республике Беларусь (см. таблицу 1).

Одним из важных факторов повышения надежности электроснабжения потребителей, экономичности эксплуатации и безопасности обслуживания электрических сетей (особенно в сетях номинальным напряжением 110–750 кВ) является использование устройств с функцией определения мест повреждений (ОМП).

Таблица 1. Средняя протяженность ВЛ в Республике Беларусь

ВЛ 35 кВ	ВЛ 110 кВ	ВЛ 220 кВ	ВЛ 330 кВ	ВЛ 750 кВ
13,57 км	17,52 км	81,36 км	88,84 км	421 км



А.А. КАМЕНДРОВСКИЙ,
м.т.н., инженер 2 кат. отдела эксплуатации релейной защиты и автоматики электрооборудования и электрических сетей ГПО «Белэнерго»

Средства ОМП и их возможности

Средства ОМП ВЛ представляют собой современные технологические устройства, позволяющие оперативно выявлять аварийные участки ВЛ с целью последующего ремонта. Поскольку характер повреждений ВЛ может быть разным, различаются и принципы действия средств ОМП. Наибольшее распространение получили фиксирующие индикаторы, которые существенно сокращают время поиска мест повреждений ВЛ и в ряде случаев позволяют предотвратить аварийные отключения линий за счет своевременного определения мест неустойчивых КЗ.

В настоящее время для определения расстояния до места повреждения в основном используются микропроцессорные фиксирующие приборы (МФП) одностороннего замера, преимуществом которых является высокая скорость получения данных и удобство считывания сведений оперативным персоналом. Однако при использовании одностороннего замера на ВЛ с двусторонним питанием неизбежно возникает проблема недостатка информации, например, о текущих параметрах питающих систем, примыкающих к указанной ВЛ, что может привести к значительным методическим погрешностям.

Таблица 2. Оснащенность ВЛ средствами ОМП по классам напряжения за 2017 (2018) год

РУП-облэнерго	ВЛ 6–10 кВ		ВЛ 35 кВ		ВЛ 110 кВ	
	Кол-во ВЛ	Кол-во ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП	Кол-во ВЛ	Кол-во ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП	Кол-во ВЛ	Кол-во ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП
РУП «Брестэнерго»	934 (945)	10 (43)	86 (81)	4 (5)	109 (116)	109 (110)
РУП «Витебскэнерго»	1312 (1326)	571 (602)	130 (130)	56 (67)	124 (124)	121 (124)
РУП «Гомельэнерго»	1642 (1645)	274 (759)	218 (218)	39 (96)	233 (233)	233 (233)
РУП «Гродноэнерго»	1310 (1317)	0 (234)	113 (135)	46 (51)	111 (124)	90 (96)
РУП «Минскэнерго»	2027 (2061)	510 (555)	203 (194)	66 (79)	240 (250)	167 (202)
РУП «Могилевэнерго»	1062 (1063)	69 (76)	114 (114)	60 (89)	142 (141)	105 (137)
ГПО «Белэнерго»	8287 (8357)	1434 (2269)	864 (872)	271 (387)	959 (988)	825 (902)

Точное определение места повреждения для осмотра и ремонта позволяет:

- оперативно восстановить работу поврежденной ВЛ;
- предотвратить устойчивое повреждение, аварийный процесс при дальнейшей эксплуатации ВЛ;
- провести анализ правильности работы устройств релейной защиты и автоматики (РЗА);
- своевременно выполнить профилактические работы на ВЛ и устройствах РЗА, в том числе за счет выявления «слабых мест».

Согласно сведениям производителей, процент погрешности достоверного ОМП при одно- и двухфазных КЗ в абсолютных величинах доходит до 6 %, что во многом обусловлено аппаратной погрешностью комплекса регистраторов, зависящей от амплитуд сигналов, поступающих на вход регистратора во время повреждения на ВЛ. Для снижения погрешности ОМП необходимо, чтобы значения амплитуд сигналов превышали величину аппаратной погрешности регистратора.

Алгоритм расчета ОМП чаще всего жестко задан производителем и не может быть изменен в процессе наладки или эксплуатации.

При сложных КЗ, например, при переходе двухфазного КЗ в двухфазное КЗ на землю с большим переходным сопротивлением, когда результат ОМП автоматически не определяется, необходимо использовать программные комплексы для просмотра и анализа аварийных осциллограмм. Сделать это могут только высококлассные специалисты, владеющие технологией работы с МФП. Следовательно, необходимо обучать оперативный персонал, на который возложены обязанности снимать показания фиксирующих приборов, вносить в оперативный журнал даты, время работы и показания каждого прибора в отдельности с указанием причины срабатывания. Оперативный персонал должен определить состояние приборов (регистраторов), снять необходимые показания, проверить правильность их снятия, сообщить диспетчеру информацию, необходимую для определения места повреждения отключившейся ВЛ, привести приборы в состояние готовности к дальнейшей работе и квитировать все сигналы.

Использование средств ОМП на объектах Белорусской энергосистемы

В таблицах 2 и 3 представлены данные о количестве устройств ОМП на объектах Белорусской энергосистемы. Как видно из таблицы 2, на протяжении 2018 года увеличилось как общее

Таблица 3. Информация об общем количестве ВЛ, оснащенных средствами ОМП, в 2017 (2018) году

РУП-облэнерго	ВЛ 6–110 кВ		
	Общее кол-во ВЛ	Кол-во ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП	Доля ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП, %
РУП «Брестэнерго»	1129 (1142)	123 (158)	10,9 (13,8)
РУП «Витебскэнерго»	1566 (1580)	748 (793)	47,8 (50,2)
РУП «Гомельэнерго»	2093 (2096)	546 (1088)	26,1 (51,9)
РУП «Гродноэнерго»	1534 (1576)	136 (381)	8,7 (24,2)
РУП «Минскэнерго»	2470 (2505)	743 (836)	30,0 (33,4)
РУП «Могилевэнерго»	1318 (1318)	234 (302)	17,8 (22,9)
ГПО «Белэнерго»	10110 (10217)	2530 (3558)	25,0 (34,8)

количество ВЛ (более чем на 100), так и количество ВЛ, охваченных цифровыми средствами ОМП (более чем на 1000).

Общее число ВЛ 6–110 кВ, которые эксплуатировались организациями ГПО «Белэнерго» в 2018 году, составило 10 217, при этом цифровыми средствами ОМП охвачено всего 34,8 % линий. Самый высокий процент охвата – в РУП «Гомельэнерго» (51,9 %), самый низкий – в РУП «Брестэнерго» (13,8%).

Статистика свидетельствует, что процент линий, оснащенных средствами ОМП, и количество эксплуатируемых ВЛ увеличиваются во всех филиалах РУП-облэнерго. На данный момент все вновь вводимые линии в полной мере оборудуются средствами ОМП, остальные оснащаются ими в ходе модернизации или ремонта.

Во всех РУП-облэнерго большую часть (более 70 %) линий электропередачи составляют ВЛ 6–10 кВ (см. таблицу 3). Существующие методы и технические средства ОМП, применяемые в настоящее время в сетях этого класса напряжения, не всегда обеспечивают селективность и требуемую точность ОМП. Это в первую очередь касается ВЛ с большим количеством ответвлений.

Совершенствование существующих и разработка новых методов и технических средств ОМП в распределительных сетях 6–10 кВ является актуальной задачей, так как эти ВЛ

имеют сложную разветвленную структуру и наиболее часто подвержены повреждениям. Обеспечение точности работы средств ОМП с помощью дистанционного метода позволит существенно сократить время нахождения ВЛ в ремонте после аварийного отключения.

Анализ работы средств ОМП ВЛ 110–330 кВ

Согласно статистическим данным (см. таблицу 4), наибольшее количество пусков средств ОМП за 2017–2018 годы было зафиксировано на ВЛ 110 кВ и выше РУП «Минскэнерго». При этом было установлено 89,7 % мест повреждений. В то же время весьма велико было и количество срабатываний, не удовлетворяющих требуемой погрешности, – их доля в общем числе составила 20,9 %. Самую большую погрешность продемонстрировали средства ОМП РУП «Витебскэнерго»: она составила 44,4 %. Большие погрешности фиксируются при работе устройств серии ПУМА 1100 производства ЗАО «АСАТ» (г. Могилев, Республика Беларусь) и РАС «ПАРМА» производства ООО «ПАРМА» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация).

На ВЛ 110 кВ и выше РУП «Гродноэнерго» за 2017–2018 годы зафиксировано 75 пусков средств ОМП, при этом 4 % срабатываний не позволили установить места повреждений. Отмечаем, что на ВЛ этих классов напряжения в РУП «Гродноэнерго» установлены регистраторы только одного типа – РАС «Регина» производства компании МЧП «Анигер» (г. Киев, Украина) с функцией ОМП. Погрешность работы указанных устройств находится в допустимых пределах, в том числе отвечает требованиям п. 8.3 СТП 09110.20.816-09 «Типовая инструкция по определению места повреждения воздушных линий электропередачи напряжения 110 кВ и выше с помощью средств определения мест повреждения».

Для обеспечения достоверной работы в регистраторы вводятся следующие параметры:

- количество участков ВЛ и длина каждого участка;
- сопротивление участка (R_1 , X_1 , R_0 , X_0);
- наличие отпаяк на ВЛ (R_1 , X_1 , R_0 , X_0);
- сопротивление R , X взаимной индукции в случае прохождения ВЛ в одном «коридоре» с другой ВЛ.

В некоторых случаях дополнительно требуется вводить значения мощности и эквивалентных сопротивлений прямой и нулевой последовательности питающих систем по концам ВЛ.

Повысить точность работы средств ОМП этого типа можно за счет уточнения перечисленных выше параметров ВЛ, а также

за счет своевременного обновления программного обеспечения функций расчета средств ОМП.

Необходимо отметить, что в последние годы в электросетях РУП «Гродноэнерго» расхождение показаний средств ОМП, установленных на разных концах одной ВЛ, и разных типов устройств с данной функцией, размещенных с одной стороны линии, во всех случаях, независимо от длины ВЛ, не превышало 5 %. Это в три раза ниже предельных нормативных показателей, установленных СТП 09110.20.816-09.

Средства ОМП с односторонним замером параметров ВЛ

В большинстве случаев на объектах ГПО «Белэнерго» применяются средства ОМП с организацией односторонних замеров. При этом не требуется осуществлять постоянные измерения параметров аварийного режима с передачей полученной информации по каналам связи. При организации таких каналов односторонний замер необходим для предварительного или резервного ОМП.

В большинстве эксплуатируемых устройств ОМП реализованы алгоритмы, разработанные в начале 1980-х годов и имеющие существенную методическую погрешность и низкую работоспособность (до 20 % срабатываний не соответствует допустимой погрешности). Математическое и алгоритмическое обеспечение МФП Белорусской энергосистемы остается практически неизменным, несмотря на развитие микропроцессорной техники и совершенствование аппаратной базы устройств ОМП.

Между тем использование новых разработок позволило бы перейти от расчета расстояния до места повреждения по набору простых формул, построенных на основе упрощенных математических моделей ЛЭП, к методам, оперирующим априорной информацией, анализирующим конфигурацию ВЛ, способным учитывать более сложные модели ВЛ и влияние различных факторов, искажающих замеры.

Средства ОМП с двухсторонним замером параметров ВЛ

Снизить процент погрешности средств ОМП можно, например, путем внедрения при строительстве или реконструкции системных ВЛ новых устройств, работающих по принципу двух-

Таблица 4. Показатели работы средств ОМП на ВЛ 110–330 кВ Белорусской энергосистемы в 2017–2018 годах

РУП-облэнерго	Общее кол-во пусков ОМП	Кол-во мест повреждений, установленных с помощью функции ОМП	Кол-во мест повреждений, не установленных с помощью функции ОМП	Кол-во срабатываний функции ОМП, не удовлетворяющих требуемой погрешности
РУП «Брестэнерго»	89	51 (57,3 %)	38 (42,7 %)	13 (22,6 %)
РУП «Витебскэнерго»	108	96 (88,9 %)	12 (11,1 %)	48 (44,4 %)
РУП «Гомельэнерго»	98	66 (67,3 %)	32 (32,7 %)	25 (37,9 %)
РУП «Гродноэнерго»	75	72 (96,0 %)	3 (4,0 %)	0 (0 %)
РУП «Минскэнерго»	213	191 (89,7 %)	22 (10,3 %)	40 (20,9 %)
РУП «Могилевэнерго»	117	114 (97,4 %)	3 (2,6 %)	8 (7 %)
ГПО «Белэнерго»	700	590 (84,29 %)	110 (15,71 %)	134 (19,14 %)

стороннего замера и связанных между собой каналом связи. Двухсторонний метод ОМП более точен по сравнению с одно-сторонним, но требует синхронизации и передачи данных о параметрах режима линии с двух ее концов. Надежность и точность такого метода зависят от качества работы самих средств измерения и синхронизации, установленных по концам ВЛ.

Первоначально для ОМП в сетях с двусторонним питанием использовались преимущественно приборы, фиксирующие параметры аварийного режима на обоих концах линии независимо друг от друга для производства последующих вычислений. Необходимость сбора информации с двух концов линии являлась существенным недостатком этих способов ОМП.

В последнее время для сбора информации и синхронизации используются современные средства телекоммуникаций: современные каналы, глобальная сеть и спутниковые системы GPS. Предлагаются и реализуются различные варианты автоматизированных систем централизованного ОМП на базе комплекса существующих регистраторов аварийных процессов и фиксирующих приборов. Применение устройств синхронных векторных измерений для ОМП с двухсторонним замером по-

зволяет существенно повысить точность, обеспечивает внедрение более сложных интеллектуальных алгоритмов, в том числе на ВЛ с ответвлениями [2].

Работа устройств ОМП импедансного типа (односторонний и двухсторонний методы) основывается на расчете величин, полученных при измерении тока и напряжения во время повреждения линии. Расчет учитывает следующие факторы:

- переходные составляющие тока;
- искажение тока, вызванное насыщением сердечника в трансформаторах тока;
- ток предварительного заряда в линии, возникающий непосредственно перед КЗ;
- переходное сопротивление в месте КЗ;
- емкость линии относительно земли;
- взаимная индукция кабелей;
- неточность данных, касающихся полного сопротивления линии (в частности, неточное определение нулевого сопротивления линии из-за изменения сопротивления земли вдоль нее);
- прохождение тока в точке соединения линии с ответвлениями в разветвленных системах.

Таблица 5. Количественный и качественный анализ регистраторов и средств ОМП, установленных на объектах ГПО «Белэнерго»

Производители и типы регистраторов с функцией ОМП и отдельно стоящих устройств ОМП	ГПО «Белэнерго»						
	РУП «Брестэнерго»	РУП «Витебскэнерго»	РУП «Гомельэнерго»	РУП «Гродноэнерго»	РУП «Минскэнерго»	РУП «Могилевэнерго»	ГПО «Белэнерго»
ООО «ПАРМА»	16	187	45	26	220	193	587
МЧП «Анигер»	20	96	240	104	56	0	516
ЗАО «РАДИУС Автоматика»	16	15	94	30	37	114	406
Завод «Энергоавтоматика»	22	20	0	0	0	0	42
ЗАО «АСАТ» (ПУМА)	3	201	173	48	59	141	625
ООО НПП «ЭКРА»	0	47	0	0	13	0	60
ИТМО им. А.В. Лыкова (УИП)	0	7	130	20	34	45	236
НПП «Бреслер»	0	7	0	0	14	14	35
ЛИФП	87	81	159	57	97	2	481
ФИП, ФИС	68	70	117	68	65	48	436
ФМК	2	0	0	0	6	0	8
НПФ «Прософт-Е»	1	33	0	19	20	0	73
Осциллограф Н-13	0	0	0	0	0	9	9
РАС-ИТМ	0	0	0	0	43	0	43
ОАО «Белэнергоремналадка»	0	0	107	9	123	16	255
WFBL (Китай)	2	13	23	0	44	0	82
Другие	21	16	0	0	5	22	64
Всего:	258	793	1088	381	836	602	3958

Волновой и другие инновационные методы ОМП

Устройства ОМП волнового типа измеряют не ток и напряжение, а время (за счет анализа пришедшей электромагнитной волны, возникающей в результате повреждения). Таким образом, на их погрешность не влияют перечисленные выше факторы. Однако эти устройства также имеют свои ограничения:

- малые углы повреждений (погрешность работы ОМП возрастает, если повреждение происходит в момент, когда величина мгновенного напряжения близка к нулю);
- увеличение погрешности при повреждении ВЛ вблизи места установки устройств обнаружения (возникает из-за многократного отражения волны между точкой установки устройства и местом повреждения);
- наличие погрешности синхронизации устройств (двухстороннее ОМП);
- ошибки при определении скорости распространения волны на ВЛ;
- наличие погрешности обнаружения бегущей волны (связана с уменьшением амплитуды и увеличением длины волны, перемещающейся по линии).

Тем не менее устройства волнового ОМП более точно определяют расстояния в диапазоне 150–500 м независимо от длины ВЛ, что позволяет существенно повысить надежность работы сети и снизить затраты на ее эксплуатацию. В связи с этим устройства волнового ОМП широко распространены в таких странах, как США, Китай, ЮАР, Шотландия и Канада [3].

Развитие технологий может расширить возможность применения средств ОМП в релейной защите, в том числе для совершенствования

дистанционной защиты (ДЗ). В частности, существенно повысить чувствительность ДЗ позволяет применение принципа компенсации влияния переходного сопротивления, который лежит в основе метода определения расстояния до точки повреждения ВЛ.

В настоящее время в РЗ широко используется имитационная и алгоритмическая модели (АМО). Разработана защита дальнего резервирования, обладающая способностью фиксировать всю возможную информацию при наблюдении за ВЛ с одного конца. В ее основу положен адаптивный дистанционный принцип, использующий АМО. Применение АМО в схеме защиты дальнего резервирования позволяет существенно повысить точность расчетов и увеличить чувствительность указанных защит.

ОМП на кабельных линиях электропередачи

Что касается необходимости организации средств ОМП на кабельных линиях (КЛ), то в большинстве случаев этот вопрос опускается. Между тем выход КЛ из строя влечет неизбежные материальные и финансовые потери, что заставляет искать наиболее эффективные, минимизирующие эти потери способы локализации и устранения повреждений.

Причины появления дефектов в кабелях весьма разнообразны. Это механические или коррозионные повреждения, заводские дефекты, дефекты монтажа соединительных и концевых муфт, осушение изоляции вследствие местных перегревов кабеля, старение изоляции и др.

С помощью средств ОМП можно определить место такого повреждения изоляции кабеля, как КЗ на землю. Его лучше всего искать на низкой частоте, хотя могут применяться и другие методы в зависимости от вида нейтрали.

Правильный выбор метода и оборудования для поиска мест повреждений определяют эффективность решения поставленной задачи, то есть максимальную вероятность ОМП за минимально возможное время.

Использование информации о зоне повреждения для токовых защит ВЛ распределительных сетей

Функция определения зоны повреждения по параметрам аварийного режима также может быть использована для повышения технического совершенства токовых ступенчатых защит ВЛ распределительных сетей 6–10 кВ. Так, для быстродействующей (первой) ступени токовой защиты, выполняющей функции токовой отсечки без выдержки времени (ТО), ток срабатывания выбирается из условия ее недействия в конце защищаемого участка ВЛ [2, 4]. Данным обстоятельством обусловлена ограниченность зоны мгновенного отключения ТО, которая зависит от вида повреждения, режима работы сети и сокращается при наличии переходного сопротивления в месте повреждения, вследствие чего рассматриваемая ступень может стать неэффективной. Введение в алгоритм токовой защиты функции определения зоны КЗ позволяет уменьшить влияние отмеченных выше факторов и в ряде случаев добиться большей защитоспособности быстродействующей ступени.

В [5] предложены новые методы определения зоны КЗ на основе одностороннего дистанционного метода с использованием параметров поврежденной петли (петель) КЗ. Указанный метод обеспечивает расширение зоны мгновенного отключения

до 95 % длины ВЛ и повышает эффективность первой ступени защиты при КЗ через переходное сопротивление. В то же время применение этого метода требует наличия цепей напряжения, что усложняет защиту и предполагает контроль исправности электросетей для исключения неправильных действий защиты в случае их повреждения. Поэтому в ряде случаев представляется целесообразным определять зону КЗ и вычислять расстояние до места повреждения только по уровню аварийных токов. Этот подход, предложенный в [6, 7], может применяться в распределительных сетях 6–10 кВ.

С использованием указанного метода зона повреждения на линиях 6–10 кВ с односторонним питанием при металлических КЗ независимо от их вида может быть с приемлемой достоверностью установлена путем контроля разностей токов КЗ поврежденных фаз. Достоверность определения зоны КЗ по уровню аварийных токов при наличии переходных сопротивлений может быть повышена за счет применения поправочных коэффициентов, полученных по результатам большого числа вычислительных экспериментов.

Заключение

Несмотря на приемлемые результаты работы средств ОМП на объектах Белорусской энергосистемы напряжением 110 кВ и выше, необходимо продолжить работу по совершенствованию алгоритмов их функционирования, полному оснащению данной функцией всех устройств, способных ее реализовывать, а также обеспечить своевременную замену средств ОМП, исчерпавших нормативный срок службы. Особого внимания требует использование современных средств ОМП на объектах распределительных сетей напряжением 6–10 кВ, в том числе на кабельных линиях электропередачи.

Дальнейшее развитие средств и алгоритмов ОМП и повсеместное внедрение устройств с данной функцией на объектах ГПО «Белэнерго» позволит уменьшить время поиска мест повреждений, повысить надежность электроснабжения потребителей и экономичность работы Белорусской энергосистемы.

Список литературы

1. Петрова, С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: учеб. пособие / С.С. Петрова; под ред. С.А. Мартынова. – Л.: ЛПИ им. М.И. Калинина, 1980. – 76 с.
2. Федосеев, А. М. Релейная защита энергетических систем: учеб. для вузов / А.М. Федосеев, М.А. Федосеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.
3. Глик, К. Определение мест повреждения волновым методом в линиях электропередач: статья / К. Глик [и др.]. – ООО «БО-Энерго», 2018.
4. Чернобровов, Н.В. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
5. Романюк, Ф.А. Определение места короткого замыкания на линиях радиальных сетей с односторонним питанием / Ф.А. Романюк, А.А. Тищенко, Е.В. Булойчик // Наука и техника. – 2012. – № 4. – С. 69–73.
6. Романюк, Ф.А. Определение места повреждения на линиях напряжением 6–35 кВ с односторонним питанием / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. Энергетика. – 2014. – № 5. – С. 5–14.
7. Романюк, Ф.А. Определение зоны короткого замыкания на ЛЭП 6–35 кВ с односторонним питанием по току обратной последовательности / Ф.А. Романюк, Е.В. Булойчик, М.А. Шевалдин // Энергетическая стратегия. – 2019. – № 2 (68). – С. 48–51.



Несем тепло людям!

60 лет унитарное предприятие «Гроднооблгаз» стабильно обеспечивает природным и сжиженным газом потребителей Гродненщины, неся тепло и уют в дома, снабжая энергоресурсами промышленность региона. Шесть десятилетий каждодневного нелегкого и ответственного труда нескольких поколений газовиков внесли значительный вклад в развитие важнейшего сектора экономики страны.

Начало газификации Гродненской области было положено в 1959 году. В 60-х годах прошлого столетия закладывались главные принципы деятельности предприятия – обеспечение безопасности, бесперебойности и безаварийности работы системы газоснабжения. В 1971–1985 годах стремительными темпами газифицировались города и сельские районы. К 1992 году закончена газификация городов Гродненщины. К 2008 году в области полностью была реализована программа газификации городских поселков и крупных сельских населенных пунктов.

С начала 2000-х годов предприятие активно наращивает мощности и объемы производства. Модернизируются и реконструируются существующие, строятся новые объекты, повышается надежность газораспределительной системы. Большое внимание уделяется внедрению новейшего оборудования и технологий, специализированной техники, прогрессивных инструментов управления качеством, применению отдельных электронных опций и комплексных программных продуктов, энергосберегающих и эколого-безопасных решений.

Особое значение придается качеству предоставляемых услуг. Предприятием открыты центры по обслуживанию населения по принципу «одно окно». В ПУ «Гродногаз» создан справочно-консультационный колл-центр с единым телефонным номером «162».

Сегодня Гродненская область – одна из самых газифицированных в республике: природным газом в регионе обеспечено 100 % городов, городских поселков и районных центров, 85 % агрогородков, 15 % сельских населенных пунктов.

Залогом успешного будущего и движущей силой развития предприятия является его кадровый потенциал. Команда Гроднооблгаза – это около 2500 талантливых, трудолюбивых и целеустремленных сотрудников. Во всех подразделениях поддерживается высокая компетентность и взаимозаменяемость персонала. Внедрены системы мотивации труда, созданы благоприятные условия для работы и сохранения здоровья сотрудников. Постоянно принимаются меры по повышению безопасности и производительности труда. Успешно развиваются корпоративная культура и традиции предприятия.

Одной из таких традиций для коллектива УП «Гроднооблгаз» стало ответственное, профессиональное отношение к делу. Каждый работник добросовестно выполняет свои обязанности, стремясь к общей цели – улучшению результатов деятельности родного предприятия.





ПРИМЕНЕНИЕ СМАРТ-ПРИВОДА В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для обеспечения качественной и безаварийной работы системы газоснабжения на предприятиях ГПО «Белтопгаз» разрабатываются и внедряются инновационные программные комплексы и продукты, предназначенные для автоматизации производственных процессов и системного анализа работы отделов и служб. В настоящее время в РУП «Могилевоблгаз» внедряется пилотный подход к техническому обслуживанию запорной арматуры, установленной в системах газоснабжения и газораспределения, с помощью смарт-привода. Применение нового метода позволяет значительно упростить процесс, сократить трудозатраты персонала и минимизировать воздействие человеческого фактора на результат работы.



Е.Е. ИЗЕРГИН,
главный инженер
РУП «Могилевоблгаз»

Сегодня на предприятиях ГПО «Белтопгаз» широко используется мультипрограммный комплекс (МПК) «Панорама», который объединяет все сферы эксплуатации газораспределительной системы, включая эксплуатацию:

- газорегуляторных пунктов (ГРП);
- подземных и наружных газопроводов;

- систем активной электрохимической защиты;
- групповых резервуарных установок.

Важное место в структуре МПК «Панорама» занимает программный комплекс технического обслуживания и ремонта газораспределительного оборудования «ТОиР ГРО» (рис. 1).

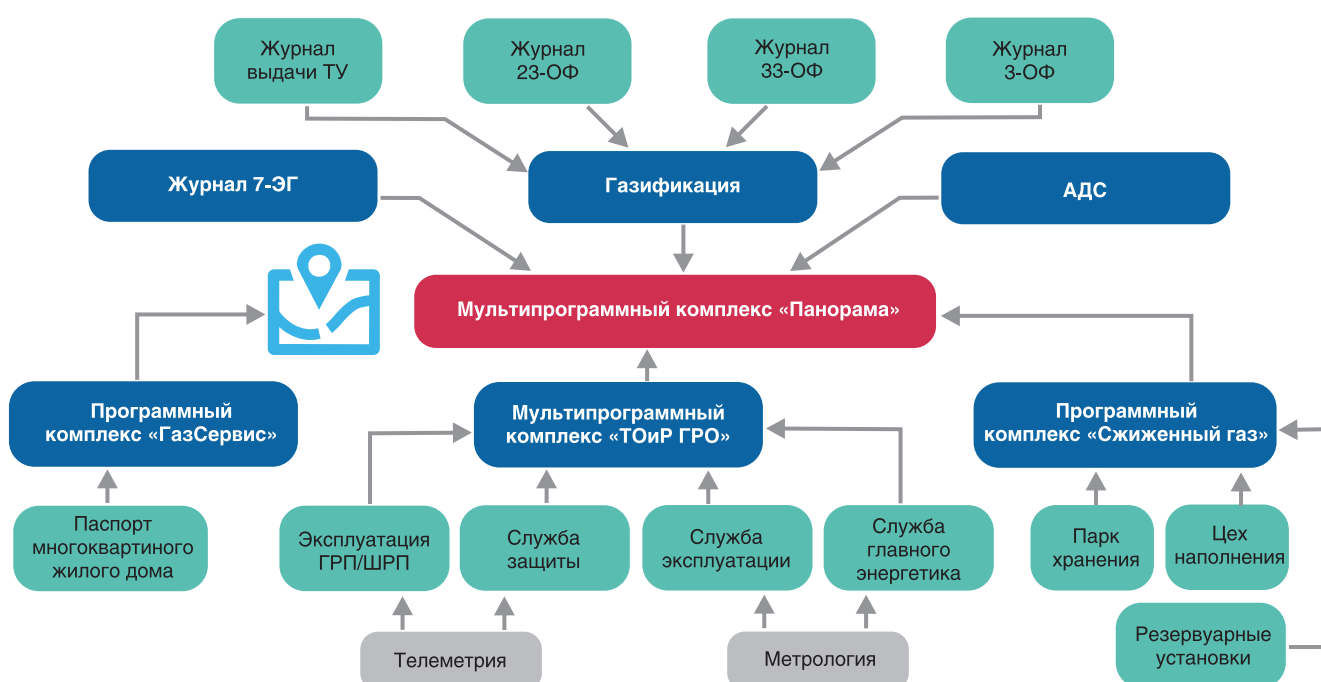


Рис. 1. Структура МПК «Панорама»

Основой комплекса является паспорт объекта газоснабжения, содержащий в том числе информацию по отключающим (запорно-регулирующим) устройствам. Комплекс позволяет оперативно получать информацию по каждому отключающему устройству (даты изготовления и ввода в эксплуатацию, условный диаметр, тип присоединения, материал корпуса, наличие компенсатора, функциональное назначение – текущая, перспективная или отключающая задвижка). Отключающие устройства привязаны к объекту газораспределительной системы и имеют точные координаты на схеме газоснабжения.

Порядок технического обслуживания запорно-регулирующих устройств

Согласно п. 82 Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь, установленные на газопроводах запорная арматура и компенсаторы должны подвергаться ежегодному (если иной срок не предусмотрен заводом-изготовителем) техническому обслуживанию (ТО), а при необходимости – ремонту.

При выполнении работ по ТО запорной арматуры (задвижки) необходимо:

- открыть крышку колодца;
- провентилировать колодец в течении 10–15 мин и убедиться с помощью газоанализатора в отсутствии в нем газа;
- очистить колодец, арматуру от грязи и налетов коррозии;
- разогнать шток задвижки, не допуская полного закрытия газопровода, и смазать его;
- устранить утечки газа в сальниках подтягиванием сальника или сменой сальниковой набивки (при давлении газа не более 0,1 МПа);
- проверить исправность приводного устройства задвижки;
- проверить герметичность сварных, фланцевых и резьбовых соединений задвижки.

Рис. 4. Экономический эффект от применения смарт-привода для ТО задвижек разного диаметра

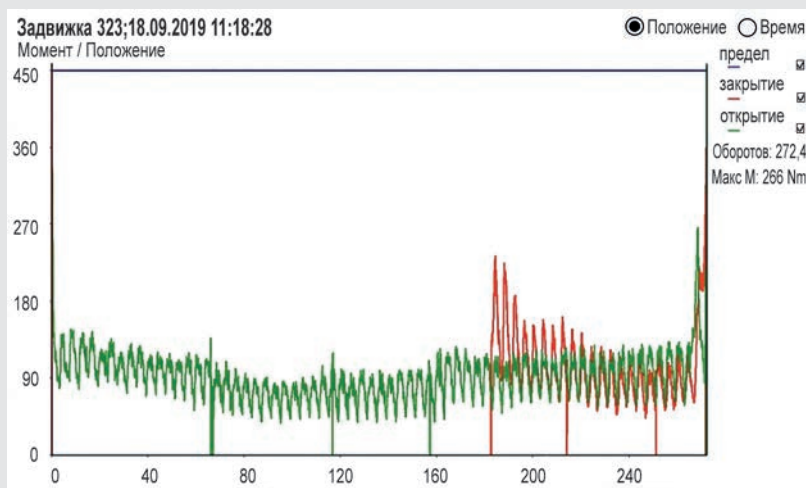
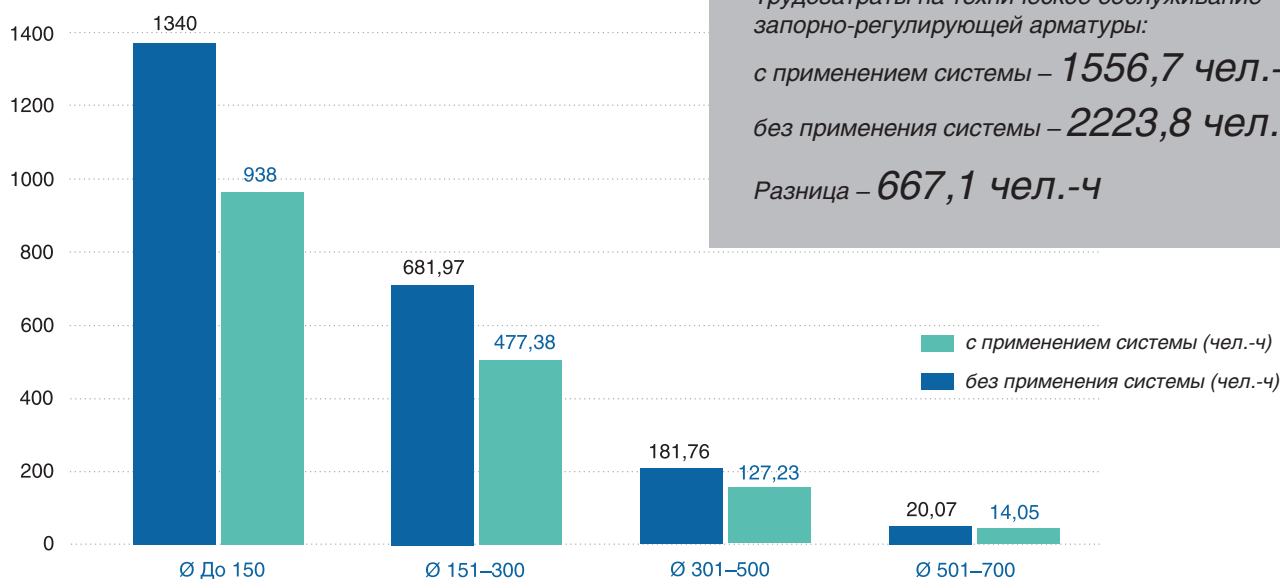


Рис. 2. Графическое отображение проверки оборудования

Классический способ технического обслуживания не дает реальной картины технического состояния арматуры. Сам факт и качество выполнения ТО задвижки не имеют подтверждения, кроме подписи исполнителя работ в наряде-заказе. К сожалению, при данном способе работы человеческий фактор имеет ключевое значение.

Для решения этой проблемы в РУП «Могилевоблгаз» при проведении ТО применяется электронное задание, отправляемое на планшет исполнителю работ. Контроль за передвижением слесарей по обслуживанию и ремонту наружных газопроводов с привязкой к объектам осуществляется с помощью GPS-трекера. Доступ к данным по объекту обслуживания происходит автоматически после ручного ввода его номера или с использованием RFID-метки конкретного объекта (в этом случае исключается ошибка применения исходных данных другого объекта).

Что касается технического состояния арматуры, то контроль за его динамикой осуществляется с использованием смарт-привода.

Применение смарт-привода в рамках программного комплекса «ТОиР ГРО»

Применение смарт-привода, интегрированного в программный комплекс «ТОиР ГРО», позволяет:

- определить начальное положение шибера;
- произвести смазку штока и быстрый возврат в положение «открыто»;
- зафиксировать количество оборотов маховика до полного закрытия и в реверсе – до полного открытия с заданным и фактическим крутящим моментом.

Время закрытия шаровых кранов больших диаметров составляет от 40 мин до полутора часов в ручном режиме и всего 20 мин – при использовании привода, который применим для всех типов арматуры. Привод имеет крутящий момент силы до 900 Нм, а при использовании редуктора этот показатель можно увеличить до 2000 Нм.

Приведем пример применения привода на конкретном объекте РУП «Могилевоблгаз» (№ 323 по Витебскому проспекту в г. Могилеве). Объект – секущая задвижка условным диаметром 530 мм. Работа с приводом показала, что задвижка, имеющая 272 оборота штурвала, была открыта всего на 30 %. Из графика в отчете о проведении диагностики и ТО данного устройства видно, что момент срыва штока задвижки при закрытии достаточно существенный – 270 Нм, а согласно диаграмме открытия этот этап был пройден без дополнительной нагрузки (рис. 2).

Техническое обслуживание каждого запорного устройства заканчивается формированием протокола технического обслуживания, который подписывается исполнителем посредством цифровой подписи и попадает в массив данных системы. Организовав уровень «менеджер процесса», мы насыщаем электронную базу данных объемом информации, позволяющим дать оценку технического состояния каждого запорного устройства и принять обоснованное решение о необходимости проведения его ремонта или замены.

Нормы времени на ТО запорно-регулирующих устройств приведены в таблице (рис. 3). В перечне работ разгон штока задвижки имеет наибольший удельный вес по продолжительности, и применение для этой операции смарт-привода позволяет экономить порядка 30 % рабочего времени. Учитывая, что в системе РУП «Могилевоблгаз» эксплуатируется 4,5 тыс. запорных устройств, это помогает экономить порядка 667 человеко-часов, снижая тем самым затраты на эксплуатацию газораспределительной системы (рис. 4). Опыт использования привода показывает, что в 80 % случаев можно восстановить работоспособность арматуры с помощью нескольких циклов закрытия/открытия.

В случае применения привода на этапе приемки объекта в эксплуатацию можно использовать предусмотренную программой систему «Светофор». Актуальному состоянию арматуры будет соответствовать один из трех индикаторов:

- **красный** – «система не герметична» (невозможно произвести паспортное количество оборотов до закрытия);
- **желтый** – «арматура закрывается не плавно, с излишним усилием» (арматура закрывается, достигнув паспортного количества оборотов, при этом по ходу закрытия наблю-

Рис. 3. Нормы времени на техническое обслуживание запорно-регулирующих устройств, ч

Глубина колодца, м	Диаметр задвижки, мм			
	до 150	151–300	301–500	501–700
до 1	1,332	–	–	–
1–3	–	1,557	1,782	2,007

Количество задвижек в ПУ «Могилевгаз»	1006	438	102	10
---------------------------------------	------	-----	-----	----



По предварительным расчетам, экономия времени на выполнение работ составит около

30 %

дается превышение максимального крутящего момента, происходит неплавное закрытие);

- **зеленый** – «арматура закрывается плавно» (арматура закрывается, достигнув паспортного количества оборотов, закрытие плавное, усилия в пределах нормы).

Заключение

Применение смарт-привода, интегрированного в программный комплекс «ТОиР ГРО», помогло создать в газораспределительной системе Могилевской области систему достоверной диагностики состояния и качественного технического обслуживания запорной арматуры.

Положительными эффектами внедрения данного инновационного оборудования можно считать:

- исключение субъективных причин некачественного обслуживания;
- снижение физической нагрузки на обслуживающий персонал и повышение общей работоспособности коллектива;
- снижение риска травматизма при использовании слесарного инструмента;
- возможность создания документированной основы для формирования планов по текущему и капитальному ремонту объектов газораспределительной системы.

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС: ИТОГИ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Одно из стратегических направлений развития энергетики Республики Беларусь – сооружение и ввод в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции. Важнейшим фактором успешной реализации этого проекта является подготовка высококвалифицированных специалистов. В связи с этим постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1329 от 10 сентября 2008 года была утверждена Государственная программа подготовки кадров для ядерной энергетики Республики Беларусь на 2008–2020 годы (далее – Госпрограмма). Одним из четырех вузов, осуществляющих подготовку кадров для атомной энергетики, является БНТУ.

Г.А. ВЕРШИНА,
к.т.н., доцент,
первый проректор БНТУ

Н.Б. КАРНИЦКИЙ,
д.т.н., профессор БНТУ

С.А. КАЧАН,
к.т.н., доцент БНТУ

А.Л. БУРОВ, старший
преподаватель БНТУ

Основные задачи Госпрограммы – организация системы комплексной подготовки специалистов, обеспечивающей получение знаний и навыков, необходимых для строительства и безопасной эксплуатации АЭС, а также гарантия ядерной и радиационной безопасности, безопасности персонала станции, населения и окружающей среды. Вопросы обучения в настоящее время регулируются Государственной программой «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы, утвержденной Постановлением Совета Министров от 26 марта 2016 года № 250.

Курс – на расширение диапазона профессиональных знаний

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 12 ноября 2007 года № 565 «О некоторых мерах по строительству атомной станции» и Госпрограммой на кафедре «Тепловые электрические станции» (ТЭС) энергетического факультета Белорусского национального технического университета (БНТУ) в 2008 году была открыта новая специальность 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций».

Из 167 специалистов данного профиля, подготовленных за прошедшее десятилетие, 15 человек получили дипломы с отличием. В настоящее время 85 выпускников прибыли на работу в РУП «Белорусская АЭС» и Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор). Некоторые из молодых специалистов получили опыт работы на кафедре ТЭС, ассистируя преподавателям и самостоятельно проводя учебные занятия. Несколько магистрантов,

выпускников специальности 1-43 01 08, проходят обучение на II ступени высшего образования на кафедре ТЭС, а также в России – в Национальном исследовательском ядерном университете (НИЯУ) «МИФИ» (г. Москва) и Нижегородском государственном техническом университете (НГТУ) им. Р.Е. Алексеева (г. Нижний Новгород). Подготовка кадров высшей квалификации осуществляется в аспирантурах (кафедра ТЭС БНТУ, НГТУ им. Р.Е. Алексеева).

К сведению:

Студенты, обучающиеся по специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», готовятся к профессиональной деятельности не только в сфере эксплуатации АЭС, но также в сфере образования и науки. Полученные знания позволяют выпускникам участвовать в научных исследованиях в области проектирования и эксплуатации паротурбинных установок АЭС, модернизации оборудования, оптимизации технологических схем и природоохранных мероприятий, взаимодействия АЭС с окружающей средой.

Обучение специалистов ведется в соответствии с действующими нормативными документами. Студенты получают глубокую теоретическую подготовку по фундаментальным дисциплинам и приобретают полное представление о тех-



нологической схеме производства электроэнергии на АЭС. Они осваивают базовые знания по ядерной и нейтронной физике, конструкции и работе ядерных энергетических реакторов, парогенераторов, паротурбинного и вспомогательного оборудования АЭС, наладке и диагностике оборудования, автоматизированным системам управления, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами АЭС.

С целью повышения уровня подготовки инженеров для чтения спецдисциплин приглашаются представители отечественных и зарубежных вузов и энергетических предприятий. Среди них специалисты крупных российских вузов – Института атомной энергетики (г. Обнинск), Ульяновского государственного университета (г. Ульяновск), НГТУ им. Р.Е. Алексеева, а также ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси, Белорусского государственного университета, Международного государственного экологического университета им. А.Д. Сахарова и др.

На кафедре ТЭС проведена работа по открытию новой специальности «Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций», которая дает более широкие возможности для трудоустройства выпускников. В настоящее время эта специальность включена в общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации» Министерства образования и утверждена приказом Министра образования Республики Беларусь № 708 от 30 сентября 2019 года.

Учебно-методическая и лабораторная база – основа качественного обучения

Учебно-методическая база кафедры ТЭС постоянно пополняется современной учебной, методической, справочной и научной литературой. Преподавателями кафедры для изучения дисциплин специальности 1-43 01 08 подготовлены и выпущены в издательствах «Вышэйшая школа», «Техническая литература» БНТУ, издательстве Белорусского государственного технологического университета более 10 учебников и учебных пособий.

Кафедра имеет хорошо оснащенную лабораторную базу. Благодаря финансированию, предусмотренному Госпрограммой, ее дополнили современные стенды и установки, в частности стенды по балансировке вращающихся механизмов, исследованию гидравлических характеристик насосного оборудования, центробежных и осевых вентиляторов, вентиляторной градирни, а также по изучению термодинамических процессов и процессов теплопередачи. Кроме того, лабораторная установка «Воздушные турбины» была оснащена современной системой вибрационного контроля. Обновление лабораторной базы позволяет студентам успешно осваивать современные средства теплотехнических измерений, которые используются на действующих электростанциях, приборы для проведения химического анализа и подготовки теплоносителя и другие устройства.

В рамках проектов МАГАТЭ на персональных компьютерах лаборатории «Математическое моделирование теплотехнических процессов» установлена компьютерная обучающая система (КОС) по основам Политики, Руководства и Технологии АЭС, внедрен аналитический тренажер турбинного отделения АЭС с ВВЭР-1000. Возможности тренажера обеспечивают

приобретение общих навыков управления турбогенератором АЭС с реактором ВВЭР в режимах нормальной эксплуатации, при ее нарушениях и в аварийных режимах. Целью тренажерной подготовки является формирование опыта работы с реальным оборудованием, а также понимания процессов, происходящих на АЭС.



В ходе практики на Нововоронежской АЭС, 2015 год



Белорусские студенты в реакторном отделении Смоленской АЭС, 2019 год

Производственная практика как компонент профессиональной подготовки

Для закрепления теоретических знаний студенты младших курсов специальности 1-43 01 08 проходят практику на традиционных ТЭС Беларуси, а также в РУП «Белорусская АЭС» и Госатомнадзоре.

На старших курсах производственная и преддипломная практика проводится за рубежом: на современных действующих АЭС, в том числе в учебно-тренировочных центрах (подразделениях) АЭС, в профильных вузах, научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтах.

Основные базы для прохождения практики – филиалы АО «Концерн Росэнергоатом» Нововоронежская АЭС (г. Нововоронеж), Ростовская АЭС (г. Волгодонск), Калининская АЭС (г. Удомля), Смоленская АЭС (г. Десногорск), а также НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

В 2012 году студенты проходили производственную практику по программе Германской службы академических обменов (ДААД) в ФРГ, где ознакомились с вопросами устройства, работы и эксплуатации современных объектов энергетики, большинство из которых не имеет аналогов в Беларуси. Это действующие и находящиеся в стадии демонтажа АЭС, объекты хранения ядерных отходов, в том числе исследовательская шахта, где на месте геологического соляного образования велись исследования о его пригодности для постоянного подземного захоронения радиоактивных отходов. В 2012–2014 годах производственная практика проходила в Институте ядерной энергии и промышленности (г. Севастополь, Россия), в 2016 году – в Институте управления ядерными знаниями (г. Вена, Австрия), в 2017–2019 годах – на АЭС «Моховце» (г. Левице, Словакия) и на АЭС «Козлодуй» (г. Козлодуй, Болгария).

Ежегодно белорусские студенты принимают активное участие в школе-семинаре «Ядерная энергетика и нераспространение: ответ на вызовы современности», которая проходит в НИЯУ «МИФИ», успешно выступают на республиканских и международных конкурсах.

В рамках выполнения Госпрограммы преподаватели кафедры посетили ведущие вузы России и Украины для ознакомления с учебными планами и программами, материально-технической базой и особенностями подготовки студентов-атомщиков, а также прошли курсы повышения квалификации в Центральном институте повышения квалификации Госкорпорации «Росатом» и Институте



Лекцию читает профессор НИЯУ «МИФИ» Повилас Вайшнис

атомной энергетики (г. Обнинск). Специалисты кафедры также регулярно принимают участие в семинарах, проводимых МАГАТЭ.

Информационные технологии в подготовке кадров

С присоединением Республики Беларусь к клубу стран, имеющих атомные электростанции, международное сотрудничество в ядерной отрасли приобрело важнейшее значение для нашей страны. БНТУ является одним из основателей региональной сети «Образование и подготовка специалистов в области ядерных технологий (STAR-NET)», учрежденной в сентябре 2015 года в г. Вене (Австрия). Задача STAR-NET состоит в том, чтобы содействовать сотрудничеству в области образования и профессиональной подготовки, а также работе с общественностью в сфере ядерных технологий.

В рамках региональной сети STAR-NET в 2018/2019 учебном году для студентов университетов Беларуси, России, Украины и других стран был организован дистанционный курс «Международное ядерное сотрудничество. Технические аспекты», который охватывает ряд актуальных вопросов международного взаимодействия в области ядерных технологий. Из Вены в режиме видеоконференций транслировались лекции ведущих сотрудников и наиболее востребованных экспертов МАГАТЭ. Лекции проходили на русском и английском языках в интерактивном режиме с возможностью задавать вопросы. В текущем учебном году практика дистанционного чтения лекций продолжена.

Заключение

На сегодняшний день подготовка специалистов для атомной энергетики республики на кафедре ТЭС энергетического факультета БНТУ ведется в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми к профессиональному образованию в этой области. Уровень образовательного процесса обеспечивает высокое качество теоретических и практических занятий, открывает широкие возможности для дальнейшего профессионального роста выпускников. Полученные знания и опыт инженеры-энергетики смогут успешно использовать в работе на первой Белорусской АЭС.

К сведению:

Региональная образовательная сеть STAR-NET создана с целью развития и сохранения ядерных знаний, формирования квалифицированных человеческих ресурсов в ядерной области в странах, чьи образовательные организации участвуют в сети, а также улучшения качества человеческих ресурсов для безопасного и стабильного использования ядерных технологий. В настоящее время сеть STAR-NET объединяет 14 университетов из 7 стран.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ В ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ

Аннотация

Широкий диапазон отходов, которые содержатся в отработанных масляных фильтрах, требует разработки экономически целесообразных и экологически эффективных технологий для их комплексного использования. При этом сложность рассматриваемой ситуации обусловлена повсеместно возрастающим объемом образования этой группы отходов и малоэффективным уровнем их использования. В статье предлагаются подходы к утилизации масляных фильтров и технология производства многокомпонентного твердого топлива с добавлением отработанных фильтрующих элементов.

Б.М. ХРУСТАЛЕВ,

академик НАН Беларуси, д.т.н., профессор БНТУ

А.Н. ПЕХОТА,

к.т.н., и.о. заведующего кафедрой «Экология и энергоэффективность в техносфере» БелГУТ

НГУЕН ТХУ НГА,

к.т.н., старший научный сотрудник Научного института энергетики Вьетнамской академии наук и технологий

ВУ МИНЬ ФАП,

к.т.н., сотрудник Научного института энергетики Вьетнамской академии наук и технологий

Annotation

Wide range of filtering element wastes requires development of economically justifiable and ecologically efficient technologies for their complex utilization. In this respect complexity of the studied situation is explained by generally increasing volume of this waste group and ineffective level of their use. The paper proposes approaches to utilization of oil filters and a technology for production of multi-component solid fuel with addition of waste filter element.

Статья поступила в редакцию 4 октября 2019 года

Применение фильтрующих элементов в различных отраслях промышленности и транспорта является необходимым условием безаварийной, долговременной и энергоэффективной работы оборудования. Фильтры позволяют увеличить ресурс топливных, воздушных, масляных систем. Как правило, эти системы предназначены для очистки определенных потоков (соответственно топлива, воздуха, масла) от вредных примесей, оказывающих существенное влияние на износ деталей агрегатов и оборудования, а значит, и на их эффективность.

В процессе эксплуатации оборудования фильтрующие элементы необходимо периодически менять в соответствии с техническими регламентами, установленными производителями. Между тем отработанные фильтрующие элементы представляют опасность для окружающей среды, являясь компонентами антропогенного загрязнения [1].

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, по состоянию на декабрь 2017 года на 1000 человек населения приходилось порядка 307 легковых автомобилей, что в масштабе республики составляет более 2,9 млн транспортных средств. К этой цифре следует добавить грузовые автомобили и автобусы, как находящиеся в личной собственности граждан, так и принад-

лежащие организациям. Суммарное их количество превышает 457 тыс. единиц.

По статистике, на каждом личном автомобиле, используемом как минимум дважды в год, замена масляного фильтра производится ежегодно не менее одного раза, а на транспортных средствах, применяемых в коммерческих целях, – не менее четырех раз. Замена также подлежат масляные фильтры вспомогательных агрегатов, обеспечивающих специальные возможности коммунальной, дорожно-строительной, грузоподъемной техники.

Приведенные цифры наглядно свидетельствуют, что существующий объем отработанных масляных фильтров требует создания специальной системы их сбора, транспортировки и утилизации. В настоящее время в большинстве городов пункты сбора данных устройств и предприятия по их переработке отсутствуют. Как правило, отработанные масляные фильтры складывают вместе с отходами металлов или твердыми бытовыми отходами, а чаще просто выбрасывают. Между тем исследование показало, что лучшим решением проблемы является разборка и переработка основных конструктивных элементов фильтров, а также термическая утилизация фильтровальных элементов при производстве многокомпонентного твердого топлива.

Конструктивные особенности масляных фильтров и подходы к их утилизации

Термическая утилизация (сжигание) масляных фильтров широко применяется в различных странах. В ряде случаев она осуществляется без разборки фильтров, допуская лишь отжим части содержащегося в фильтре масла. Технологии, предполагающие разборку фильтра с разделением на фракции, их дроблением и последующей утилизацией, получили незначительное распространение.

При исследовании устройства фильтров различных производителей установлено, что по конструктивным особенностям их можно разделить на два основных типа: разборные (корпус разбирается, замене подлежит только фильтрующая сердцевина, вмонтированная в каркас) и неразборные (заменяется весь корпус фильтрующего элемента целиком). По разным данным, объем разборных изделий составляет не более 1 % от общего числа выпускаемых фильтров.

Конструкция неразборного масляного фильтра, представленная на рисунке 1, является типичной и дает представление о сложном морфологическом составе устройства и его насыщенности ресурсами. На первый взгляд разборка таких фильтров для последующей переработки является проблематичной, однако эта задача может быть решена с помощью ряда приспособлений, в том числе разработанных авторами.

В целом такие приспособления состоят из быстро вращающегося зажимного устройства, удерживающего фильтр. К нему подводится резец, который отделяет дно масляного фильтра от корпуса. Это позволяет эффективно и экологически безопасно извлекать отдельные элементы фильтра. С помощью данного способа можно, например, извлечь металл и отработанное автомобильное масло. При этом металл не теряет своих свойств и полностью пригоден для повторного использования, а отработанное автомобильное масло после регенерации и восстановления присадками можно использовать в качестве топлива.

Одним из наиболее токсичных материалов масляного фильтра является его фильтрующий элемент. Он изготавливается из особой бумаги или картона, имеющих высокую прочность, пористость и, как правило, пропитанных фенол-

формальдегидными смолами для придания фильтру водостойкости. Значительно реже применяются элементы объемного типа из хлопчатобумажных и синтетических волокон. Но и в том, и в другом случае утилизация этой составной части масляных фильтров представляет собой особую проблему. Одним из ее решений является использование фильтрующих элементов при производстве твердого топлива методом брикетирования многокомпонентных составов.

Ресурсоценные компоненты фильтров и их использование

На основе анализа литературных источников и исследований авторов систематизированы данные о ресурсоценных компонентах масляных фильтров, произведенных в Республике Беларусь, Российской Федерации, Вьетнаме, странах Евросоюза и Азии (таблица 1).

Сравнительные данные о содержании ресурсоценных компонентов в масляных фильтрах разных видов транспорта представлены на диаграмме (рис. 2). Они показывают, что при утилизации отработанных фильтров только транспортного сектора экономики (без учета спецтехники, комбайнового и тракторного парков) можно извлечь значительные объемы вторичных ресурсов (при замене фильтра один раз в год):

- легковой автотранспорт: не менее 846 т металлолома, 350 т насыщенной нефтепродуктами фильтровальной бумаги или картона, 35 т эластомеров;
- грузовой и автобусный автотранспорт: не менее 297 т металлолома, 110 т насыщенной нефтепродуктами фильтровальной бумаги или картона, 25 т эластомеров.

Концепция утилизации фильтрующих элементов

В основу процессов утилизации автомобильных и промышленных масляных фильтров должно быть положено условие их распаковки, целью которой в первую очередь является максимальное сохранение вторичных материальных ресурсов и реализация технологий рециклинга. Комплексный подход к проблеме позволит в значительной степени увеличить эффективность системы использования вторичных ресурсов и будет способствовать существенному уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду.

На этих принципах построена концепция, которая предполагает разборку отработанного фильтра и последующее сжигание фильтрующего элемента в качестве компонента (в экологически безопасной пропорции) сортового твердого топлива многокомпонентного (ТТМ) на основе древесно-растительного сырья. Благодаря такому технологическому решению теплота сгорания получаемого твердого топлива достигает энергетических показателей, соответствующих требованиям стандартов [2].



Рис. 1. Элементы современного масляного фильтра и материалы, из которых они изготовлены: 1, 3 – эластомеры; 2, 5–7 – металл; 4 – бумага, картон



Следует отметить, что в странах Западной Европы в промышленных котельных широко применяют RDF-топливо, которое представляет собой твердое топливо, получаемое путем измельчения, обезвоживания и брикетирования твердых бытовых отходов (ТБО). Оно состоит в основном из горючих компонентов ТБО, в том числе таких как пластик.

Разработанная технология производства ТТМ обеспечивает достаточно полное сжигание используемых в нем горючих материалов. Топливо имеет хорошие теплотехнические характеристики, соответствует требованиям транспортировки и хранения, не теряя при этом свойства и качественные характеристики горючей массы [3].

Разработка комплекса оборудования для производства топлива и его состава осуществлялась за счет трансформирования подходов, изучения закономерностей процессов и усовершенствования технологических схем производства твердого топлива методом влажного брикетирования различных многокомпонентных составов.

Представленная в статье технология получения ТТМ является универсальной для широкого спектра отходов, включая сыпучие (измельченные) отходы биомассы (древесные, сельскохозяйственные, лигнин, сапрпель и т.п.) или даже некондиционные горючие минеральные ресурсы (уголь, торф и т.п.), которые смешиваются со связующим компонентом и брикетируются. В качестве связующего компонента используются вязкие нефтесодержащие отходы с добавлением насыщенных нефтепродуктами фильтровальных материалов (в измельченном состоянии), применяемых в масляных фильтрах.

Технология производства ТТМ с добавлением фильтрующих элементов

Основной комплекс технологического оборудования производственной установки обеспечивает процесс получения ТТМ, который включает следующие этапы:

- подготовка отходов;
- измельчение (0,1–8,0 мм);
- дозирование и перемешивание компонентов;
- брикетирование массы;
- сушка в естественных условиях или в сушильной камере (рис. 3).

Таблица 1. Данные о ресурсноценных компонентах масляных фильтров разных производителей

Марки масляных фильтров, производители	Ресурсноценные компоненты фильтра, г				
	Металл	Картон или бумага	Эластомеры (резина, силикон)	Пластик	Масло отработанное
<i>Неразборные фильтры (цельнометаллический корпус)</i>					
NF 1001 (BA3, UA3)	391,17	115,6	9,05		75–350
NF 1002 (ГАЗель, ГАЗ)	386,87	117,2	8,98		80–350
Цитрон ФСМ 366 (ГАЗ)	680,78	275,3	10,28		70–440
Цитрон (ЗИЛ-130, 131)	684,14	277,7	10,26		70–420
Цитрон (МАЗ, МАН)	588,27	127,4	12,40		70–420
Экофил (КамАЗ)	682,45	275	10,29		80–460
MANN (DAF, IVECO, МАЗ)	698,26	259,4	11,65		70–470
TOYOTA (TOYOTA CAMRY)	295,26	128	18,18	19,3	75–320
MANN (MERCEDES-BENZ 311)	650,18	150	20,12		90–400
FILTRON (NISSAN INFINITI)	280,60	98	14,24		80–210
MANN (TOYOTA YARIS)	250,34	100	15,86	25,2	85–220
<i>Разборные (вставки, картриджи, бумажная штора)</i>					
FILTRON OE665/2 (MAZDA CX-7)		55,82	55,10	110,54	60–105
JAPKO 1ECO036 (FORD S-MAX WA6)		50,39	50,43	102,68	60–95
COMLINE EOF084 (FORD MONDEO IV)		55,82	55,10	110,54	60–115

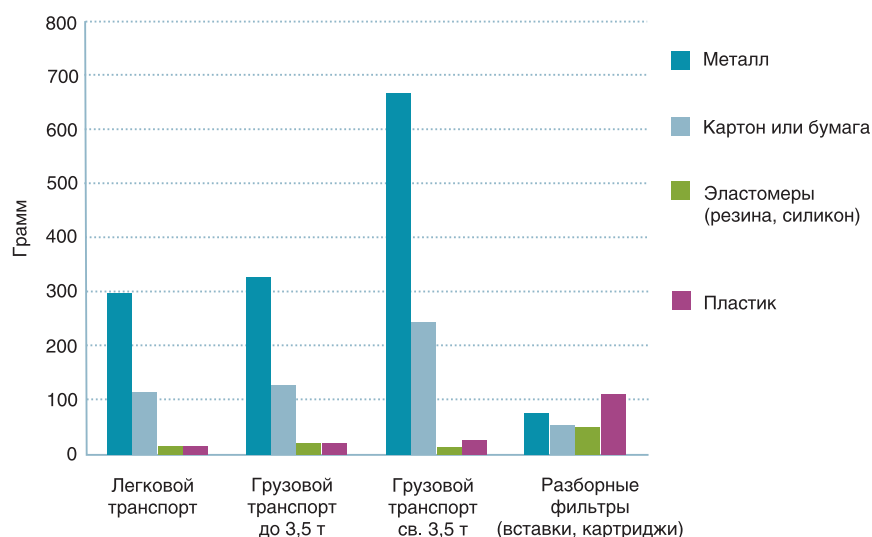


Рис. 2. Сравнительная диаграмма содержания ресурсноценных компонентов в отработанных масляных фильтрах

Из расходного бункера-смесителя предварительно подготовленная смесь влажностью в пределах 42–45 % поступает в брикетировочный шнековый экструдер, где уплотняется до заданных параметров плотности, проходя через коническую формующую насадку под давлением до 20 МПа.

Для получения многокомпонентного топлива с оптимальными показателями выбросов при сжигании необходимо обеспечить следующее технологическое соотношение сырьевых отходов:

- основное сырье (отходы деревообработки, лесозаготовки, сельского хозяйства и т.п.) – не менее 70 %;
- связующее сырье в виде углеводородсодержащих вязких отходов (нефтешламы, нефтепродукты отработанные, донные отложения нефтяных и мазутных резервуаров и т.п.) – не более 23–30 %;
- при необходимости – добавки (материал фильтровальный, насыщенный нефтепродуктами, или ветошь промасленная, или сорбенты, насыщенные нефтепродуктами) – не более 5–7 % [4, 5].

Важную роль играет влажность смеси, влияющая на производительность установки. Так, брикетируемая масса влажностью менее 30 % при рабочих параметрах оборудования не формируется. По мере роста влажности производительность брикетировочного экструдера растет, достигает максимума, а затем уменьшается. При влажности более 60 % формируемая масса становится пастообразной, что не позволяет получать полноценный, удерживающий заданную форму брикет, пригодный для транспортировки и сушки.

Пример изменения зависимости безразмерной приземной концентрации вредных выбросов q от доли нефтесодержащих отходов x в многокомпонентном топливе, сжигаемом в котлах мощностью 0,5 МВт, представлен на рисунке 4 [6, 7].

Таблица 2. Теплота сгорания различных видов топлива

Теплота сгорания	ТТМ	Торф	Древесина	Бурый уголь	Антрацит	Нефть	Мазут
Q , МДж/кг	18,0–21,0	8,0–15,9	12,5	19,3–31,0	34,3	42,0	40,3–41,3

Из графика видно, что при сжигании ТТМ, в котором доля нефтесодержащих компонентов составляет 0,02–0,28, на кривой $q(x)$ образуется минимум максимальной безразмерной приземной концентрации вредных выбросов. На рисунке 5 представлены графики изменения зависимости выбросов от доли нефтесодержащих отходов для котлов различной мощности.

Практическая и научная новизна данной технологии состоит не только в разработке установки для производства многокомпонентного топлива с использованием насыщенных нефтепродуктами фильтрующих элементов и технологического процесса разборки фильтров, но и в создании математической модели, позволяющей с учетом физико-химического состава нефтесодержащих компонентов и особенностей энергоустановки для сжигания произведенного топлива рассчитать оптимальное с энергетической и экологической точек зрения соотношение компонентов состава. В таблице 2 представлена величина теплоты сгорания топлива с использованием нефтесодержащих отходов в сравнении с аналогичным показателем для других видов топлива. Эти данные свидетельствуют, что энергетические показатели ТТМ превосходят показатели топлива, получаемого из торфа, и находятся в диапазоне начальных значений теплоты сгорания бурых углей [8].

Выводы

Проведенные исследования и производственный опыт объективно доказывают, что использование ТТМ имеет большой

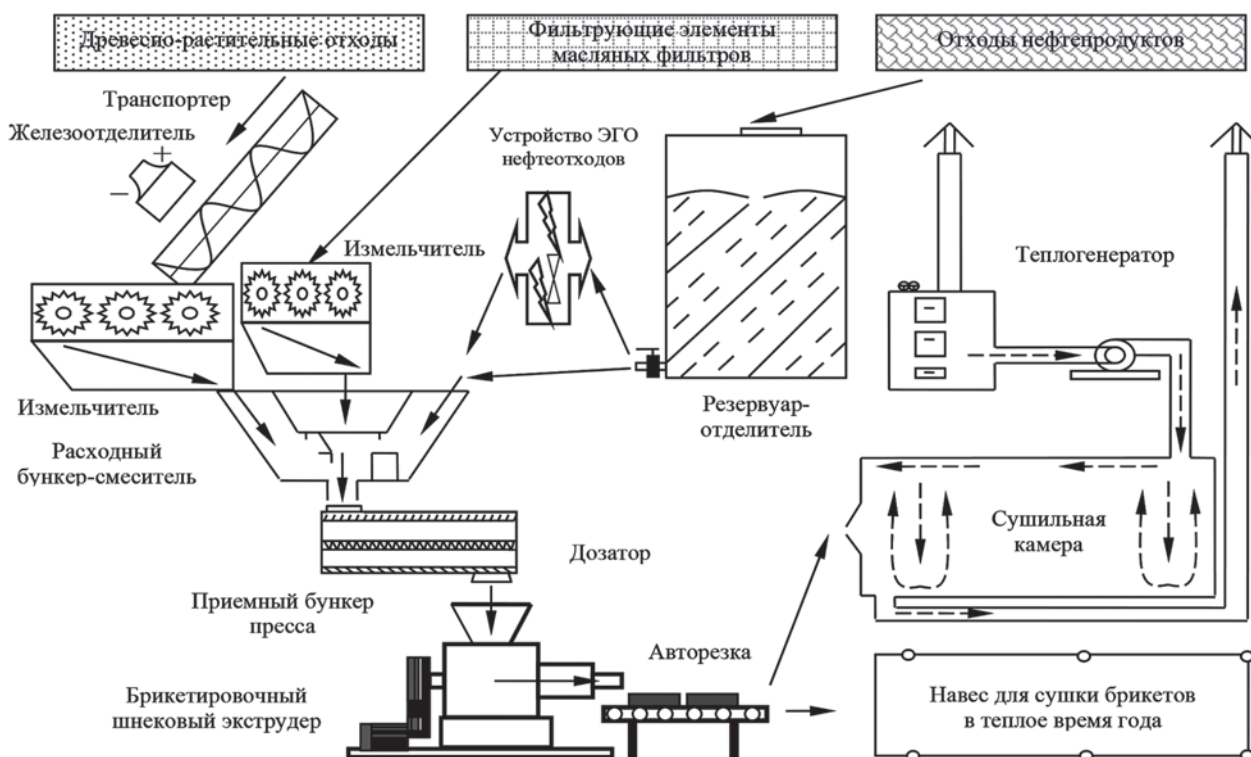


Рис. 3. Схема промышленной установки для производства ТТМ

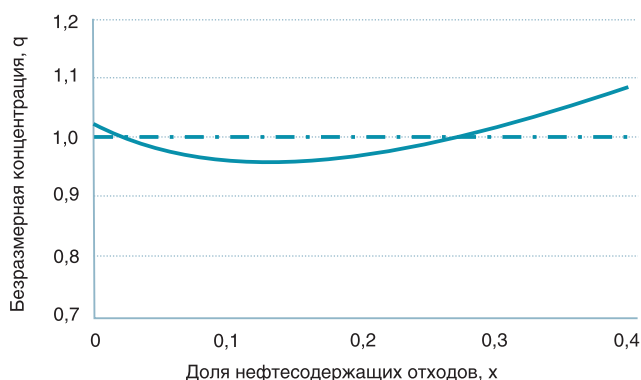


Рис. 4. Кривая изменения зависимости безразмерной приземной концентрации выбросов от доли нефтесодержащих компонентов при мощности котла 0,5 МВт

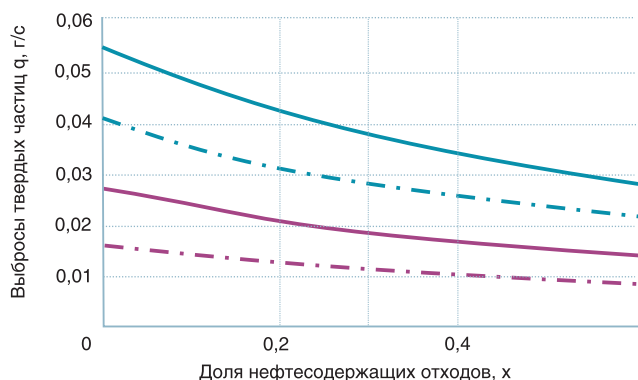
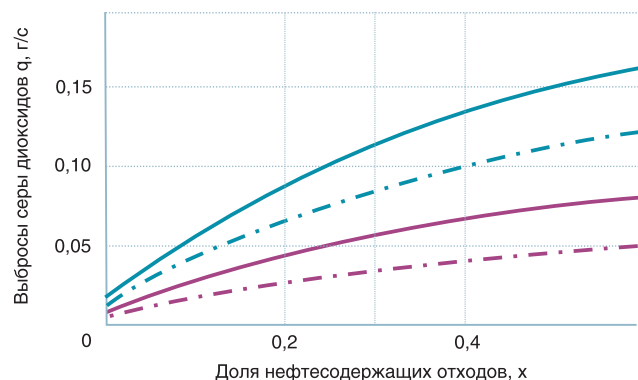
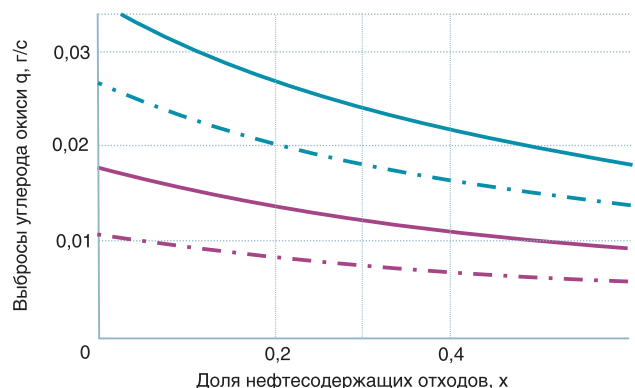
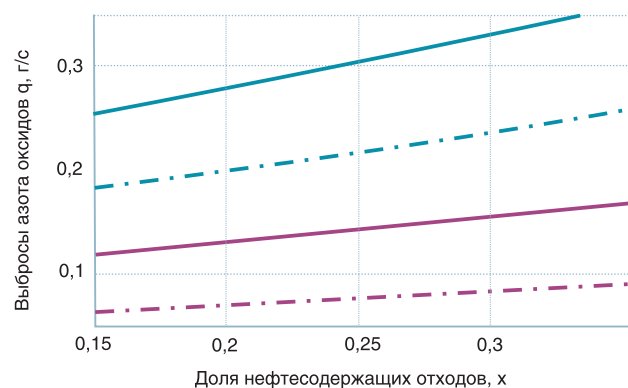
потенциал, экономически выгодно и позволяет решать важные экологические, технические и социальные задачи.

Установлено, что использование фильтрующих элементов в качестве компонента при производстве твердого топлива методом брикетирования многокомпонентных составов позволяет безопасно утилизировать этот вид отходов.

Применение оборудования и технологии, созданных авторами, при соответствующей организации системы сбора отработанных масляных фильтров исключает попадание нефтесодержащих отходов в окружающую среду, создает условия для снижения потребности в древесно-растительном и нефтяном сырье, обеспечивая тем самым экономию природных энергоресурсов. При этом появляется возможность использования составных элементов фильтров в качестве вторичных материальных ресурсов.

Список литературы

1. Хрусталева, Б.М. Технология эффективного использования углеводородсодержащих отходов в производстве многокомпонентного твердого топлива / Б.М. Хрусталева, А.Н. Пехота // Изв. высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2016. – № 2. – С. 122–140.
2. Хрусталева, Б.М. Многокомпонентное твердое топливо на основе малоиспользуемых отходов / Б.М. Хрусталева, А.Н. Пехота // Энергетика и ТЭК. – 2011. – № 11. – С. 16–19.
3. Способ получения топлива твердого многокомпонентного: пат. 18408 Респ. Беларусь / А.Н. Пехота, Б.М. Хрусталева; зарегистрирован в государственном реестре изобретений 09.04.2014.
4. Состав для брикетирования топлива многокомпонентного: пат. 18463 Респ. Беларусь / А.Н. Пехота, Б.М. Хрусталева; зарегистрирован в государственном реестре изобретений 22.04.2014.
5. Состав для брикетирования топлива многокомпонентного: пат. 18130 Респ. Беларусь / А.Н. Пехота, Б.М. Хрусталева; зарегистрирован в государственном реестре изобретений 24.12.2013.
6. Хрусталева, Б.М. Энергоэффективное многокомпонентное твердое топливо на основе малоиспользуемых отходов / Б.М. Хрусталева, А.Н. Пехота // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11 международной научно-технической конференции: в 4 томах. – Т. 1. – Минск: БНТУ, 2013. – С. 146.
7. Хрусталева, Б.М. Композиционное твердое топливо на основе вторичных горючих отходов / Б.М. Хрусталева, А.Н. Пехота // Энергоэффективность. – 2016. – № 4. – С. 18–22.
8. Хрусталева, Б.М. Технология эффективного использования углеводородсодержащих отходов в производстве многокомпонентного твердого топлива / Б.М. Хрусталева, А.Н. Пехота // Изв. высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2016. – № 2. – С. 122–140.



— $N = 0,5 \text{ МВт}$; — $N = 0,25 \text{ МВт}$;
- - $N = 0,38 \text{ МВт}$; - - $N = 0,15 \text{ МВт}$

Рис. 5. Зависимость изменения вредных выбросов от доли нефтесодержащих отходов

КОРРОЗИЯ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Аннотация

В статье рассмотрены причины возникновения грунтовой коррозии, проанализированы требования к проектируемым заземляющим устройствам электроустановок и рекомендованы мероприятия по предупреждению коррозии заземлителей. На основании измерений дана оценка влиянию удельного электрического сопротивления грунта на скорость коррозии заземлителей и предложен метод определения средней глубины коррозии с учетом ожидаемого срока службы заземлителя.

Annotation

The article examines the causes of soil corrosion. The author analyzes the requirements for the designed grounding devices of the electrical installations and describes the measures recommended for implementation in case of corrosion of grounding devices. Based on the measurement results, the author evaluates the effect of the electrical resistivity of the soil on the corrosion rate of grounding devices. In conclusion, a method to calculate the average depth of corrosion based on the expected service-life of the grounding device is proposed.



М.А. ДРАКО,

м.т.н., заведующий электротехнической лабораторией отдела учета и качества электроэнергии РУП «Белэнергосетьпроект»

Статья поступила в редакцию 19 ноября 2019 года

Заземляющие устройства (ЗУ) предназначены для повышения грозоупорности электроустановок и электросетевых объектов, отвода в землю токов коротких замыканий (КЗ) и перенапряжений, возникающих при попадании молнии. Они позволяют обеспечить надежную работу релейной защиты, а также безопасность людей и животных при ненормальных режимах работы энергооборудования [1].

ЗУ представляет собой совокупность заземлителя и заземляющих неизолированных проводников, обеспечивающих связь с землей. Заземлители делятся на естественные (проложенные в земле металлические конструкции, не предназначенные для цепей заземления, но используемые как заземлители) и искусственные (проложенные в земле проводники и конструкции, используемые только для заземления).

Среди недостатков естественных заземлителей выделяют доступность некоторых из них неэлектротехническому персоналу и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей [2]. В тех случаях, когда естественные заземлители отсутствуют либо имеют слишком высокое сопротивление, используют искусственные заземлители.

Конструкции заземлителей могут быть самыми разнообразными и включать как объемные элементы (фундаменты зданий, баки и др.), так и тонкие проводники [3].

Горизонтально расположенные электроды из полос или круглой стали применяются для связи вертикальных электродов и как самостоятельные заземлители. С учетом максимальной глубины промерзания грунта в Беларуси – порядка 1,8 м – вертикальные заземлители обеспечивают эффективность заземления при длине не менее 5 м. В качестве вертикальных электродов при соответствующем обосновании могут быть использованы глубинные заземлители, длина которых должна быть достаточной для достижения слоев земли с низким по отношению к верхним слоям удельным электрическим сопротивлением [4].

Виды и причины коррозии

Значительное влияние на срок службы подземных металлических сооружений оказывает коррозионная агрессивность окружающей среды, а также внешние тех-



ногенные воздействия, существенно снижающие надежность и безопасность эксплуатируемых сооружений и срок их службы [7].

По виду разрушения металлов различают два типа коррозии – сплошную и местную (локальную). Сплошная коррозия поражает одновременно всю поверхность элемента, местная – его отдельные участки, при этом основная часть поверхности может быть не затронута.

По механизмам возникновения коррозия бывает грунтовой, контактной, атмосферной, электрической и биологической.

Грунтовая коррозия чаще развивается в торфянистых, болотистых грунтах. Черноземы, содержащие органические кислоты, обладают высокой степенью агрессивности по отношению к стали, меди, цинку, свинцу. Наиболее агрессивны подзолистые почвы: в них скорость коррозии сталей в 5 раз выше, чем в других грунтах [8].

Контактная коррозия может возникать вследствие образования гальванических пар в месте контакта разнородных металлов, например на стыке стальных и медных электродов.

Атмосферной коррозии подвержены части ЗУ, находящиеся на поверхности. В этом случае электролитом является атмосферная влага, оседающая на металле. При растворении в ней химически активных веществ скорость процесса возрастает, поэтому коррозия данного вида чаще возникает вблизи промышленных центров.

Биологическая коррозия происходит под влиянием жизнедеятельности бактерий и других микроорганизмов, находящихся в большинстве грунтов.

Особенности грунтовой коррозии и метод оценки ее скорости

Почвенно-грунтовые условия Республики Беларусь неоднородны, что объясняется разными процессами почвообразования. Грунт представляет собой пористую среду, состоящую из минеральных и коллоидных частиц, окружающей их воды с растворенными в ней солями и газообразной фазы (воздух, пар) [5, 6]. В зависимости от состава он по-разному влияет на активность коррозионного процесса.

К коррозионным параметрам грунта относятся:

- наличие и характеристики поля блуждающих постоянных токов, возникающих при расположении ПС вблизи электроустановок постоянного тока: подстанций постоянного тока, железных дорог, алюминиевых производств и т.п.;
- окислительно-восстановительный потенциал стали в грунте;
- влажность грунта;
- концентрация солей.

Повышенную коррозионную активность вызывают засоленные почвы, в которых преобладают ионы хлора, кислые, гумусовые, болотистые грунты с водородным показателем (pH) менее 7. Процесс коррозии ускоряется при повышении температуры и увеличении влажности грунта и замедляется при замерзании в нем воды и снижении воздухопроницаемости почвы [9].

Наиболее распространенным методом оценки скорости коррозии является весовой. Метод предполагает определение потери веса (г, кг) за единицу времени (с, ч, сут, год), отнесенную к единице площади (см², м²) испытуемого образца. Если эта величина не превышает 0,1 г/м²·ч, металл считается

коррозионно-стойким, если достигает 3 г/м²·ч и больше – малостойким, если превышает 10 г/м²·ч – нестойкими [8].

Если в результате коррозии сечение элементов ЗУ уменьшилось до пределов, определяемых термической стойкостью, то разрушение устройства может наступить при протекании токов КЗ или тока молнии. Это может не только спровоцировать увеличение сопротивления заземлителя, но и вызвать неконтролируемое растекание тока, расширение зоны искрообразования в грунте или пробой на поверхность, образование недопустимо высокого потенциала на заземлителе, увеличение напряжений шага и прикосновения и др.

В общем случае дефекты ЗУ, обусловленные коррозией, значительно снижают электробезопасность обслуживающего персонала и при воздействии коммутационных или внешних перенапряжений могут приводить к отключению ответственных электроустановок и значительному экономическому ущербу, обусловленному недоотпуском электроэнергии потребителям [10].

Оценка коррозионной агрессивности грунта с учетом его удельного электрического сопротивления

Одним из важнейших факторов, влияющих на скорость грунтовой коррозии, является удельное электрическое сопротивление осадочных пород, которое зависит от степени их водонасыщения, глинистости и минерализации грунтовых вод. Наиболее типичная минерализация грунтовых вод в Беларуси составляет 1 г/дм³. Значения, превышающие данный уровень, обусловлены, как правило, техногенным загрязнением [10].

Согласно [11] в грунтах с удельным сопротивлением верхнего слоя ниже 50 Ом·м и в районах, расположенных южнее 48-й параллели, при проектировании ЗУ необходимо определять коррозионные свойства грунта с целью выбора такого сечения заземлителя, которое обеспечит его долговечность.

Для оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали определяются:

- удельное электрическое сопротивление грунта (измеряется в полевых или лабораторных условиях);
- средняя плотность катодного тока при смещении потенциала стали в грунте в отрицательную область на 100 мВ по отношению к стационарному (таблица 1).

Если удельное электрическое сопротивление грунта, измеренное в полевых или лабораторных условиях, равно или более 130 Ом·м, то коррозионная агрессивность грунта считается низкой и по средней плотности катодного тока не оценивается [7].

В нормах [4, 12] на проектирование и реконструкцию ЗУ электрических подстанций 35–750 кВ Белорусской энергосистемы критерии коррозионной активности грунта в зависимости от удельного сопротивления несколько изменены (таблица 1) относительно норм [7]. Так, если минимально допустимое сечение элементов ЗУ определяется не термической стойкостью, а только механической прочностью, то их сечение в зависимости от агрессивности грунта принимается по таблице 2. При этом применение других форм заземлителей по условию коррозии не допускается.

Защита заземлителей от коррозии

В мировой практике для предотвращения коррозии в грунте при изготовлении заземлителей используют нержавеющие стали либо черные металлы, покрытые:

- медью толщиной 0,25 мм (путем электролиза);
- цинком толщиной 0,08 мм (методом горячего цинкования);
- электропроводящим антикоррозионным пористым покрытием из цинка (95–96 %), смол и летучего растворителя (методом холодного цинкования) [7].

Детальное описание материалов заземлителей по критериям стойкости либо склонности к коррозии приведено в [13].

Опыт применения в ряде зарубежных стран заземлителей из меди, помимо удорожания, дал и другие отрицательные результаты. Медные заземлители образуют гальванические пары с находящимися в земле стальными конструкциями, оболочками кабелей и другими металлическими частями, выступая в качестве катода, в результате чего происходит коррозия подземных стальных частей – анодов по отношению к меди.

Стальные электроды, покрытые медью, не могут применяться в кислых почвах, а также в почвах, содержащих нитраты и сульфаты. Их нельзя использовать для заземления оборудования, работающего в схемах катодной защиты (силовые электрические кабели, стальные трубопроводы), поскольку большой положительный потенциал меди искажает отрицательный потенциал катодной защиты, создаваемый внешним источником тока [1].

В случае если существует опасность коррозии заземлителей, рекомендуется выполнение одного из мероприятий, перечисленных ниже [14, 15]:

- увеличение сечения заземлителей с учетом расчетного срока их службы;
- применение оцинкованных или омедненных заземлителей (в любых почвах, кроме кислых и содержащих нитраты и сульфаты);
- применение электрической защиты;
- выполнение гидроизоляции заземлителя на 0,2 м в обе стороны от границы грунта посредством обмотки заземлителя хлопчатобумажной лентой, пропитанной горячим битумом;
- засыпка дна траншеи однородным грунтом слоем толщиной 10–15 см с последующей укладкой на него заземлителя и покрытием его таким же грунтом слоем той же толщины.

Таблица 1. Коррозионная агрессивность грунта (почвенно-грунтовых вод) по отношению к углеродистой и низколегированной стали

Коррозионная агрессивность грунта	Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Средняя плотность катодного тока, А/м²
Согласно ГОСТ 9.602-2016 [4]		
Низкая	Более 50	До 0,05 включительно
Средняя	20–50	Свыше 0,05 до 0,2 включительно
Высокая	До 20 включительно	Свыше 0,2
Согласно СТБ 09110.47.203-07 [4], СТБ 09110.47.203-07 [12]		
Весьма высокая	до 5	–
Высокая	5–10	–
Повышенная	10–20	–
Средняя	20–100	–
Низкая	Более 100	–

Таблица 2. Рекомендуемые сечения и конструкции стальных заземлителей и заземляющих проводников в зависимости от агрессивности грунтов

Коррозионная активность грунта по отношению к стали	Рекомендуемый диаметр заземлителей	Допустимые к применению заземлители
Стальные вертикальные заземлители		
Весьма высокая	Сталь круглая Ø16 мм	–
Высокая	То же	–
Повышенная, средняя	Для мягких грунтов – сталь круглая Ø12 мм	Сталь угловая 63×63×6 мм
Низкая	Для грунтов средней твердости – сталь круглая Ø16 мм	Для мягких грунтов – сталь угловая 50×50×5 мм, для грунтов средней твердости – сталь угловая 63×63×6 мм
Стальные горизонтальные заземлители и заземляющие проводники		
	Сталь круглая	Стальная полоса
Весьма высокая	Ø16 мм	20×10, 30×10, 40×10 мм
Высокая	Ø14 мм	20×8, 30×8, 40×8 мм
Повышенная, средняя	Ø12 мм	20×6, 30×6, 40×6 мм
Низкая	Ø10–12 мм	20×4, 30×4, 40×4 мм

Прогноз коррозионного состояния заземлителя

Для определения коррозионного состояния ЗУ производится осмотр его элементов со вскрытием грунта не реже одного раза в 12 лет. Если разрушено более 50 % сечения элемента, он должен быть заменен [12].

Уменьшение сечения проводника в процессе коррозии за расчетный срок службы заземлителя составляет, мм²:

$$S_{\text{кор}} = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi(R^2 - r^2) = \pi(R - r)(R + r) = \pi \delta_{\text{кр}} (R + r) = \pi \delta_{\text{кр}} (R + (R - \delta_{\text{кр}})) = \pi \delta_{\text{кр}} (2R - \delta_{\text{кр}}), \quad (1)$$

где R и d – внешний радиус и диаметр проводника, мм; r – радиус не пораженной коррозией части провод-



Таблица 3. Зависимость средней глубины и площади коррозии от коррозионной агрессивности грунта

Коррозионная агрессивность грунта	$\delta_{\text{ср}}$, мм	$S_{\text{кор}}$ круглого проводника, мм ² , диаметром, мм / площадью сечения, мм ²			
		10/78,54	12/113,09	14/153,93	16/201,06
Весьма высокая	4,278	76,9	103,78	130,66	157,54
Высокая	2,338	56,28	70,97	85,66	100,35
Повышенная	1,621	42,67	52,85	63,04	73,22
Средняя	1,011	28,55	34,9	41,25	47,61
Низкая	0,464	13,9	16,82	19,73	22,65

ника, мм; $\delta_{\text{ср}}$ – средняя глубина коррозии, мм, рассчитываемая по формуле

$$\delta_{\text{ср}} = a_3 (\ln T)^3 + a_2 (\ln T)^2 + a_1 \ln T + a_0, \quad (2)$$

где T – расчетный срок службы заземлителя (600 мес.); a_0 – a_3 – коэффициенты, зависящие от агрессивности грунтовых условий по отношению к стали [1].

На основании сопоставления данных таблиц 3 и 2 можно сделать вывод, что ожидаемо не прослужат 50 лет:

- заземлитель из круглой стали $\varnothing 16$ мм при весьма высокой коррозионной активности грунта, так как будет разрушено 78 % его сечения;
- заземлитель из круглой стали $\varnothing 14$ мм при высокой и весьма высокой коррозионной активности грунта, так как будет разрушено 55–65 % его сечения.

Таким образом, в нормах [4, 12] должен быть пересмотрен рекомендуемый для электроустановок диаметр заземлителей, располагаемых в грунтах с высокой и весьма высокой коррозионной активностью.

Расчетное значение удельного сопротивления грунта с учетом сезонных изменений его состояния, а также состояния во время проведения измерения, вычисляется по формуле

$$\rho_{\text{расч}} = \rho k_{\text{сез}} k_{\text{зем}}, \quad (3)$$

где $k_{\text{сез}}$ – сезонный повышающий коэффициент, учитывающий промерзание или высыхание грунта; $k_{\text{зем}}$ – коэффициент, учитывающий состояние грунта во время проведения измерения его удельного сопротивления [2].

Результаты расчета ожидаемого увеличения значения $\rho_{\text{расч}}$ с учетом вариаций $k_{\text{сез}}$ и $k_{\text{зем}}$ для заземлителей различного конструктивного исполнения сведены в таблицу 4.

На основании таблицы 4 можно сделать вывод, что учет сезонных изменений состояния грунта при выборе заземлителя по условию коррозионной активности грунта приведет к увеличению погрешности проектирования в 1,53–2,27 раза.

Согласно [11] измерение электрохимического потенциала и электрического сопротивления грунта позволяет сделать выводы о его состоянии и прогноз о коррозионном уменьшении сечения заземлителей.

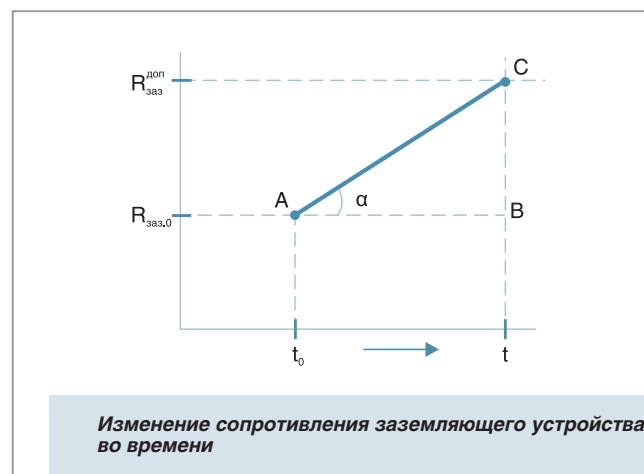
Пусть протекание процессов коррозии приводит к изменению во времени значения начального сопротивления ЗУ $R_{\text{заз},0}$. Момент t ремонта (отказа) наступит при достижении параметром $R_{\text{заз},0}$ предельно допустимого значения $R_{\text{заз},0}^{\text{доп}}$. Тогда вероятность безотказной работы можно определить по формуле

 Таблица 4. Ожидаемое увеличение $\rho_{\text{расч}}$ (с учетом $k_{\text{сез}}$ и $k_{\text{зем}}$) относительно ρ

Конструктивное исполнение заземлителя	$k_{\text{сез}} k_{\text{зем}}$ при сезонных изменениях			Усредненное значение $k_{\text{сез}} k_{\text{зем}}$ в годовом разрезе
	Нормальная влажность грунта	Влажный грунт	Сухой грунт	
Вертикальные электроды длиной 5 м	1,5	1,65	1,43	1,53
Горизонтальные электроды длиной 10 м	2,5	4,25	1,88	2,88
Горизонтальные электроды длиной 50 м	2	3,2	1,6	2,27

$$P(y) = 0,5 + \Phi \left(\frac{R_{\text{заз},0}^{\text{доп}} + \bar{R}_{\text{заз},0} + \gamma(t)t}{\sqrt{\sigma_{R_{\text{заз},0}}^2 + \sigma_{\gamma(t)}^2 t^2}} \right), \quad (4)$$

где Φ – нормированная функция Лапласа; $\gamma(t) = \frac{dR_{\text{заз}}}{dt}$ – скорость изменения параметра $R_{\text{заз}}$ во времени t ; $\sigma_{R_{\text{заз},0}}^2$, $\sigma_{\gamma(t)}^2$ – дисперсии нормального распределения значений $R_{\text{заз},0}$ и $\gamma(t)$.



Если первоначальное значение $R_{\text{заз},0}$ до момента времени t_0 считается неизменным, а затем линейно (или нелинейно) возрастает до значения $R_{\text{заз},0}^{\text{доп}}$, то время t (см. рисунок), соответствующее моменту достижения контролируемым параметром допустимого значения и, соответственно, возникно-

вения необходимости ремонта или замены ЗУ, определяется по выражениям:

$$t = t_0 + AB = t_0 + R_{\text{заз.0}} \left(\frac{R_{\text{заз.доп}}}{R_{\text{заз.0}}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\text{tg}\alpha}; \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{AB}{CB} &= \text{ctg}\alpha \rightarrow AB = CB \text{ctg}\alpha = (R_{\text{заз.доп}} - R_{\text{заз.0}}) \text{ctg}\alpha = \\ &= \frac{(R_{\text{заз.доп}} - R_{\text{заз.0}})}{\text{tg}\alpha} = \frac{R_{\text{заз.0}} \left(\frac{R_{\text{заз.доп}}}{R_{\text{заз.0}}} - 1 \right)}{\text{tg}\alpha} = \frac{CB}{AB} = \text{tg}\alpha = \gamma(t). \end{aligned} \quad (6)$$

Зная статистические данные по $\gamma(t)$, $\sigma_{R_{\text{заз.0}}}$ и $\sigma_{\gamma(t)}$, можно определить время t , по достижении которого степень коррозии будет иметь наперед заданное значение.

Выводы

1. Для Беларуси нехарактерны грунты с высокой и повышенной коррозионной активностью. Значения удельного электрического сопротивления грунтов идентичных типов во всех областях республики отличаются незначительно и могут быть приняты усредненными. В других грунтах, за исключением песка, ожидаемое удельное электрическое сопротивление не превышает 600 Ом·м.

2. При проектировании электроустановок, размещаемых на торфяных грунтах с агрессивными водами, параметры ЗУ должны рассчитываться по условиям работы в грунтах средней коррозионной активности.

3. При размещении заземлителей в суглинках, суглинках с агрессивными водами, супесях, супесях мокрых, песке всех видов ожидается низкая коррозионная активность (характерно для всех областей Республики Беларусь). В сухих грунтах (влажностью до 5 %) коррозия не прогнозируется из-за отсутствия электролита.

4. Учет сезонных изменений состояния грунта при рассмотрении вопроса выбора заземлителя по условию коррозионной активности приводит к увеличению удельного электрического сопротивления грунта в 1,53–2,27 раза.

5. Предложена корреляционная зависимость изменения сопротивления ЗУ во времени.

6. Необходим пересмотр рекомендуемых диаметров заземлителей для электроустановок, размещаемых на грунтах с высокой и весьма высокой коррозионной активностью.

Отметим, что согласно [1] применительно к территории Беларуси считается, что вертикальные и лучевые заземлители, выполненные из круглой стали диаметром 12 мм, прослужат не менее 50 лет, что подтверждают результаты расчетов.

Список литературы

1. Короткевич, М.А. Монтаж электрических сетей: учеб. пособие / М.А. Короткевич. – Минск: Выш. школа, 2012. – 512 с.
2. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие для вузов / П.А. Долин. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.
3. Колечицкий, Е.С. Основы расчета заземляющих устройств: учеб. пособие / Е.С. Колечицкий. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 48 с.
4. Методические указания по выполнению заземления на электрических станциях и подстанциях напряжением 35–750 кВ: СТП 09110.47.203-07. – Введ. 26.04.07. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2007. – 48 с.
5. Леонович, И.И. Водно-тепловой режим земляного полотна [Электронный ресурс]: пособие для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / И.И. Леонович, Н.П. Вырко; Белорусский национальный технический университет, кафедра «Строительство и эксплуатация дорог». – Минск: БНТУ, 2013.
6. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности: справ. издание / П.А. Долин. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 823 с.
7. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии: ГОСТ 9.602-2016. – Введ. 01.06.17. – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России, 2016.
8. Ланина, Т.Д. Материаловедение (коррозионная защита оборудования): метод. указания для выполнения лабораторных работ / Т.Д. Ланина, Е.С. Селиванова. – Ухта: УГТУ, 2012. – 36 с.
9. Карякин, Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок: справочник / Р.Н. Карякин. – 2-е изд. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2006. – 520 с.
10. Драко, М.А. Выбор геометрических параметров заземляющих устройств подстанций и ВЛ 110 кВ и выше с учетом коррозионной активности грунта / М.А. Драко, А.М. Короткевич, А.П. Иваненко // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 5. – С. 27–29.
11. Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6–750 кВ: СТО 56947007-29.130.15.114-2012. – Введ. 03.02.2012.
12. Методические указания по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций напряжением 35–750 кВ: СТП 09110.47.103-07. – Введ. 01.12.2007. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2007. – 75 с.
13. Сокол, И.Я. Структура и коррозия металлов и сплавов. Атлас: справ. издание / И.Я. Сокол [и др.]. – М.: Металлургия, 1989. – 400 с.
14. Методические указания по проектированию и выполнению заземляющих устройств опор ВЛ напряжением 35–750 кВ: СТП 09110.20.189-12. – Введ. 01.08.2013. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2007. – 42 с.
15. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2015. – 340 с.

Новое издание

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

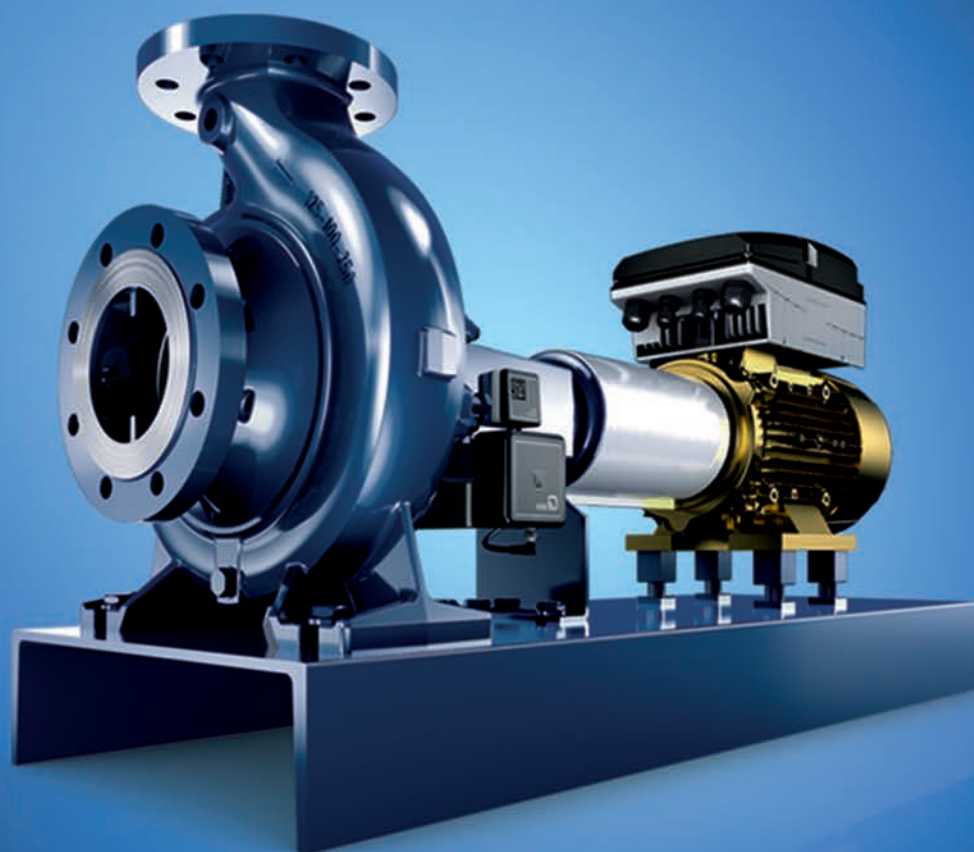
- ✓ СТП 33240.09.157-19
«Методические указания по составлению и содержанию энергетических характеристик электробойлерных установок тепловых электростанций и котельных энергоснабжающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документом можно
 в ЭИС «Энергодokument»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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



Интеллектуальный насос – умная система

УНП 191759977

- KSB FlowManager – мобильное приложение для настройки параметров и управления регулируемыми и нерегулируемыми насосами
- MyFlow Technology – концепция «умной» производительности нерегулируемых насосов
- KSB Guard – система дистанционного мониторинга работы всего насосного парка
- Дополненная реальность для экспертной диагностики, сервиса и ввода в эксплуатацию
- 3D-принтер – запчасти для любых насосов

► Наши технологии. Ваш успех.
Насосы • Арматура • Сервис

ИООО «КСБ БЕЛ»: 220089 Минск, ул.3-я Щорса, 9 - 607.
Т/ф: +375 17 336-42-56; 336-42-57; 336-42-58



КОМПЛЕКСНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ГЕРМАНИИ

В последнее время в Германии значительно возросло давление со стороны общества в области защиты климата. Консенсус, предложенный в 2019 году Комиссией по экономическому росту, структурным изменениям и занятости, созданной Федеральным правительством Германии, подразумевает поэтапный отказ от выработки электроэнергии угольными электростанциями до 2038 года. На саммите ЕС в июне 2019 года Германия присоединилась к целевому требованию достижения климатической нейтральности к 2050 году. В статье приведены результаты перспективного исследования Немецкого энергетического агентства (dena) об основных аспектах реализации Новой энергетической политики Германии.



КРИСТОФ ЮГЕЛЬ,
руководитель отдела
«Энергетические системы»
Немецкого энергетического
агентства (dena)



К сведению:
Перспективное исследование dena по комплексной реализации Новой энергетической по-

литики проведено в сотрудничестве более чем с 60 партнерами, включая предприятия энергоснабжения, операторов сетей, консалтинговые и промышленные компании всех отраслей, а также экономические ассоциации и объединения. Среди партнеров исследования – Audi, Mitsubishi International, Aurubis, BASF, BayWa, E.ON, Siemens, 50Hertz, TenneT TSO, Viessmann.

Цель исследования – совместная разработка и научная оценка реалистичных путей трансформационного процесса достижения показателей целевого климатического коридора, предусматривающего сокращение выбросов парниковых газов к 2050 году на 80–95 %. Оценка технологической и экономической осуществимости этих путей, сделанная предприятиями-партнерами, оказала существенное влияние на результаты исследования, которые были опубликованы в июне 2018 года и актуализированы в 2019 году¹.

Подход к реализации Новой энергетической политики должен быть системным

Комплексная реализация Новой энергетической политики (Энергетического поворота) – новое понятие в политической дискуссии об энергетике, введенное в перспективном исследовании dena. Комплексная реализация означает такой процесс, при котором взаимодействие различных технических и технологических систем, инфраструктур и рынков в различных секторах (энергетика, промышленность, здания и транспорт) происходит в согласованном режиме и преобразуется в оптимизированную и интеллектуальную энергетическую систему. Эта интеграция осуществляется в балансе между локальным, региональным и надрегиональным уровнями. Помимо того, рынки и инфраструктуры этих секторов необходимо рассматривать совместно и согласовывать их взаимодействие.

В рамках данного ключевого понятия dena в своем исследовании придерживается целостного взгляда на энергетическую систему и констатирует необходимость широкого диалога в обществе о реалистичных путях трансформационного процесса.

Агентство dena рассмотрело несколько сценариев достижения климатической нейтральности. В их основе лежит как развитие электрификации, так и внедрение комплекса различных технологий.

В сценариях, базирующихся на развитии электрификации, предполагается, что потребность в энергии зданий, промышлен-

¹https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9283_dena_Study_Integrated_Energy_Transition.PDF.



ленности и транспорта будет в значительной степени обусловлена более широким использованием тепловых насосов, производственного электрического оборудования и электроприводов.

В сценариях, выдвигающих на первый план технологическую составляющую, за основу взято применение довольно широкого спектра технологий и носителей энергии, включая более интенсивное использование газообразных и жидких видов топлива, получаемых синтетическим методом из возобновляемых источников.

Результаты исследования свидетельствуют, что **цели Парижского соглашения по-прежнему достижимы**. Принципиально сокращение выбросов парниковых газов на 80 % или на 95 % к 2050 году по сравнению с 1990-м возможно (рис. 1). Однако достижение этих целей предполагает реализацию значительно более масштабных мер, чем те, которые были запланированы ранее по всем секторам экономики. Способствовать этому должны более высокая степень активности всех участников процесса, формирование соответствующих политических рамочных условий и решение вопроса распределения затрат, связанных с реализацией Новой энергетической политики. В целом перспективное исследование dena показало, что достижение целей по защите климата требует принципиально новых подходов к решению существующих проблем.

Пути трансформации значимых секторов экономики и, как следствие, подходы к сокращению выбросов парниковых газов в данных секторах уже к 2030 году будут значительно отличаться от существующих сегодня. Таким образом, цель по достижению климатической нейтральности требует разработки стратегий, рассчитанных на дальнюю перспективу. Необходимо как можно скорее принять политическое решение, которое позволит начать своевременную разработку и широкое внедрение на рынке новых технологий, необходимых для трансформации отдельных секторов.

Широкий спектр источников энергии обеспечивает более экономичные пути трансформации

Согласно прогнозу dena, реализация мероприятий, включающих комбинированное применение широкого спектра технологий и энергоносителей, позволит снизить к 2050 году затраты на достижение климатической нейтральности почти на € 600 млрд по сравнению с мерами, основанными в большей степени на расширении сферы применения сетевой электроэнергии. Использование существующих энергетических инфраструктур во всем их разнообразии позволит более гибко подходить к решению проблем и вместе с тем начать разработку технологий будущего.

Важным фактором успешности Новой энергетической политики является **более интенсивное наращивание мощностей возобновляемых источников энергии**

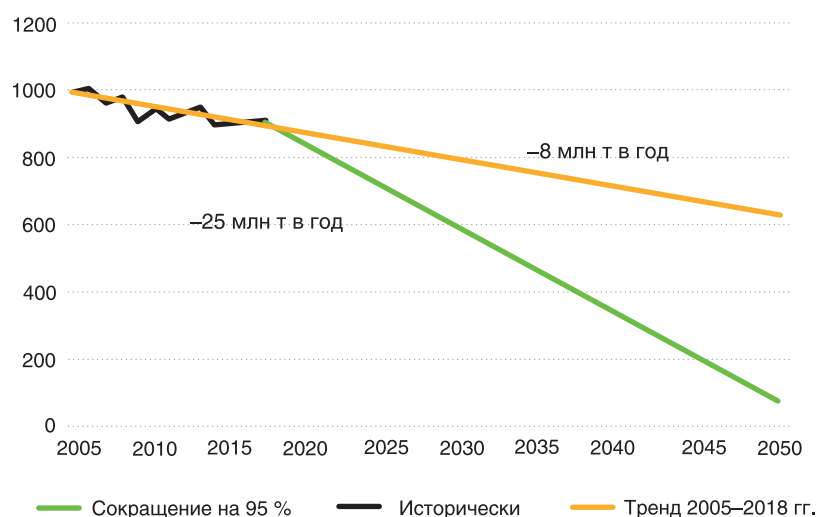


Рис. 1. Сокращение выбросов парниковых газов в Германии, млн т

К сведению:

Немецкое энергетическое агентство (dena) является экспертным центром Германии в области энергоэффективности, возобновляемых источников энергии и интеллектуальных энергетических систем. Главная задача dena – практическая реализация Новой энергетической политики и содействие достижению ее целей в области энергетики и климата путем разработки и реализации решений как на национальном, так и на международном уровне. В Республике Беларусь Немецкое энергетическое агентство (dena) активно работает в области энергетических систем и энергоэффективности с 2015 года.

и их интеграция в энергосистему. В частности, до 2050 года требуется нарастить мощность возобновляемых источников в среднем до уровня 8,5 ГВт в год. Для этого необходимо расширить существующий коридор возможностей развития ВИЭ, в том числе и за счет предоставления необходимых земельных территорий. Продолжение формирования структуры энергетического рынка и сетевого регулирования является основой оптимизированной системной интеграции ВИЭ в энергосистему страны на региональном и наднациональном уровнях.

Фундаментальным условием достижения климатических целей является **сокращение энергопотребления** за счет реализации комплексных мероприятий по повышению энергоэффективности во всех секторах экономики (в одной только промышленности планируется к 2050 году снизить энергопотребление на 26–33 %), а также расширения спектра использования ВИЭ.

Третий решающий фактор – это **использование синтетических носителей возобновляемой энергии** (по большей части

импортируются Германией). Прогнозируется, что в 2050 году они покроют от 150 до 900 ТВт·ч/год потребности в электроэнергии во всех тех сферах, где трудно или невозможно предотвратить вредные выбросы за счет прямого использования возобновляемой электроэнергии. Кроме того, эти «зеленые» виды топлива способны покрыть дефицит электроэнергии в случае, если наращивание потенциала ВИЭ будет происходить не в том объеме и не так быстро, как планировалось.

Перспективное исследование dena констатирует, что значение ВИЭ будет возрастать. Уже в 2015–2018 годах в энергетике отчетливо наблюдается переход от угольной и атомной энергетики к ВИЭ и газу. Общая чистая выработка электроэнергии в течение этого периода остается неизменной. Генерация электроэнергии на угольном топливе снижается с 250 ТВт·ч до 210 ТВт·ч, другие показатели остаются более или менее постоянными – на уровне 29 ТВт·ч и 28 ТВт·ч соответственно. При этом объемы атомной энергии снижаются с 87 ТВт·ч до 72 ТВт·ч (AGEB, 2019a)², а выработанной на ВИЭ – увеличиваются с 179 ТВт·ч до 215 ТВт·ч. Эта тенденция будет усиливаться в рамках трансформационного пути, представленного в перспективном исследовании на период до 2030 года. Наряду с постепенным отказом от атомной энергетики, к 2022 году более половины объема выработки электроэнергии на угольном топливе будет компенсировано за счет ВИЭ. Динамика чистой выработки электроэнергии с разбивкой по источникам в период с 2015 по 2030 год представлена на рисунке 2.

Успех Новой энергетической политики заложен в международных разработках. Для обеспечения устойчивости энергетической системы Германии необходимы сбалансированное развитие европейского внутреннего рынка электроэнергии и международной торговли синтетическими энергоносителями из возобновляемых источников, а также дальнейшее снижение стоимости основных технологий, предусмотренных к внедрению Новой энергетической политикой, за счет повышения глобального спроса на них.

От структурных изменений – к модернизации и активной инвестиционной политике

Помимо широко обсуждаемых изменений в угольной промышленности, во многих других отраслях и секторах промышленности в будущем также произойдут структурные преобразования, направленные на достижение климатической нейтральности. Амбициозные цели в области климата повлекут за собой фундаментальные изменения, например, в области добычи химического сырья. В автомобильной промышленности изменятся технологии приводов, что затронет не только крупных автопроизводителей, но и массу малых и средних компаний в сфере поставок комплектующих. Эти изменения потребуют создания политических рамочных условий, устанавливающих долгосрочные надежные стимулы для предотвращения выбросов CO₂ и обеспечивающих открытую для новых технологий инновационную оптимизацию всего рынка, а не ограниченных секторов. Необходимые принципиальные решения по развитию энергетической инфраструктуры, в том числе газовой, должны быть приняты своевременно.

Для успеха Новой энергетической политики необходимо, чтобы все владельцы зданий в течение следующих трех десятилетий поддерживали неизменно высокий уровень инвестиций в энергосберегающее санирование и модернизацию существующих зданий наряду с увеличением объема этой реконструкции с 1 % как минимум до 1,4 %. Стимулирование и поддержка инвестиций требуют применения тщательно подобранного набора инструментов с акцентом на поощрение инвестиций вместо регуляторных ограничений, а также постоянного контроля и, в случае необходимости, адаптации этого инструментария.

Для эффективного функционирования энергосистемы с очень высокой долей ВИЭ, каковой является энергосистема Германии, требуются масштабные меры, направленные на обеспечение сбалансированной работы как энергосистемы страны, так и объединенной энергосистемы ЕС. К таким мерам следует отнести реализацию Плана развития сетей до 2030 года, а также инвестирование в передающие и распределительные сети. Как показывает опыт европейских соседей, в дополнение к постоянному расширению использования ВИЭ необходимо инвестировать в газовые электростанции, призванные обеспечить безопасность поставок электроэнергии в условиях, когда атомные электростанции уже не предоставляют гарантированный объем генерации, а угольные предоставляют ее в ограниченном количестве.

Ключевым рычагом снижения выбросов CO₂ является сокращение удельного потребления энергоресурсов транспортными средствами и значительное увеличение использования ВИЭ в транспортном секторе с целью снижения потребления энергии в целом. Электрификация приводов является при этом основным, но не единственным движущим элементом новой транспортной политики. Выработка электроэнергии, как и производство газообразного и жидкого топлива, в перспективе должны полностью основываться на ВИЭ. В то же время необходима разработка новых стратегий мобильности для сдерживания дальнейшего увеличения трафика транспорта на двигателях внутреннего сгорания и в идеале – для абсолютного прекращения его роста.

Комплексное проектирование транспортной, энергетической и ИТ-инфраструктуры по секторам должно осуществляться в целом намного интенсивнее, а система отчисления пошлин и налогообложения страны должна ориентироваться на цели Новой энергетической политики.

Тематическая направленность дискурса в Германии

Сегодня важно, чтобы политика задавала курс на достижение климатических целей. В Германии выбросы парниковых газов к 2030 году должны снизиться по сравнению с 1990 годом на 55 % при любых обстоятельствах. Конкретные цели к 2050 году еще следует уточнить. До настоящего момента действовала установка на уменьшение выбросов парниковых газов на 80–95 %. Между тем сейчас на первый план выходит достижение климатической нейтральности. Ориентиром является Парижское соглашение по климату, цель которого – ограничение глобального потепления к 2050 году максимум на 2 °C, а по возможности – на 1,5 °C.

²Рабочая группа по энергетическим балансам (AGEB, 2019a).



Рис. 2. Динамика чистой выработки электроэнергии с разбивкой по энергоисточникам
Данные Института энергетической экономики при Кельнском университете (EWI)

Перспективное исследование deна позволяет сформулировать основную направленность предстоящих дебатов об инструментах и целях Новой энергетической политики:

- **Новой энергетической политике необходимы новые экономические рамки.** Прежде всего это означает новое ценообразование на выбросы CO₂ и комплексную реформу в области налогов, сборов и платежей. Это позволит разрушить закостеневшие структуры во всех сферах действия Новой энергетической политики – от энергетики до транспорта, сектора зданий и промышленности – и придать им новую динамику. Здесь важна четкая ориентация на предотвращение выбросов CO₂, углеродную нейтральность производимой продукции, социальную справедливость, надежность долгосрочного планирования и защиту индустрии от неблагоприятных факторов конкуренции.
- **Новая экономическая политика опирается на три фактора:** энергоэффективность, прямое использование возобновляемой электроэнергии и применение синтетических видов топлива, горючего и основного сырья для химической отрасли, произведенных за счет использования ВИЭ. В отношении всех этих факторов скорость процесса трансформации должна быть значительно увеличена. Они являются взаимодополняющими и не должны противопоставляться друг другу. Большую часть синтетического топлива Германии придется импортировать. Тем не менее страна должна создать свой собственный потенциал, чтобы получить возможность формировать будущий рынок в этой области в качестве поставщика технологий.
- **Новая энергетическая политика требует наличия гибких и интеллектуальных инфраструктур.** При проектировании энергетической инфраструктуры следует сфокусировать взгляд на энергосистеме в целом. Цель должна состоять в том, чтобы наряду с развивающимся дизайном рынка повысить гибкость функционирования энергосистемы и более оптимально использовать синергетические эффекты на стыке взаимодействия электросетей, производителей и потребителей электроэнергии.
- **Новая энергетическая политика требует поддержки и консультирования, информирования и диалога на всех уровнях общества.** Регулирующего законодательства и ценообразования на выбросы CO₂ недостаточно, чтобы

заставить людей действовать. Переход на благоприятные для климата альтернативы часто связан с дополнительными инвестициями, а также и с изменением привычек – будь то пользование жильем, средствами передвижения или досуг – на всех уровнях: в частных домохозяйствах, компаниях или муниципалитетах. Поэтому государственная политика должна не только оказывать давление, но и создавать привлекательные предложения и стимулы. Это также важно для сохранения одобрительного отношения общества к процессу трансформации.

- **Новая энергетическая политика должна изменить подходы к обращению с остаточными выбросами CO₂.** С технологической точки зрения в индустриальном секторе сегодня и в долгосрочной перспективе невозможно полностью избежать выбросов некоторых парниковых газов. Чем более амбициозны климатические цели, тем важнее обеспечить связывание углеродов любым способом – за счет увеличения лесопосадок, фильтрации выбросов, прямого захвата углекислого газа из атмосферы, очистки воздуха или применения других технологий.

Основная рекомендация, предлагаемая участниками исследования, заключается в том, что Новая энергетическая политика требует комплексного подхода, открытости и инноваций. Энергетический сектор находится в процессе изменений, границы его подотраслей размываются, взаимодействие между ними становится более комплексным. Цифровизация позволяет создать согласованный режим работы растущего числа компонентов энергетической системы и заново адаптировать услуги к потребностям людей. Невозможно предусмотреть эти процессы заранее или управлять ими в долгосрочной перспективе, а также отреагировать на них в рамках одного большого шага. Лишь находясь в постоянном диалоге, происходящие изменения можно подразделить на конкретные шаги и выявить конкретные вызовы, ответы на которые можно дать с помощью сторонников Энергетического поворота и доступных на данный момент средств.

В то же время важно следить за происходящими событиями, создавать в энергетике, экономике и науке глобальные альянсы и оставаться открытыми для новых идей. Комплексная реализация Новой энергетической политики и результаты перспективного исследования deна создают для этого в Германии хорошую основу.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 февраля 2020 года вводится в действие ГОСТ IEC 60255-149-2019 «Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 149. Функциональные требования к электротепловым реле». Стандарт устанавливает минимальные требования к тепловым защитным реле. В нем содержатся требования к функции защиты, измерительным характеристикам и методологии испытаний.

Документ также устанавливает общий и воспроизводимый эталон для оценки реле с зависимой выдержкой времени, которые защищают оборудование от теплового повреждения путем измерения переменного тока, протекающего через оборудование. Дополнительные входные воздействующие величины, такие как температуры окружающей среды, охлаждающей жидкости, масла и обмотки, могут применяться для определения тепловой защиты, приведенной в стандарте.

Стандарт не распространяется на классы тепловой защиты, приведенные в IEC 60947-4-1 и IEC 60947-4-2, связанные с электромеханическими и электронными защитными устройствами для низковольтных электродвигателей.

ГОСТ 28656-2019 «Газы углеводородные сжиженные. Расчетный метод определения плотности и давления насыщенных паров» начнет действовать с 1 марта 2020 года. Стандарт распространяется на сжиженные углеводородные газы (СУГ): пропан, пропен, бутаны, бутены и их смеси, применяемые в качестве моторного топлива для автомобильного транспорта, топлива технологического и коммунально-бытового потребления или сырья для химических процессов. В документе регламентируется упрощенный метод вычисления плотности и избыточного давления насыщенных паров на основе данных измерения углеводородного состава методом газовой хроматографии.

Стандарт предназначен для вычисления плотности и давления насыщенных паров СУГ, в которых диапазон массовой доли компонентов составляет от 0,005 % до 99,80 %.

С 1 апреля 2020 года вводится в действие ГОСТ 16264.0-2018 «Машины электрические малой мощности. Двигатели.

Общие технические условия», который распространяется на электродвигатели номинальной мощностью до 1000 Вт (асинхронные, синхронные, коллекторные переменного тока и универсальные, коллекторные и бесконтактные постоянного тока и шаговые с номинальным моментом до 10 Нм), предназначенные для работы от сети постоянного или переменного тока частотой 50, 60 или 400 Гц, изготавливаемые для нужд народного хозяйства и экспорта в страны с умеренным и тропическим климатом.

Требования стандарта касаются безопасности двигателей, их конструкции, устойчивости к внешним воздействиям, надежности и других характеристик, а также маркировки и методов испытаний. Стандарт не распространяется на следующие типы двигателей: взрывозащищенные, электрифицированных игрушек, линейные, подвижного транспорта, а также асинхронные трехфазные серий 4А, 4АМ, АИ.

1 мая 2020 года вступит в силу ГОСТ IEC 60947-5-9-2017 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-9. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Коммутаторы скорости потока». Он распространяется на датчики расхода, которые регистрируют скорость потока газа, жидкости или сыпучего вещества. Это автономные устройства, имеющие полупроводниковые коммутационные элементы, предназначенные для включения в цепи с номинальным напряжением не выше 250 В переменного тока частотой 50/60 Гц или 300 В постоянного тока.

Стандарт устанавливает для датчиков расхода терминологию, классификацию, характеристики, информацию об изделии, условия нормальной эксплуатации, монтажа и транспортирования, а также требования к конструкции и работоспособности, испытаниям для проверки соответствия номинальным характеристикам. В документе не содержится дополнительных требований для датчиков расхода, применяемых со взрывоопасными материалами либо во взрывоопасных средах. Стандарт не распространяется на устройства с аналоговым выходом.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC/IEEE 62582-6:2019 «Электростанции атомные. Важные для безопасности средства измерения и управления. Методы мониторинга состояния электрического оборудования. Часть 6. Сопротивление изоляции» (принят 22.10.2019);

IEC TR 63127:2019 «Электростанции атомные. Пункты управления. Конструирование с учетом человеческих факторов» (принят 29.10.2019);

IEC 62645:2019 «Электростанции атомные. Системы контроля, управления и энергоснабжения. Требования кибербезопасности» (принят 13.11.2019).

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



УТВЕРЖДЕНЫ ПРАВИЛА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В целях совершенствования государственного регулирования в области теплоснабжения потребителей постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 сентября 2019 года № 609 утверждены Правила теплоснабжения. Документ вступил в силу 20 декабря 2019 года.

Основные аспекты правового регулирования отношений в сфере теплоснабжения

В целях установления в республике комплексных и единых подходов в области теплоснабжения, отвечающих действующим нормам законодательства, постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 сентября 2019 года № 609 утверждены Правила теплоснабжения.

Документ включает следующие разделы:

- общие положения;
 - присоединение систем теплоснабжения потребителей к тепловым сетям энергоснабжающей организации;
 - договор теплоснабжения;
 - учет тепловой энергии;
 - количество тепловой энергии, расчеты за тепловую энергию;
 - ответственность энергоснабжающей организации и потребителей;
 - ограничение и отключение потребителей.
- Правилами теплоснабжения регламентируются:
- взаимоотношения потребителей тепловой энергии с энергоснабжающими организациями по заключению, исполнению, изменению, продлению и прекращению договоров теплоснабжения;

- порядок присоединения систем теплоснабжения к тепловым сетям;
- требования к организации учета тепловой энергии и теплоносителя, ответственность потребителей и энергоснабжающих организаций за эксплуатацию и техническое состояние приборов учета тепловой энергии;
- порядок составления и применения графиков ограничения и аварийного отключения потребителей тепловой энергии и мощности;
- порядок расчетов за тепловую энергию и теплоноситель;
- ответственность за неисполнение договорных обязательств как абонента, так и энергоснабжающей организации.

При этом надо иметь в виду, что положения документа не распространяются на порядок оказания жилищно-коммунальных услуг по теплоснабжению и горячему водоснабжению.

Присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям энергоснабжающих организаций

Документом определен порядок присоединения систем теплоснабжения потребителей (юридических лиц и индивидуальных предпринимателей) к тепловым сетям энергоснабжающих организаций. В том числе регламентирован порядок выдачи и реализации технических условий на присоединение и организацию расчетного узла учета тепловой энергии, включая разработку проектной документации на теплоснабжение и заключение договора теплоснабжения в соответствии с законодательством.

При этом в отношении юрлиц и индивидуальных предпринимателей порядок присоединения систем теплоснабжения к тепловым сетям установлен согласно:

- Положению о порядке подготовки и выдачи разрешительной документации на строительство объектов, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20 февраля 2007 года № 223;
- Положению о порядке реконструкции жилых и (или) нежилых помещений в многоквартирных, блокированных жилых домах, многоквартирных жилых домов, а также нежилых капитальных построек на придомовой территории, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 мая 2013 года № 384.

Для граждан, являющихся собственниками многоквартирных, блокированных жилых домов, порядок присоединения к те-



пловым сетям установлен с учетом вышеуказанных положений, а также административных процедур, предусмотренных пунктами 10.9, 10.11 перечня административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями по заявлениям граждан, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 26 апреля 2010 года № 200.

Регулирование договорных отношений и порядок расчетов за тепловую энергию

В Правила включены новые требования к регулированию договорных отношений и порядку расчетов за тепловую энергию, поставляемую для горячего водоснабжения и теплоснабжения в многоквартирных жилых домах.

Так, определено, что снабжение тепловой энергией для целей оказания коммунальных услуг горячего водоснабжения и теплоснабжения (для целей отопления) в жилых и вспомогательных помещениях многоквартирного жилого дома производится на основании договора теплоснабжения, заключенного между энергоснабжающей организацией и абонентом. При этом абонентом выступает уполномоченное лицо по управлению общим имуществом, организация, осуществляющая эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющая жилищно-коммунальные услуги, товарищество собственников или организация застройщиков.

Также установлено, что в случае отсутствия прибора учета тепловой энергии объем ее потребления определяется исходя из нормативов на отопление 1 м² общей площади жилых помещений и подогрев 1 м³ воды, установленных местными исполнительными и распорядительными органами.

В случае установки приборов учета не на границе балансовой принадлежности тепловых сетей (эксплуатационной ответственности сторон) энергоснабжающая организация не производит начисления за потери тепловой энергии (с учетом расчетных потерь с утечкой теплоносителя) на участках, находящихся в ведении абонента, от границы балансовой принадлежности тепловых сетей до прибора группового учета, установленного в многоквартирном жилом доме. Данный пункт относится к той части потерь, которая приходится на объемы тепловой энергии, используемой для горячего водоснабжения

и отопления жилых и вспомогательных помещений многоквартирного жилого дома.

Согласно Правилам теплоснабжения порядок учета обозначенных потерь тепловой энергии определяется республиканским органом государственного управления, иной государственной организацией, подчиненной Правительству Республики Беларусь, в систему (состав) которых входит энергоснабжающая организация.

Расчеты за тепловую энергию, поставляемую товариществам собственников, организациям застройщиков, уполномоченным лицам по управлению общим имуществом и организациям, осуществляющим эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющим жилищно-коммунальные услуги, в части объемов тепловой энергии, поставляемой для нужд населения, производятся без предоплаты не позднее 28-го числа месяца, следующего за расчетным.

Ряд требований, добровольных для применения, стали обязательными

В Правилах теплоснабжения содержатся ссылки на следующие технические кодексы установившейся практики:

- ТКП 411-2012 (02230) «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя», утвержденный постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 17 августа 2012 года № 43;
- ТКП 458-2012 (02230) «Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей» и ТКП 459-2012 (02230) «Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», утвержденные постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 декабря 2012 года № 66.

С момента вступления в силу Правил теплоснабжения требования указанных ТКП являются обязательными для соблюдения потребителями тепловой энергии и всеми энергоснабжающими организациями.

*Подготовлено по материалам
Министерства энергетики Республики Беларусь*



ПРАВИЛА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь
11.09.2019 № 609

Новое издание

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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

НОВОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

ноябрь–декабрь

Указы Президента
Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 21.10.2019 г. № 389

«О налоге на добавленную стоимость»

Перенесен с 31 декабря 2022 года на 31 октября 2019 года предельный срок освобождения от НДС товаров, предусмотренных проектной документацией на строительство атомной электростанции, ввозимых на территорию Республики Беларусь акционерным обществом «Атомстройэкспорт» (АО «АСЭ», Российская Федерация) (либо его правопреемником) в лице постоянного представительства данного акционерного общества в Республике Беларусь (либо его правопреемника) в адрес РУП «Белорусская атомная электростанция» (либо его правопреемника) или названным унитарным предприятием (либо его правопреемником) для выполнения работ (оказания услуг) в целях исполнения контрактов, заключенных между РУП «Белорусская атомная электростанция» и АО «АСЭ».

По налоговому обязательству предоставляется отсрочка уплаты НДС до дня исполнения такого обязательства АО «АСЭ», но не позднее 180 календарных дней с даты принятия РУП «Белорусская АЭС» на бухгалтерский учет импортированных товаров.

Суммы НДС, уплачиваемые в соответствии с настоящим Указом:

- не подлежат отчислению в консолидированные бюджеты областей и зачисляются по отдельному коду классификации доходов бюджета;
 - уменьшают обязательства РУП «Белорусская АЭС» по погашению государственного экспортного кредита;
 - не подлежат налоговому вычету у РУП «Белорусская АЭС».
- Указ вступил в силу с 24 октября 2019 года.

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 11.11.2019 г. № 250-3

«Об изменении Закона Республики Беларусь
«О естественных монополиях»

Внесены изменения в Закон Республики Беларусь от 16.12.2002 № 162-З «О естественных монополиях».

Сферами естественных монополий признаются:

- транспортировка газа по магистральным трубопроводам;
- транспортировка газа по распределительным трубопроводам;
- транспортировка нефти, нефтепродуктов по магистральным трубопроводам;
- услуги по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике;
- услуги по передаче электрической энергии;
- услуги по распределению электрической энергии;
- услуги по передаче и (или) распределению тепловой энергии;
- централизованное водоснабжение и водоотведение и другие услуги.

Законом установлены:

- обязанности субъектов естественных монополий и случаи ограничения их деятельности;
- полномочия отраслевых органов, областных и Минского городского исполнительного комитета в сферах естественных монополий;
- меры предупредительного и профилактического характера, позволяющие органу регулирования естественных монополий реагировать на нарушения Закона без применения к субъектам естественных монополий и иным лицам мер ответственности;

– возможность проведения органом регулирования деятельности субъектов естественных монополий, областными и Минским городским исполнительным комитетом публичных слушаний до принятия решения об установлении фиксированных, предельных цен (тарифов) на услуги, относящиеся к сферам естественных монополий, и т.д.

Закон вступит в силу с 23 мая 2020 года.

Закон Республики Беларусь от 11.11.2019 г. № 254-3

«Об изменении Закона Республики Беларусь
«Об обеспечении единства измерений»

Изложен в новой редакции Закон Республики Беларусь от 05.09.1995 № 3848-XII «Об обеспечении единства измерений».

Основными принципами обеспечения единства измерений являются:

- приоритетное применение единиц величин Международной системы единиц (СИ);
 - проведение единой государственной политики в области обеспечения единства измерений;
 - применение национальных эталонов единиц величин;
 - обеспечение метрологической прослеживаемости;
 - открытость и доступность информации в области обеспечения единства измерений, за исключением информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено.
- В качестве целей обеспечения единства измерений определены:
- защита прав и законных интересов государства, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и иных физических лиц от последствий неточных и неправильно выполненных измерений;
 - обеспечение доверия к результатам измерений;
 - повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг, а также обеспечение достоверности информации об их функциональном назначении, характеристиках и эффективности;
 - устранение технических барьеров в торговле и др.
- Закон вступит в силу с 27 ноября 2020 года.

Постановления Совета Министров
Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.10.2019 г. № 692

«Об изменении постановления Совета Министров
Республики Беларусь от 4 февраля 2015 г. № 72»

Продукция ОАО «Белэлектромонтажналадка» (электро-распределительная и регулирующая аппаратура, коммуникационное и прочее электрооборудование) включена в перечень организаций и товаров, произведенных в Республике Беларусь, на приобретение (финансирование приобретения) которых в зарубежных странах выдаются банковские кредиты, открываются аккредитивы, или являющихся предметом договоров финансовой аренды (лизинга), утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.02.2015 № 72.

Постановление вступило в силу с 13 октября 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2019 г. № 712

«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

и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии».

Квоты по решению Республиканской межведомственной комиссии по установлению, распределению, высвобождению и изъятию квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии могут изыматься у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по согласованию с облисполкомом (Минским горисполкомом), если на 1 июля года, на который распределена квота, у юридического лица, индивидуального предпринимателя отсутствуют проектная документация на создание установки, прошедшая в установленном порядке государственную экспертизу, и правоустанавливающие документы на земельный участок для целей создания установок.

Квоты, высвободившиеся на основании обращений юридических лиц и индивидуальных предпринимателей об отказе от распределенных им решениями Комиссии квот и (или) на основании информации облисполкомов (Минского горисполкома) о ликвидации юридических лиц и прекращении деятельности индивидуальных предпринимателей, которым решениями Комиссии были распределены квоты, изъятые квоты, а также квоты, которые не были распределены по результатам рассмотрения заявок претендентов (далее – высвободившиеся, изъятые и нераспределенные квоты), подлежат дополнительному распределению до 1 апреля.

В целях дополнительного распределения квот Комиссия определяет своим решением сроки установления и распределения высвободившихся, изъятых и нераспределенных квот на последующие три календарных года по годам и видам возобновляемых источников энергии с учетом необходимости обеспечения прогнозных индикаторов энергетической безопасности Республики Беларусь и соблюдения требований экологической безопасности.

Постановление вступило в силу с 1 ноября 2019 года.

Постановление Совета Министров от 27.11.2019 г. № 802

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

Установлены следующие ставки вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые с территории Республики Беларусь за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза (за 1000 кг):

- нефть сырая – \$ 90,5;
- прямогонный бензин – \$ 49,7;
- бензины товарные – \$ 27,1;
- тримеры и тетрамеры пропилена – \$ 5,8;
- легкие дистилляты, средние дистилляты – \$ 27,1;
- дизельное топливо – \$ 27,1;
- бензол – \$ 27,1;
- толуол – \$ 27,1;
- ксилолы – \$ 27,1;
- масла смазочные – \$ 27,1;
- мазут – \$ 90,5;
- отработанные нефтепродукты – \$ 90,5;
- вазелин и парафин – \$ 90,5;
- кокс нефтяной некальцинированный – \$ 5,8;
- битум нефтяной – \$ 90,5.

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2019 года.

Министерство юстиции Республики Беларусь

Постановление Министерства юстиции Республики Беларусь от 17.10.2019 г. № 193

«Об изменении постановления Министерства юстиции Республики Беларусь от 19 января 2009 г. № 4»

Внесены изменения в Инструкцию по делопроизводству в государственных органах, иных организациях, утвержденную по-

становлением Министерства юстиции Республики Беларусь от 19.01.2009 № 4, и в перечень документов, хранение которых может быть организовано в электронном виде (приложение 20 к Инструкции).

Положения Инструкции распространяются на ненормативные (индивидуальные) правовые акты, локальные правовые акты нормотворческих органов (должностных лиц) в части, не урегулированной Законом Республики Беларусь «О нормативных правовых актах».

Постановление вступило в силу с 23 октября 2019 года.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 21.10.2019 г. № 34

«О признании утратившим силу приказа Министерства топлива и энергетики Республики Беларусь от 23 марта 1995 г. № 14»

Признан утратившим силу приказ Министерства топлива и энергетики Республики Беларусь от 23.03.1995 № 14 «О вводе в действие «Положения о графиках аварийного ограничения и отключения потребителей тепловой энергии и мощности в энергосистемах Республики Беларусь».

Постановление вступило в силу с 20 декабря 2019 года.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 21.10.2019 г. № 35

«О признании утратившими силу приказа Министерства топлива и энергетики Республики Беларусь от 30 апреля 1996 г. № 28 и постановлений Министерства энергетики Республики Беларусь»

Признан утратившим силу приказ Министерства топлива и энергетики Республики Беларусь от 30.04.1996 № 28 «Об утверждении и введении в действие Правил пользования электрической и тепловой энергией и других нормативных документов».

Постановление вступило в силу с 20 декабря 2019 года.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 18.11.2019 г. № 38

«Об утверждении и введении в действие технического кодекса установившейся практики»

Утвержден ТКП 640-2019 (33240) «Предприятия торфяной промышленности. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства».

Технический кодекс установившейся практики вводится в действие в республике с 1 февраля 2020 года впервые. Документ устанавливает нормы проектирования и правила устройства объектов предприятий торфяной промышленности в части обеспечения требований пожарной безопасности.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 18.11.2019 г. № 39

«Об утверждении и введении в действие технического кодекса установившейся практики»

Утвержден ТКП 641-2019 (33240) «Линии электропередачи воздушные. Ветровые воздействия, гололедные нагрузки и ветровые воздействия при гололеде». Документ вводится в действие с 1 февраля 2020 года впервые.

Документ устанавливает требования к определению нормативных значений природных (климатических) воздействий, ис-



пользуемых при проектировании воздушных линий электропередачи, а также к построению карт климатического районирования территории Республики Беларусь. Предназначен для применения при расчетах природных воздействий (ветровых, гололедных и ветровых нагрузок при гололеде) для вновь вводимых в эксплуатацию и вводимых в эксплуатацию после реконструкции воздушных линий с целью обеспечения надежности и безопасности их работы.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 8 октября 2019 г. № 58

[«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30 ноября 2010 г. № 57»](#)

Внесены изменения в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30.11.2010 № 57 «Об утверждении Инструкции о порядке обучения (повышения квалификации) работников соискателей лицензии (лицензиатов) и оценки их знаний нормативных правовых актов (технических нормативных правовых актов) в области осуществления деятельности по обеспечению пожарной безопасности», в том числе изложена в новой редакции форма протокола оценки знаний работников.

Уточняется, что инструкция определяет порядок обучения (повышения квалификации) работников (технических руководителей, специалистов и рабочих) соискателей лицензии и лицензиатов, а также оценки их знаний нормативных правовых актов, в том числе обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов, регулирующих осуществление деятельности по обеспечению пожарной безопасности.

Постановление вступило в силу с 25 октября 2019 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 04.10.2019 г. № 83

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 19 февраля 2018 г. № 13 «О порядке установления и применения тарифа на передачу тепловой энергии»](#)

Установлены элементы (статьи) затрат, которые включают в себя эксплуатационные затраты транспортирующих организаций. Также определены параметры изменения элементов (статей) затрат, которые должны учитывать транспортирующие организации при планировании эксплуатационных затрат на очередной расчетный период регулирования. Такое изменение осуществляется в пределах расчетных балансовых показателей прогноза социально-экономического развития Беларуси на очередной расчетный период регулирования.

Транспортирующая организация для установления тарифа на передачу тепловой энергии на расчетный период регулирования ежегодно представляет (по месту нахождения) в территориальные органы МАРТ материалы по форме, установленной постановлением № 83, до 15 ноября текущего периода регулирования.

Если по объективным причинам изменены отдельные элементы (статьи) эксплуатационных затрат в размерах, превышающих расчетные балансовые показатели прогноза социально-экономического развития Беларуси на очередной расчетный период регулирования, такие изменения до внесения в территориальные органы МАРТ транспортирующая организация согласовывает с энергоснабжающей организацией на основании обосновывающих материалов.

Срок рассмотрения материалов для согласования не должен превышать 10 календарных дней. При несогласовании отказ должен быть мотивирован.

Информацию о результатах согласования либо мотивированный отказ транспортирующая организация подает в территориальные органы МАРТ вместе с материалами для установления тарифа на передачу тепловой энергии на расчетный период регулирования. Если материалы на установление тарифа в срок не поданы, то учитываются эксплуатационные затраты предыдущего расчетного периода регулирования.

Постановление вступило в силу с 25 октября 2019 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 31.10.2019 г. № 87

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 3 сентября 2018 г. № 73»](#)

Внесены изменения в постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии».

Постановление предусматривает:

- сохранение особенностей применения повышающих коэффициентов для установок по использованию ВИЭ, создание которых осуществляется в пределах квот на создание таких установок, распределенных до 1 ноября 2019 года;

- введение особенностей применения стимулирующих коэффициентов для установок по использованию ВИЭ, создание которых осуществляется в пределах квот на создание таких установок, распределенных после 1 ноября 2019 года;

- сохранение возможности уменьшения размеров коэффициентов, применяемых при установлении тарифов на электрическую энергию, произведенную установками по использованию ВИЭ, создание которых осуществляется в пределах квот на их создание, распределенных как до 1 ноября 2019 года, так и после указанного срока, по инициативе претендентов, имеющих намерение осуществить создание таких установок;

- изменение размера коэффициента к тарифу на электроэнергию для установок вне зависимости от вида ВИЭ, созданных исключительно для энергетического обеспечения хозяйственной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей вне выделенных в установленном порядке квот на создание установок, и его установление на уровне, обеспечивающем сопоставимость стоимости электроэнергии, покупаемой от ВИЭ, с топливной составляющей в затратах энергоснабжающих организаций ГПО «Белэнерго» на отпуск электроэнергии.

Размеры стимулирующих коэффициентов установлены с учетом анализа информации, представленной владельцами введенных в эксплуатацию в 2018–2019 годах новых установок, о фактических затратах на их создание и обслуживание.

Постановление вступило в силу с 18 ноября 2019 года.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2019 ГОДУ

Новости		
ТЭК Беларуси	№1 №2 №3 №4 №5 №6	4–6 5–8 4–6 6–8 4–6 6–8
Трансформация энергетической системы в целях устойчивого развития <i>По итогам выступления Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич на первом Национальном форуме по устойчивому развитию</i>	№ 1	1
В Беларуси началось реформирование структуры управления организациями отрасли	№ 2	4
Альбом «Энергетическая стратегия. 10 лет с белорусской энергетикой» по итогам конкурса ЭЭС СНГ признан одним из лучших изданий	№ 3	1
Ядерная безопасность должна оставаться в фокусе повышенного внимания <i>По итогам 63-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ</i>	№ 5	7
В законодательство о ВИЭ внесены изменения	№ 5	8
Вручены награды победителям конкурса «Лидер энергоэффективности – 2019»	№ 5	9
Подведены итоги 9 месяцев работы организаций отрасли	№ 6	9
Комиссия СНГ обсудила вопросы сотрудничества в области мирного использования атомной энергии	№ 6	10
Минэнерго готово поддержать производителей зеленой энергии	№ 6	11
XIII Международная научно-практическая конференция «Инновации. Образование. Энергоэффективность» прошла в Витебске	№ 6	11
Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика	№ 1 № 2 № 3 № 4 № 5 № 6	7–9 9–11 7–9 9–12 10–12 12–15
Приоритеты		
Новые подходы к развитию возобновляемой энергетики <i>Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь О.Ф. Прудниковой</i>	№ 1	10–12
БелАЭС станет частью единого энергетического комплекса Беларуси <i>Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь М.И. Михадюка и первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» В.В. Боброва</i>	№ 3	10–15
Отопительный сезон стартовал Шкурко П.А.	№ 5	13–14
Подготовка к осенне-зимнему периоду – на особом контроле Шкурко П.А.	№ 5	20–21
Международная кооперация Республики Беларусь в сфере электроэнергетики <i>Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревского</i>	№ 6	16–18
Электроэнергетика		
Реализация современных подходов к определению и снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях 0,4–10 кВ Забелло Е.П.	№ 1	13–17

Выбор методов длительной консервации оборудования энергоблоков сверхкритических параметров на примере Лукомльской ГРЭС Михайлин И.В.	№ 1	18–22
Цифровая трансформация бизнес-процесса диспетчерского управления Белорусской энергосистемой Кабанов А.В.	№ 2	12–15
Эффективность модификации поверхности теплообмена конденсационных установок паровых турбин. Часть 1 Седнин В.А., Седнин А.В., Волков А.В., Рыженков А.В., Лукин М.В.	№ 2	16–19
Диагностика механического состояния опорно-стержневой фарфоровой изоляции высоковольтных разъединителей в условиях эксплуатации Целиков В.В.	№ 2	20–22
Эффективность модификации поверхности теплообмена конденсационных установок паровых турбин. Часть 2 Седнин В.А., Седнин А.В., Волков А.В., Рыженков А.В., Лукин М.В.	№ 3	16–19
О проблеме наведенного напряжения на отключенных линиях электропередачи. Часть 1 Драко М.А., Мойсеенко О.А., Серемяжко А.В., Ёч Э.И.	№ 3	20–23
Энергоэффективные технологии в системах технического водоснабжения тепловых электрических станций Зенович-Лешкевич-Ольпинский Ю.А.	№ 4	14–19
Многомерная интеграция газотранспортной системы в топливно-энергетический комплекс Седнин В.А., Абразовский А.А., Бушков П.Е.	№ 4	20–24
Алгоритм построения схем сближения линий электропередачи и перспективы его применения Ёч Э.И., Серемяжко А.В.	№ 4	25–28
Второе рождение подстанции 330 кВ «Минск-Северная» Баринов В.В.	№ 5	15–17
Перспективы внедрения регулируемого электропривода на циркуляционном насосе системы технического водоснабжения ТЭС Зенович-Лешкевич-Ольпинский Ю.А.	№ 5	18–23
О проблеме наведенного напряжения на отключенных линиях электропередачи. Часть 2 Ёч Э.И., Серемяжко А.В., Драко М.А., Мойсеенко О.А.	№ 5	24–26
Подготовка энергоблоков к участию в регулировании частоты и перетоков мощности и их испытания на соответствие требованиям отраслевых стандартов Михайлин И.В.	№ 5	27–30
Системы мониторинга переходных режимов. Опыт внедрения Чайковский А.З.	№ 6	19–22
Динамическое управление нагрузкой энергосистемы Фурсанов М.И., Сазонов П.А.	№ 6	23–25
Анализ работы и перспективы развития средств определения мест повреждений на объектах Шевалдин М.А., Камендровский А.А.	№ 6	27–31
Газоснабжение и торфяная промышленность		
Технические решения для повышения безопасности и энергоэффективности внутридомовых газопроводов Поляков В.И., Полякова О.Е.	№ 1	38–41
Автоматизация по обслуживанию газорегуляторных пунктов Бондарь Е.З.	№ 1	42
Совершенствование методики сведения баланса природного газа в системе «газоснабжающая организация – потребители» Колпацких В.Л.	№ 3	32–36
Основные направления повышения эффективности метрологического обеспечения производства Пузырев М.П.	№ 4	42–43
Автоматизация технологического процесса на торфоперерабатывающем предприятии Манюк Д.Ф., Шейко Ю.А.	№ 4	44–47
Модернизация электроснабжения газораспределительных пунктов с использованием солнечных (фотогальванических) панелей Шейко Ю.А.	№ 5	38–39
Развитие топливно-газового комплекса Минэнерго нацелено на инновации <i>По итогам пресс-тура по объектам ГПО «Белтопгаз», посвященного Дню работников нефтяной, газовой и топливной промышленности</i> Лемехова Д.Д.	№ 5	40–42

Применение смарт-привода в техническом обслуживании запорно-регулирующих устройств газораспределительной системы Изергин Е.Е.	№ 6	33–35
Ядерная энергетика		
Реактор ВВЭР-1200 в открытом топливном цикле Попов Б.И.	№ 1	23–26
О развитии национальной инфраструктуры ядерной энергетики Дулинец Л.В.	№ 4	29–31
Опыт адаптации методологических подходов стратегической экологической оценки для проекта стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС Кузьмина Н.Д., Горбачева Н.В., Кузьмин А.В., Козел М.А.	№ 5	31–34
Государственный энергонадзор		
Типовые нарушения, допускаемые при проектировании Пистунович Н.А.	№ 1	27–28
Технический подход к обеспечению надежности электроснабжения Горохов А.С.	№ 1	29–31
«Электрологика» – профилактика электротравматизма в новом формате Леончик А.Н.	№ 1	32–33
Контроль показателей качества электрической энергии Киселев Н.Н., Леташков В.А.	№ 2	28–32
О состоянии электрохозяйства в учреждениях образования Артюх Д.В.	№ 2	33–35
О реорганизации органов государственного энергетического надзора Лосенков Д.М.	№ 3	29–31
Правовое регулирование в сфере технического нормирования: как отличить обязательные требования ТНПА от добровольных для применения Буча Д.Н.	№ 4	38–41
В блокнот главного энергетика		
Безопасная эксплуатация электроустановок и переносных электроприемников Киселев Н.Н., Леташков В.А.	№ 1	34–37
Качество электрических контактных соединений Сазонов И.Е.	№ 2	36–37
Организация безопасной эксплуатации электроустановок Циуля С.А.	№ 2	38–41
Выбор тепловой изоляции для тепловых сетей и систем теплоснабжения Киселев Н.Н.	№ 2	41–44
К вопросу о необходимости ежегодной поверки средств измерений, установленных в системах теплоснабжения потребителей Киселев Н.Н.	№ 5	35–37
Мнение специалиста		
К вопросу об интеграции объектов распределенной генерации в энергосистему Забелло Е.П.	№ 3	24–28
Проблемы несоответствия расчетных технико-экономических показателей ПИ-труб нормативным требованиям Байрашевский Б.А.	№ 4	32–37
Наука – энергетике		
Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования потребления электроэнергии дистанцией электроснабжения Дробов А.В., Галушко В.Н.	№ 2	45–47

Определение зоны короткого замыкания на ЛЭП 6–35 кВ с односторонним питанием по току обратной последовательности Романюк Ф.А., Булойчик Е.В., Шевалдин М.А.	№ 2	48–51
Гистерезисная модель магнитной системы трансформаторов и управляемых шунтирующих реакторов Фурсанов М.И., Дуль И.И.	№ 3	37–40
Надежность резервированных релейно-контактных систем Анищенко В.А., Лаптева Т.А.	№ 3	41–45
Оценка средне- и долгосрочных характеристик суммарной, прямой и рассеянной солнечной радиации на основе статистической модели Пашинский В.А., Бутько А.А.	№ 4	53–58
Исследование процесса получения водорода пиролизом углеводородных газов в электротермическом псевдооживленном слое Семейко К.В.	№ 5	45–48
Использование элементов масляных фильтров в энергоресурсосбережении Хрусталев Б.М., Пехота А.Н., Нгуен Тху Нга, Ву Минь Фап	№ 6	39–43
Коррозия заземлителей электроустановок Драко М.А.	№ 6	44–48
Международное сотрудничество и опыт		
Энергопотребление в странах мира Авчинников А.Б.	№ 3	46–49
Комплексная реализация Новой энергетической политики Германии Югель Кристоф	№ 6	50–53
Подготовка кадров		
Как себя вести в ситуации провокации? Высоцкая С.А.	№ 2	52–55
Опыт организации обучения потребителей по вопросам безопасной эксплуатации электро- и теплоустановок Хромов И.В.	№ 3	50–51
Инструменты эффективного управления мотивацией персонала Высоцкая С.А.	№ 3	52–57
Психолого-педагогические аспекты подготовки диспетчерского персонала Курилович И.Ф., Гончар В.А.	№ 4	48–52
Организация предсоревновательной подготовки команд к конкурсам профессионального мастерства в электроэнергетической отрасли Курилович И.Ф., Гончар В.А.	№ 5	49–53
Хромотерапия: использование цвета в управлении персоналом Высоцкая С.А.	№ 5	54–56
Подготовка инженерных кадров для БелАЭС: итоги десятилетия Вершина Г.А., Карницкий Н.Б., Качан С.А., Буров А.Л.	№ 6	36–38
Охрана труда		
Роль человеческого фактора в формировании причин производственного травматизма Давыдовский С.С., Романович А.К.	№ 1	43–46
Инновационные решения в системе управления охраной труда РУП «Могилевоблгаз» Пылаев А.Н., Казимирский Н.М.	№ 1	47–50
Стандартизация в энергетике		
Национальный фонд ТНПА – энергетике	№ 1 № 2 № 3 № 4 № 5 № 6	57 61 60 61 60 54

Утверждена методика расчета уставок устройств автоматического повторного включения с проверкой синхронизма <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.130-18</i> Шевалдин М.А.	№ 1	51–52
Ведение технической документации и отчетности по подстанциям Белорусской энергосистемы <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.601-18</i> Целиков В.В.	№ 1	53
Установлены требования к проектной документации силового оборудования электростанций и районных котельных <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.118-18</i> Хряков В.В.	№ 1	54–55
Применение выключателей-разъединителей напряжением 110–330 кВ <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.47.106-18</i> Ермак А.А., Данилов В.Б.	№ 1	56
Установлены требования к устройствам защиты от дугового пробоя <i>Комментарии к межгосударственному стандарту ГОСТ IEC 62606-2016</i> Щенников Е.А.	№ 2	56–58
Введены новые нормативы расхода ресурсов <i>Комментарии к новым стандартам ГПО «Белэнерго»</i> Пантелей Е.А.	№ 2	59–60
Новые правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь <i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.501-19</i> Таращук А.М.	№ 3	58–59
Установлены новые требования к определению объемов трудозатрат при обслуживании и ремонте оборудования электросетей <i>Комментарии к новым стандартам ГПО «Белэнерго»</i> Якушев А.А.	№ 4	59–60
Внедрены новые технические требования в сфере строительства воздушных и кабельных линий электропередачи <i>Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.186-19, СТП 33240.21.262-19 и Альбому материалов для проектирования</i> Анищик А.Н.	№ 5	58–59
Право		
Новости законодательства	№1 №2 №3 №4 №5 №6	62–64 62–64 62–64 62–64 61–63 57–59
Правовое регулирование ТЭК ЕАЭС Каменков В.С.	№ 1	58–61
Утверждены Правила теплоснабжения	№ 6	55–56
Выставки, семинары, конференции		
Выставка ENERGYEXPO-2019 завершила свою работу <i>По итогам XXIV Белорусского энергетического и экологического форума</i>	№ 5	43–44
Памяти ушедших		
Ушел из жизни Федор Иванович Молочко	№ 5	64



ТКП 640-2019 (33240)

Предприятия торфяной промышленности. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства

Утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь
18.11.2019 № 38

Настоящий технический кодекс установившейся практики устанавливает нормы проектирования и правила устройства в части обеспечения требований пожарной безопасности полей добычи торфа, торфобрикетных и торфоперерабатывающих цехов.

Требования настоящего ТКП при капитальном ремонте или модернизации зданий применяются в объеме, соответствующем проектной документации на проведение капитального ремонта или модернизации.



ТКП 641-2019 (33240)

Линии электропередачи воздушные. Ветровые воздействия, гололедные нагрузки и ветровые воздействия при гололеде

Утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь
18.11.2019 № 39

ТКП устанавливает требования к определению используемых при проектировании воздушных линий электропередачи нормативных значений природных воздействий, а также к построению карт климатического районирования территории Республики Беларусь.

Требования технического кодекса учитывают основные природные воздействия на ВЛ: ветровые и гололедно-изморозевые, в том числе действующие в сочетаниях.

ТКП предназначен для применения при расчетах природных воздействий для вновь вводимых в эксплуатацию и вводимых в эксплуатацию после реконструкции воздушных линий с целью обеспечения надежности и безопасности их работы. При расчете нагрузок и выборе конструкций воздушных линий с учетом природных воздействий наряду с ТНПА должны использоваться карты климатического районирования Беларуси, приведенные в настоящем техническом кодексе.

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документом можно
в ЭИС «Энергодokument»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

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



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

21–23 АПРЕЛЯ 2020

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

Реклама 12+



www.renwex.ru

При поддержке:



Под патронатом:



Организатор:

