

Министерство энергетики Республики Беларусь

Энергетическая Стратегия

№4 (52) июль–август 2016
научно-практический журнал

21-я Международная специализированная выставка | 21th International Specialized Exhibition

ENERGY EXP

"Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро" | "Energy. Ecology. Energy Saving. Electro"



XXI БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

11-14.10.2016

г. Минск, пр. Победителей 20/2
(Футбольный манеж)

ISSN 2310 - 6735



АТОМЕХРО
Belarus

8-я специализированная выставка
"Атомэкспо-Беларусь"



12-я специализированная выставка
светотехнического оборудования "ЭкспоСВЕТ"



Water & Air
technologies

11-я специализированная выставка
"Водные и воздушные технологии"



EXPOCITY

Специализированная выставка
"ЭКСПОГОРОД"

ЗАО "ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ"



тел.: (+375 17) 306 06 06, www.tc.by, energy@tc.by

Генеральные информационные партнеры



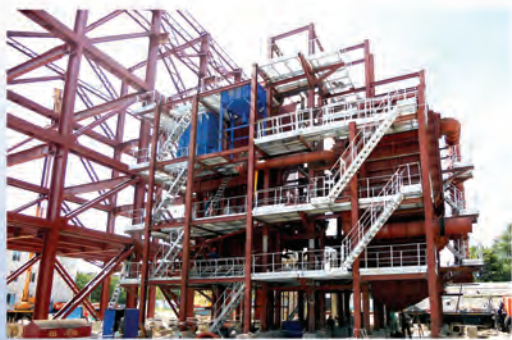
Генеральные интернет-партнеры

Информационные партнеры:



Официальные информационные партнеры





Открытое акционерное общество "БЕЛООЗЕРСКИЙ ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД"

ОАО "БЭЗ" является одним из ведущих производителей оборудования и запасных частей для энергетических объектов по следующим основным направлениям:

1. Котлы и котельное оборудование:

- котлы паровые и водогрейные малой мощности (0,3–3,0 МВт);
- котлы паровые мощностью 6,5–30 т/ч, водогрейные мощностью от 20 до 200 МВт;
- котлы-утилизаторы для различных отраслей промышленности;
- котельно-вспомогательное оборудование.

2. Запасные части к энергетическому оборудованию:

поверхности нагрева паровых и водогрейных котлов, теплообменное оборудование, запасные части воздухоподогревателей, элементы трубопроводов высокого давления, тягодутьевые машины и запасные части к ним, скребковые и ленточные конвейеры и др.

3. Электротехническая продукция: производство и ремонт силовых трансформаторов, реакторов масляных РЗДПОМ, реактора УШРТ-25000.

4. Литье (чугунное, стальное) для углеразмольных мельниц и к дробильному оборудованию.

225215, Брестская обл., г. Белоозерск, ул. Заводская, 1
тел.: +3751643 28346, 59536; отдел маркетинга: +3751643 59566, 59567, 59518
e-mail: omives@mail.ru, oaobez@mail.ru; www.bemz.by

45 ЛЕТ НА РЫНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ!

ЭНЕРГОДОКУМЕНТ

НОРМАТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Новости

НПА

ТНПА и ТД

Поиск документов

Новые документы

Обратная связь

ТНПА и ТД

[Инструкции, концепции, проекты](#)

[Нормативы численности](#)

[ПЕРЕЧЕНЬ СТП ГПО "Белэнерго"](#)

[СТП. Сборники](#)

[Технические регламенты](#)

[Технические кодексы установившейся практики](#)

[Нормы и правила по объектам](#)

[Государственные стандарты](#)

[Нормы и правила по объектам](#)

[Санитарные нормы](#)

[СТП. Правила отбора проб](#)

[СТП. Методы измерения](#)

ENERGODOC.BY

УВАЖАЕМЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛИ ЭИС «Энергодokument»!

Для удобства работы на сайте:

• УСОВЕРШЕНСТВОВАНА СИСТЕМА ПОИСКА ДОКУМЕНТОВ

Теперь в разделе «Поиск документов» достаточно ввести слово или неточное название документа, а затем выбрать нужный документ из предложенных системой вариантов, имеющих в базе данных ЭИС «Энергодokument»

• ДОСТУПНА ФУНКЦИЯ «ПЕЧАТЬ ДОКУМЕНТА»

Пользователи, которые имеют доступ к просмотру текстов документов, при необходимости могут их распечатать. Кнопка «Печать документа» расположена в правом верхнем углу просматриваемого документа.



Поздравляем
с Днем работников нефтяной, газовой
и топливной промышленности!



с Днем
строителя!

Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Закревский В.А.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Каранкевич В.М.	заместитель Министра энергетики Республики Беларусь
Бородуля В.А.	член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, зав. лабораторией Института тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Воронов Е.О.	генеральный директор ГПО «Белэнерго»
Клявза В.И.	начальник отдела охраны труда ОАО «Центроэнергомонтж»
Кордуба В.Г.	инженер-теплоэнергетик, заслуженный работник промышленности Республики Беларусь
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»
Рудинский Л.И.	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
Русан В.И.	д.т.н., профессор БГАТУ
Рыков А.Н.	к.т.н., директор РУП «Белнипиэнергопром»
Седнин В.А.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой БНТУ (заместитель председателя)
Стриха И.И.	д.т.н., профессор, почетный энергетик Республики Беларусь
Якубович П.В.	директор РУП «БЕЛТЭИ»

НОВОСТИ

Беларусь – одна из самых газифицированных стран в мире	6
ТЭК Беларуси	7
Мировая энергетика. Прогнозы. Аналитика. Факты	11

СОБЫТИЕ

Лауреаты конкурса «Человек Дела – 2016» в энергетике	16
---	----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Жученко Е.А., руководитель группы РУП «БЕЛТЭИ», Березанская А.В., младший научный сотрудник Развитие электромобильного транспорта в Беларуси и государственно-частное партнерство	18
Драко М.А., м.т.н., заведующий электротехнической лабораторией отдела учета и качества электроэнергии РУП «Белэнергосетьпроект», Короткевич А.М., к.т.н., директор РУП «Белэнергосетьпроект», Мойсеенко О.А., ведущий инженер электротехнической лаборатории отдела учета и качества электроэнергии Оценка уровня электромагнитных полей на подстанциях напряжением 35-750 кВ	22
Новиков Н.Н., ведущий инженер по наладке турбин ТНЦ филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка», Куракевич С.И., ведущий инженер по наладке турбин ТНЦ Контроль состояния экономичности проточной части – важнейший инструмент эксплуатационной диагностики паровых турбин	25
Пархоменко М.И., начальник РИ-2 Минского МРО по надзору за электроустановками филиала «Энергонадзор» РУП «Минскэнерго» – государственный инспектор по энергетическому надзору Методы поиска междофазных замыканий в электрических сетях	28
Куличенков В.П., к.т.н., доцент Анализ потерь электроэнергии при несимметрии напряжений и токов	30
Глижин А., отдел продаж в страны СНГ, Megger, Баунах, ФРГ Стенько О., представительство Себа Динатроник (SebaKMT), Минск, Беларусь Современные методы локализации повреждений в силовых кабелях	35

*Подписывайтесь
на наш журнал!*

**В редакции –
удобнее и дешевле**

Издается с января 2008 года

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Energy Expo-2016 приглашает 38

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Черота Ю.В., и.о. главного инженера Государственного предприятия «НИИ Белгипрогаз»,
Шабловская Д.М., начальник технологического отдела
Схемы газоснабжения районов и населенных пунктов
как основа надежного развития газораспределительной системы 40

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Забелло Е.П., д.т.н., профессор кафедры электрооборудования
сельскохозяйственных предприятий БГАТУ,
Епифанов В.И., аспирант
Расширение функциональных возможностей АСКУЭ с учетом роста
требований к их метрологическому обеспечению 42

Романюк Ф.А., член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор БНТУ,
Румянцев В.Ю., к.т.н., доцент, заместитель декана по научной работе
энергетического факультета БНТУ,
Шевалдин М.А., м.т.н., аспирант БНТУ, начальник отдела РЗА
ГПО «Белэнерго»
Исследование алгоритмов формирования токов
обратной последовательности 48

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОНАДЗОР

Тананайко В.В., государственный инспектор энергоинспекции
Могилевского филиала «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго»
Электротравматизм и его профилактика 52

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Гончар В.А., начальник сектора психологического обеспечения
Учебного центра РУП «Гродноэнерго»
Психологическое сопровождение профессиональной деятельности
персонала электроэнергетики 55

ПРАВО

Новости законодательства 60

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Национальный фонд ТНПА – энергетике 64

Энергетическая безопасность**Традиционная и ядерная энергетика****Газовая и торфяная промышленность****Транспорт газа и газоснабжение****Альтернативная и малая энергетика****Энергоэффективность и экология****Редакция:**

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Редакторы	Никитина А.В. Моисеева Е.Н.
Компьютерный дизайн и верстка	Яценко О.А.
Корректор	Лемехова Д.Д.

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:

220029, г. Минск, ул. Чичерина, 19
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 23.08.2016 г., формат 60х90%,
тираж 1520 экз., заказ № 4228.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экономэнерго», 2016

Подписка:

- во всех почтовых отделениях (подписной индекс 009382)
- в редакции по тел./факсу (+375 17) 286-08-28
- на сайте www.energystrategy.by

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

От имени Министерства энергетики Республики Беларусь поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

Ежедневный упорный труд квалифицированных специалистов газоснабжения и торфяной промышленности служит гарантией обеспечения энергоресурсами всех отраслей народного хозяйства, создания комфортных условий жизнедеятельности для каждого гражданина республики. Сейчас в структуре ГПО «Белтопгаз» работает порядка 30 тыс. человек. Отрасль гордится высоким уровнем профессиональных качеств своих работников, их дисциплинированностью, ответственностью и трудолюбием. Свое мастерство и компетенцию они неоднократно подтверждали, побеждая в республиканских профессиональных конкурсах. Вклад многих специалистов в развитие топливно-энергетического комплекса страны отмечен государственными, правительственными и отраслевыми наградами.

Благодаря активной государственной политике в сфере газификации сегодня Беларусь занимает лидирующие позиции среди стран СНГ по развитию газоснабжения. За последние 20 лет в стране построено в 4 раза больше газопроводов, чем было проложено до 1994 года. Их общая протяженность в настоящее время достигает 56,8 тыс. км. Ежегодно на природный газ переводится порядка 30 тыс. квартир. По состоянию на 1 июля 2016 года уровень газификации квартир вырос до 73,9 %, в том числе в сельской местности – до 33,4 %. В последнее время в развитие этой сферы деятельности ежегодно инвестировалось не менее \$ 200 млн.

Динамично развивается торфяная промышленность. Полностью механизирован процесс добычи и переработки торфа, продолжается модернизация действующих предприятий с переводом энергоисточников на местные виды топлива. Ударными темпами в этом сезоне трудятся работники торфяного сектора ГПО «Белтопгаз». Только в первом полугодии ими произведено на четверть больше топливных брикетов, чем за аналогичный период прошлого года, а добыча торфа достигла 82,3 % от объема, запланированного на весь 2016 год.

Благодаря внедрению новой техники, современных технологий и оптимизации численности персонала только за последние 5 лет ГПО «Белтопгаз» сократило затраты на 30 млн денонмированных белорусских рублей. Организациями объединения успешно осуществляется работа по строительству, проектированию и производству газового оборудования. В республике и за рубежом хорошо известна продукция таких предприятий, как «Брестгазоаппарат», «Новогрудский завод газовой аппаратуры» и «Белгазтехника».

Совершенствование структуры проектных институтов и внедрение передовых методов проектирования позволили зна-



чительно повысить эффективность производства научнотехнической продукции, сформировать серьезный кадровый и интеллектуальный потенциал. В республике эффективно функционирует система подготовки кадров, обеспечивающая высокий уровень квалификации специалистов и рабочих, позволяя организациям газоснабжения и топливной промышленности качественно выполнять проекты любой сложности и занимать лидирующие позиции на отечественном рынке.

Слова особой благодарности – ветеранам труда отрасли. Они внесли значительный вклад в становление белорусской системы газоснабжения, торфодобывающих и торфоперерабатывающих предприятий. Их бесценный опыт помогает молодым специалистам постигать профессию и является прочным фундаментом для дальнейшего развития отрасли.

Сегодня мы не можем позволить себе остановиться в развитии – экономическая ситуация требует освоения новых форм деятельности и поступательного движения вперед, ставит перед организациями газоснабжения и торфяной промышленности новые задачи по внедрению инновационных технологий, повышению качества продукции, оптимизации деятельности всех структур и служб. И я уверен, что профессионализм работников отрасли позволит с успехом преодолевать все трудности и находить эффективные решения на каждом новом этапе совершенствования энергетической сферы.

Желаю всем, кто своим трудом создавал и продолжает развивать такие важнейшие сферы белорусской экономики, как газоснабжение и торфяная промышленность, дальнейшей плодотворной работы, крепкого здоровья, мирного неба, счастья и благополучия!

Министр энергетики
Республики Беларусь

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'V. N. Potupchik', written over a light blue background with a faint grid pattern.

В.Н. Потупчик

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ!

От имени Государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз» и от себя лично сердечно поздравляю всех работников газоснабжения, торфяной промышленности и ветеранов отрасли с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

Специалисты газовой сферы и торфяной промышленности республики вносят значимый вклад в большое и важное для страны дело, обеспечивая эффективное развитие систем газоснабжения и торфяной промышленности. Их профессиональные знания, опыт, высокая степень ответственности – залог успешного развития топливно-энергетического комплекса республики, который остается одним из гарантов экономической стабильности и важным фактором энергетической независимости государства.

Особые слова благодарности тем, кто имеет непосредственное отношение к бесперебойному обеспечению потребителей республики природным и сжиженным газом, кто в непростых экономических условиях ответственно и добросовестно выполняет свои профессиональные обязанности. Благодаря этим людям мы можем гордиться тем, что Беларусь занимает одно из лидирующих мест в Европе по уровню газификации.

По состоянию на 1 июля природным газом обеспечены все 118 районных центров и 113 городов, 88 из 90 поселков, около 2,9 тыс. сельских населенных пунктов Беларуси. Протяженность сетей природного газа составила 56,8 тыс. км, в том числе 31,4 тыс. км в сельской местности. Сегодня в организациях отрасли внедряются энергоэффективные технологии, производится импортозамещающая отечественная продукция, успешно реализуются проекты модернизации производственных процессов и технологий.

Динамично развивается торфяная промышленность, которая занимает особое место в топливно-энергетическом комплексе республики. Благодаря активному строительству площадей для добычи торфа, постоянному обновлению технической базы для выполнения болотно-подготовительных работ, добычи и транспортировки торфа специалисты отрасли и в этом году обеспечили хорошие темпы уборки торфа и производства топлива на его основе. В первом полугодии произведено 303,7 тыс. т топливных брикетов, что на четверть больше, чем за соответствующий период прошлого года. Обеспечена прибыльная работа организаций торфяной промышленности.

Рядом торфобрикетных заводов объединения освоено производство нового вида торфяной продукции, которая востребована цементными заводами республики для замещения импортируемых видов топлива (природный газ и ка-



менный уголь) при производстве строительных материалов. В текущем году осуществляются работы по реконструкции производства ОАО «ТБЗ Браславский», котельных ОАО «Торфобрикетный завод «Гатча-Осовский», ОАО «ТБЗ Дитва» и ОАО «Старобинский ТБЗ» с переводом котлов на использование фрезерного торфа вместо природного газа.

Вместе с газовиками и работниками торфяной промышленности профессиональный праздник отмечают почти 3000 работников подрядных и проектных организаций объединения. В сложных экономических условиях сохранены коллективы специалистов, чей труд определяет техническое состояние и дальнейшее развитие отрасли.

Убежден, что те, кто работает в сфере газоснабжения и торфяной промышленности, и впредь будут успешно решать поставленные государством задачи. Накопленный десятилетиями опыт, высокий профессионализм позволяют газовикам и торфяникам в дальнейшем ставить перед собой самые амбициозные задачи и добиваться их решения, обеспечивая растущее благосостояние страны.

Особую признательность выражаю ветеранам газовой и топливной промышленности, которые всегда готовы поделиться опытом, знаниями и оптимизмом с молодым поколением. Их помощь является неоценимым вкладом в энергетическую независимость и безопасность нашей республики.

От всей души желаю вам, вашим родным и близким счастья, здоровья, бодрости духа, успехов в профессиональной деятельности, семейного благополучия, творческих достижений, душевного равновесия и праздничного настроения!

Генеральный директор
ГПО «Белтопгаз»

Л.И. Рудинский

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, positioned below the printed name.

БЕЛАРУСЬ – ОДНА ИЗ САМЫХ ГАЗИФИЦИРОВАННЫХ СТРАН В МИРЕ

21 июля состоялась организованная Министерством энергетики Республики Беларусь пресс-конференция генерального директора ГПО «Белтопгаз» Л.И. Рудинского «Актуальные вопросы газообеспечения населения республики» с участием его заместителей В.Г. Киселева, Д.В. Петруши, начальника управления систем газоснабжения объединения В.М. Руся и специалистов аппарата управления объединения.



К сведению: ГПО «Белтопгаз» – многофункциональная организация, включающая 46 предприятий различных форм собственности. Основные направления деятельности: проектирование, строительство и эксплуатация газопроводов, производство газового оборудования, добыча торфа и производство продукции из него. В настоящее время в объединении работает порядка 30 тыс. человек.

В ходе пресс-конференции генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Л.И. Рудинский отметил, что все необходимое для проектирования, строительства и эксплуатации систем газоснабжения производится силами организаций ГПО «Белтопгаза» или закупается у белорусских производителей. Объединение импортирует только стальные трубы большого диаметра, которые в республике не производятся, а также сам природный газ. Что касается сжиженного газа, то белорусские нефтеперерабатывающие заводы выпускают его в тех объемах, того качества и с теми потребительскими свойствами, которые необходимы.

В настоящее время Республика Беларусь является одной из самых газифицированных стран не только на постсоветском пространстве, но и в мире. Такой уровень газификации не достигнут даже в газодобывающих странах: России, Украине, Венесуэле, Колумбии. Сегодня в республике эксплуатируется более 56 тыс. км газопроводов раз-

личных давлений. Природным газом газифицировано 2,8 млн квартир и 34 % жилых домов в сельской местности. Еще около 1 млн квартир в городах и сельской местности используют сжиженный газ, в основном от газобаллонных установок.

Одна из тенденций развития газоснабжения в республике – снижение потребления газа как реальным сектором экономики и энергетической отраслью, так и населением. В настоящее время общее потребление газа в республике составляет 19 млрд м³, на долю населения приходится 10 % этого объема.

Порядок формирования цен на газ определен Указом Президента Республики Беларусь от 25 февраля 2011 года № 72 «О некоторых вопросах регулирования цен (тарифов) в Республике Беларусь». Тариф на природный газ для потребителей республики формируется в зависимости от стоимости газа на границе, а также затрат газовых хозяйств ГПО «Белтопгаз» и ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

За последние 5 лет ГПО «Белтопгаз» снизило свои затраты на 300 млрд руб. за счет внедрения современной техники и технологий, оптимизации численности персонала, а также освобождения от не свойственных для предприятия активов, что позволит сделать тарифы прозрачными. Планируется выводить из состава объединения предприятия, не связанные напрямую с газовым хозяйством, в том числе ряд сельскохозяйственных и строительных организаций. В этом году затраты в газовом хозяйстве предполагается снизить на 130 млрд неденоминированных рублей.

В перспективе основная деятельность в газовой сфере сосредоточится на эксплуатации систем газоснабжения. ГПО «Белтопгаз» также планирует оказывать новые виды услуг по техническому обслуживанию газового оборудования.

Генеральный директор ГПО «Белтопгаз» напомнил о ряде трагедий, связанных с неправильным использованием водогрейного газоиспользующего оборудования, и отметил, что потребители должны соблюдать Правила пользования газом в быту. В настоящее время в республике эксплуатируется порядка 1 млн 407 тыс. бытовых газовых устройств, отработавших 20 лет и более. В соответствии с действующим законодательством потребитель газа обязан в таких случаях произвести замену газоиспользующего оборудования или заключить договор со специализированной организацией на проведение диагностики его технического состояния в целях определения остаточного ресурса и возможности дальнейшей эксплуатации.

Л.И. Рудинский также сообщил, что в настоящее время в республике работает созданная Правительством рабочая группа, которая занимается корректировкой программ газификации с учетом предстоящего ввода БелАЭС.

Ольга ГОНЧАР

ТЭК БЕЛАРУСИ

Тарифы на энергию и природный газ не будут привязаны к иностранной валюте

Распоряжением Премьер-министра Беларуси Андрея Кобякова создана межведомственная рабочая группа в сфере тарифного регулирования. Участникам группы поручено разработать и внести на рассмотрение Правительства предложения (при необходимости с проектами нормативных правовых актов) об установлении с 1 января 2017 года цен (тарифов) на природный газ, электрическую и тепловую энергию для потребителей реального сектора экономики без привязки к иностранной валюте. При этом должны быть выработаны механизм компенсации выпадающих доходов для газо- и энергоснабжающих организаций и (или) порядок пересмотра указанных цен (тарифов) в целях минимизации влияния на размер выручки указанных организаций факторов внешней и внутренней конъюнктуры, таких как изменение цены покупки импортируемых энергоносителей, бюджетного и налогового законодательства, индекса потребительских цен (цен производителей промышленной продукции), курса национальной валюты и др.

Реконструкция Могилевской ТЭЦ-1 на завершающем этапе

В соответствии с Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года с августа 2014 года ведется реконструкция турбин блоков № 3 и № 4 Могилевской ТЭЦ-1 с применением современных парогазовых технологий.

Проектом предусмотрена установка газовой турбины электрической мощностью 25 МВт; пункта подготовки газа с двумя дожимными компрессорными станциями; котла-утилизатора без дожигающих устройств; сетевых подогревателей с доохладителями конденсата греющего пара; гидрозатвора на обратном трубопроводе сетевой воды, а также строительство закрытого распределительного устройства



ОРУ и ЗРУ Могилевской ТЭЦ-1

10/6 кВ с установкой двух трансформаторов, строительство открытого распределительного устройства 110 кВ с выдачей мощности по ЛЭП 110 кВ.

На текущем этапе все основное и вспомогательное оборудование смонтировано, ведутся работы по его пусконаладке, а также благоустройству территории.

Ввод объекта в эксплуатацию намечен на сентябрь 2016 года.

На Гомельской ТЭЦ-2 установлены электрические водогрейные котлы

В июле текущего года на Гомельской ТЭЦ-2 завершена реализация «пилотного» проекта по установке электрических водогрейных котлов. Объект принят в эксплуатацию.

В машинном зале главного корпуса Гомельской ТЭЦ-2 установлено два электрических котла ZVP-2840 мощностью 40 МВт каждый производства Zander & Ingestrom AB (Швеция). Котлы предназначены для потребления избытка электрической мощности в энергосистеме в период ночного провала нагрузок, который возникнет уже после ввода в эксплуатацию первого энергоблока Белорусской АЭС. Особенностью эксплуатации водогрейных котлов ZVP-2840 является соблюдение жестких требований к качеству нагреваемой в них воды и поддержание требуемой электропроводности в пределах 80 мкСм, так как этот показатель напрямую влияет на их теплопроизводительность.

Проектно-сметная документация была разработана РУП «Белнипиэнергопром». Генеральным подрядчиком при строительстве объекта выступало ОАО «Белэнерго-ремналадка».

Пусконаладочные работы по этому объекту выполнялись персоналом ОАО «Белэлектромонтажналадка» с участием специалистов ОАО «Белэнергоремналадка».

Включен под напряжение основной источник электроснабжения индустриального парка «Великий камень»

2 августа состоялось включение в работу кабельно-воздушной линии 110 кВ «Минск Восточная – Технопарк», а также трансформатора Т2 110/10 кВ и закрытого распределительного устройства 10 кВ подстанции «Технопарк».

Подстанция 110 кВ «Технопарк» строится в рамках развития инфраструктуры Китайско-белорусского индустриального парка «Великий камень». Генеральным подрядчиком при строительстве выступила Китайская машиностроительная инженеринговая компания (СМЕС).

В реализации объекта принимали участие специалисты РУП «Белэнергосетьпроект», ОАО «Белэлектромонтажналадка», аппарата управления РУП «Минскэнерго» и филиала «Борисовские электрические сети», а на ПС 330 кВ «Минск Восточная», ПС 110 кВ «Колодищи», КВЛ 110 кВ – филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго».

Впервые на практике в РУП «Минскэнерго» реализована дифференциальная защита линии с контролем тока на трех сторонах: ПС 330 кВ «Минск Восточная», ПС 110 кВ «Колодищи» и «Технопарк».

ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ РАБОТЫ ЗА ПОЛУГОДИЕ

17 августа ГПО «Белэнерго» и ГПО «Белтопгаз» провели заседания, на которых обсудили итоги работы за I полугодие 2016 года.

ГПО «Белэнерго»

Доведенные ключевые показатели эффективности работы по обеспечению реализации задач социально-экономического развития в целом по объединению выполнены. В результате реализации 75 энергосберегающих мероприятий за I полугодие организациями объединения сэкономлено 91 тыс. т у.т. Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии составил 228,5 г/кВт·ч, на отпуск тепловой энергии – 166,79 кг/Гкал, что ниже уровня данных показателей за аналогичный период прошлого года.

Члены Совета ГПО «Белэнерго» рассмотрели вопрос реализации важнейших инвестиционных проектов, а также итоги работы организаций строительно-монтажного комплекса. Так, в первом полугодии введены в эксплуатацию вторая очередь мини-ТЭЦ 4,67 МВт на местных видах топлива в г. Лунинце, Новогрудская ветроэнергетическая станция мощностью 7,5 МВт, подстанция 110 кВ «Староборисовская» в г. Минске. На Оршанской ТЭЦ проведена замена турбоагрегата 12 МВт. Завершены работы по четвертому пусковому комплексу проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой».

В рамках проведения ремонтной кампании и подготовки энергоснабжающих организаций к работе в осенне-зимний период выполнена замена тепловых сетей в объеме 53,109 км в однотрубном исчислении, введено в эксплуатацию 889,4 км линий электропередачи, выполнены все запланированные на первое полугодие ремонты теплотехнического и электротехнического оборудования.



В части обеспечения надежности работы оборудования отмечено снижение количества отключений из-за ошибочных действий персонала. В области охраны труда зафиксировано уменьшение числа несчастных случаев в организациях ГПО «Белэнерго».

Участники заседания также обсудили вопросы выполнения показателей по экспорту услуг, снижению уровня запасов готовой продукции на складах, отраслевой программы импортозамещения и др.

ГПО «Белтопгаз»

За I полугодие объединением выполнены возложенные на него задачи по обеспечению экономики и населения республики газом, обеспечено безаварийное и бесперебойное снабжение потребителей газообразными и твердыми видами топлива, выполнены доведенные ключевые показатели в целом по ГПО «Белтопгаз».



За январь–июнь текущего года потребителям республики поставлено более 9,2 млрд м³ природного газа. Добыто 1029,2 тыс. т торфа, или 67,8% к годовому заданию, осуществлены отвод 431,3 га земельных участков торфяных месторождений и строительство 280,8 га новых площадей для добычи торфа.

Объем поставки топливных брикетов на внутренний рынок за полугодие составил 275,6 тыс. т, или 131,2 % к уровню аналогичного периода прошлого года, на экспорт отгружено 32 тыс. т (112,9 %). Рост темпов производства продукции с начала 2016 года обеспечен за счет принимаемых мер по увеличению объемов промышленного использования топливных брикетов, а также нового вида торфяного топлива – сушенки торфяной. Так, за январь–июнь текущего года ОАО «Кричевцементношифер» и ОАО «Белорусский цементный завод» закуплено 101,6 тыс. т брикетов, что в 3,1 раза больше, чем за соответствующий период 2015 года. На ОАО «Красносельскстройматериалы» отгружено 41,4 тыс. т сушенки торфяной, что составило 34,5 % от годового задания.

Экспорт товаров составил 101,3 % при задании на отчетный период 100,3 %; экспорт услуг – 109,5 % при задании 101,3 %; рентабельность продаж – 1,9 % при плановой 0,5 %; снижение затрат на производство – 73 735,8 млн руб., или 129,8 % к установленному заданию. Произведено импортозамещающей продукции на сумму порядка \$ 12,7 млн, или 50,4 % от задания на 2016 год.

В ходе заседания также рассмотрены вопросы оптимизации штатной численности организаций, заработной платы, улучшения условий труда, профилактики коррупционных правонарушений и др.

БЕЛОРУССКАЯ АЭС. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Корпус реактора БелАЭС будет заменен

Инцидент на строительной площадке БелАЭС стал одной из самых обсуждаемых тем. 10 июля при перемещении корпуса реактора на площадке его хранения российской подрядной организацией были допущены отклонения от инструкции, из-за которых произошел перекос груза при его дальнейшем подъеме. В результате корпус реактора проскользнул по стропам с падением сферическим днищем на площадку хранения.

Работы, связанные с перемещением корпуса реактора, были приостановлены и начато расследование. По результатам рассмотрения материалов расследования данной нештатной ситуации белорусской стороной принято решение о замене корпуса реактора.

Установлен верхний ярус внутренней защитной оболочки здания реактора первого энергоблока

Успешно завершены работы по установке верхнего яруса внутренней защитной оболочки здания реактора первого энергоблока Белорусской АЭС.

Внутренняя защитная оболочка – одна из частей системы защитных герметичных оболочек (контейнмент) реактора, исключающая выход радиоактивности в окружающую среду. Такая система оболочек выдерживает как внутреннее давление (в 5 кг/см²), так и внешнее воздействие, к примеру, от ударной волны, создающей давление 30 кПа, и даже падающего самолета.

Российская промгруппа «Генерация» изготовила резервуары для БелАЭС

Российская промышленная группа «Генерация» изготовила резервуары для Белорусской АЭС. Оборудование произведено на производственной площадке ПАО «Дзержинскиммаш» (входит в группу компаний, работающих под брендом «Генерация») и представляет собой два резервуара запаса чистого конденсата и два резервуара запаса теплоносителя. Баки выполнены из нержавеющей стали, объем каждого из них составляет 390 м³.

Летом на строительстве АЭС трудились студенческие стройотряды

Этим летом на Всебелорусской молодежной стройке – возведении объектов Белорусской атомной электростанции трудился сводный международный студенческий строительный отряд имени дважды Героя Советского Союза маршала Н.И. Крылова численностью 428 человек. В его состав вошли 18 стройотрядов, сформированных на базе учреждений образования Беларуси, и 5 линейных стройотрядов из России. Впервые в составе отряда «Прайд» Томского политехнического университета работали граждане Казахстана – студенты этого вуза.

Члены белорусско-российского сводного студенческого строительного отряда выполняли бетонные работы, различные виды армирования, дорожные и геодезические работы, монтаж металлоконструкций и др.

На 2017 год запланирована разработка внутреннего аварийного плана БелАЭС

Обзором состояния ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь в 2015 году, подготовленным Госатомнадзором в сотрудничестве с заинтересованными ведомствами, предусмотрена разработка внутреннего аварийного плана БелАЭС на 2017 год.



Стройплощадка Белорусской АЭС. Фото Э.И. Свирида

В обзоре отмечается, что государственная система по предупреждению чрезвычайных ситуаций развивается с учетом строительства Белорусской АЭС. В Беларуси утвержден план совершенствования системы готовности и реагирования в случае ядерной или радиационной аварии. Документ, в частности, предусматривает разработку внешнего и внутреннего аварийных планов БелАЭС (запланирована на 2017 год и будет выполнена с учетом возможных запроектных аварий с наихудшими последствиями для населения и персонала и фаз развития аварии), программы тренировок объектов использования атомной энергии совместно с внешними реагирующими организациями для тестирования внутренних аварийных планов и другие мероприятия.

Радиационный мониторинг будет вестись в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения БелАЭС

Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям от 30 июня 2016 года № 29 утверждены требования к эксплуатирующей организации по осуществлению радиационного мониторинга. Он будет вестись в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения Белорусской АЭС.

Среди основных объектов мониторинга – внешнее излучение, атмосферные выпадения, снежный покров, почва, овощи и фрукты, зерновые культуры, молоко, мясо, рыба, питьевая вода, лесная, луговая, болотная растительность и др. Программа радиационного мониторинга должна пересматриваться не реже, чем 1 раз в 3 года.

Сейчас в зоне размещения АЭС работает автоматизированная система контроля радиационной обстановки, которая включает 10 автоматических датчиков. На БелАЭС контролируются метеосостояния, ведутся наблюдения за химическим загрязнением почвы и поверхностных вод.

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

ПОЗДРАВЛЯЕМ С 65-ЛЕТИЕМ!

В августе Первому заместителю генерального директора – главному инженеру ГПО «Белэнерго» Александру Владимировичу Сиваку исполнилось 65 лет. Человек необыкновенной трудоспособности, талантливый аналитик, высококвалифицированный специалист, неординарный руководитель и организатор энергетического производства, А.В. Сивак уже десять лет принимает непосредственное участие в разработке и реализации технической политики в Белорусской энергосистеме.

Свою деятельность в энергетике Александр Владимирович начал на Белорусском производственном ремонтно-наладочном предприятии «Белэнергоремналадка» в 1975 году, где работал старшим техником, а после окончания в 1977 году Белорусского политехнического института по специальности «Промышленная теплоэнергетика» – инженером, старшим инженером цеха по наладке теплотехнического оборудования, а затем заместителем начальника отдела организации труда и заработной платы. Десять лет работы на предприятии, которое уже тогда славилось высокой квалификацией специалистов и имело большой авторитет в своей области, стали для Александра Владимировича хорошей школой профессионального мастерства, заложили фундамент его будущих производственных побед.

Свою служебную карьеру А.В. Сивак продолжил в должностях заместителя начальника ПТО «Белглавэнерго», начальника производственно-технической службы Объединенного диспетчерского управления энергосистемами Белорусской ССР, начальника управления научно-технического прогресса и внешнеэкономических связей Министерства энергетики Республики Беларусь, председателя департамента производства и распределения энергии концерна Siemens AG.

В 1998 году Александр Владимирович возглавил Комитет экономики ТЭК и химической промышленности Республики Беларусь и вошел в состав коллегии Министерства экономики, в 2002-м его назначают заместителем Министра энергетики.

В должности первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» Александр Владимирович Сивак работает с 2006 года. Под его руководством проводится работа по модернизации основных фондов объединения, обеспечению устойчивой и надежной работы Белорусской энергосистемы, выполняется ряд международных исследований, направленных на повышение надежности совместной работы энергетических систем Беларуси, России, Украины и стран Балтии. Во многом благодаря его лидерским и профессиональным качествам достигнуты значительные результаты в повышении экономичности энергетического производства в республике: Беларусь вышла в лидеры среди



стран СНГ по снижению удельного расхода топлива на производство электроэнергии, а Белорусская энергосистема значительно повысила надежность своей работы.

Многолетний добросовестный труд, профессиональное мастерство и значительный личный вклад А.В. Сивака в развитие и совершенствование Белорусской энергосистемы неоднократно были отмечены Почетными грамотами Министерства энергетики Республики Беларусь (1996, 2004, 2011, 2016), ГПО «Белэнерго» (2006, 2009, 2011, 2016), Электроэнергетического Совета СНГ (2007). Имеет почетные звания «Отличник энергетики» и «Заслуженный энергетик СНГ».

Высокий уровень квалификации, способность создавать в коллективе атмосферу заинтересованности в достижении поставленных задач, творческое отношение к делу, принципиальность и инициативность снискали Александру Владимировичу заслуженный авторитет среди коллег и специалистов разных отраслей как в Беларуси, так и за рубежом.

Редакция и редколлегия журнала от всей души поздравляют Александра Владимировича со знаменательной датой. Желают крепкого здоровья, счастья, новых свершений в профессиональной деятельности, неиссякаемой энергии и успешного решения самых смелых задач, направленных на развитие и укрепление Белорусской энергосистемы.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ПРОГНОЗЫ. АНАЛИТИКА. ФАКТЫ

«Газпром» планирует сократить мощности газопроводов на Украину

«Газпром» приступает к сокращению мощностей газопроводов на Украину. Об этом заявил председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер на Петербургском международном экономическом форуме, который состоялся в июне.

До 2020 года планируется ликвидировать 4300 км труб на участке Ямбург–Суджа, к 2030-му – 10 700 км. Только на эксплуатационных затратах «Газпром» предполагает сэкономить \$ 1,6 млрд к 2020 году и до \$ 2 млрд – к 2030 году. В результате через Украину можно будет прокачивать 10–15 млрд м³ газа в год. Это означает сокращение транзита в 4–5 раз. На смену должен прийти трубопровод «Северный поток – 2» мощностью 55 млрд м³ в год. Завершить строительство планируется в 2019 году. Труба будет уложена в створе уже действующего газопровода «Северный поток». Маршрут с Ямала до немецкого Грайфсвальда по дну Балтийского моря на 1885 км короче, чем через Украину, а тариф на прокачку газа по морской части трубы на 16 % меньше.



Перенос экспортных потоков вызван смещением центра добычи «Газпрома» из Надым-Пур-Тазовского региона на Ямал. В то же время собственная добыча в Северо-Западной Европе падает, а потребление растет. С начала года лидерами импорта российского газа являются Великобритания и Франция, а кратчайший путь в Северную Европу с Ямала – это газопроводы Бованенково–Ухта–Торжок и «Северный поток – 2».

Если будут построены «Северный поток – 2», его сухопутное продолжение и дополнительная инфраструктура в Европе, «Газпрому» удастся полностью отказаться от транзита через Украину, считают эксперты Rystad.

Консервация начнется не раньше чем через 1,5–2 года: пока нет ясной позиции Еврокомиссии по «Северному потоку – 2», это рискованно. По мнению экспертов, транзит через Украину сегодня самый дешевый.

Протяженность системы газопроводов Ямбург–Суджа, согласно материалам «Инко-ТЭК» на 2014 год, составляет

около 3500 км. Система по большей части состоит из шести ниток диаметром 1420 мм. В некоторых местах она расширяется до 10 ниток, а перед границей с Украиной, наоборот, сужается до четырех ниток диаметром 1420 мм и одной нитки – 1220 мм.

Спрос на нефть растет

Возобновляемые источники энергии еще долго не смогут перехватить пальму первенства у традиционных ресурсов. По оценке аналитиков британского концерна BP доля нефти в общемировом потреблении выросла впервые с 1999 года.

В прошлом году на нефть пришлось 32,9 % всех энергетических ресурсов, которые потребили государства мира. Рост потребления за год составил 1,9 %. При этом в целом по всем видам ресурсов (нефть, газ и уголь) положительная динамика незначительна и составляет 1,1 %, то есть она существенно меньше средних значений за последние 10 лет (1,9 % каждый год).

На третьем месте в списке самых популярных энергоресурсов – газ. Доля голубого топлива в общем объеме потребления первичных энергоресурсов составила 23,8 %. Меньше всего из традиционных энергоносителей повезло углю. Его доля в мировом потреблении сократилась на 1,8 % – до 29,2 %, что является самым низким уровнем с 2005 года. Однако в целом по популярности уголь пока остается на втором месте, хотя и теряет вес. Эксперты считают, что причина кроется совсем не в сланцевой нефти, а в том, что уголь – самый грязный энергоноситель. Все санкции, которые так или иначе применяются к странам с точки зрения экологии, касаются угля. Главным его потребителем всегда был Китай. Несколько лет назад Поднебесная приняла стратегию по снижению доли угля в энергопотреблении и постепенно воплощает ее в жизнь. Это один из основных факторов снижения доли угля в мировом энергопотреблении.

Ключевую роль в приросте потребления энергоресурсов по-прежнему играли развивающиеся страны (на них сегодня приходится 58,1 % мирового потребления первичной энергии). Однако динамика в этих странах вновь оказалась существенно ниже среднего уровня за 10 лет.

Рост потребления нефти стимулируют низкие цены и быстрое развитие электромобильного транспорта, что в свою очередь ведет к росту потребления электроэнергии. Между тем в крупных городах в подавляющем большинстве ее производят с помощью нефтепродуктов. Исключение составляют только Россия и США, где превалирует газовая генерация.

Эксперты считают, что цепочка от производства электроэнергии, включая ее передачу на расстояние, до зарядки

электромобилей на 20 % более эффективна, чем производство, передача электроэнергии и ее использование для зарядки аккумуляторов. Отсюда и рост потребления «черного золота», замеченный аналитиками.

США планирует создать национальную сеть электростанций для электромобилей

Департамент энергетики при правительстве США планирует выделить беспрецедентную сумму в \$ 4,5 млрд на реализацию программы по строительству общенациональной сети зарядных станций для электромобилей. Ожидается, что в результате реализации этого проекта на территории США появится комплексная инфраструктура для электротранспорта, что, в свою очередь, должно привести к увеличению спроса на электромобили.

Программа развития инфраструктуры предусматривает также развитие партнерских отношений между органами власти и автопроизводителями, такими как Ford Motor, General Motors, Nissan Motor и Tesla Motors. Целью программы является не только строительство сети зарядных станций, но и формирование коалиции предприятий, которые будут совместными усилиями развивать инфраструктуру. Автопроизводители уже сейчас делают большие ставки на развитие электротранспорта, в частности, для удовлетворения новых жестких стандартов по экономии топлива в США.

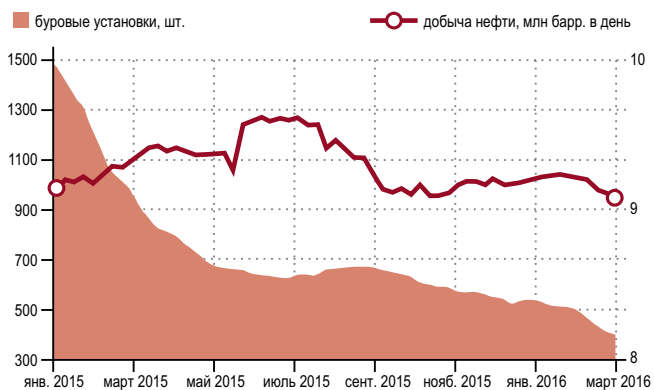


Отсутствие полноценной электростанционной инфраструктуры было одним из препятствий для широкого распространения электромобилей. Завершить развертывание национальной сети ускоренных электростанций планируется уже к 2020 году, что позволит сделать реальными экологически чистые путешествия с нулевым уровнем выбросов вредных веществ. Ожидается, что местные органы власти будут всячески поощрять покупку электромобилей, снижать затраты на их закупку, расширять рынок электрокаров.

В развитии электростанционной инфраструктуры также будут участвовать такие электроэнергетические компании, как Berkshire Hathaway Energy, Consolidated Edison, Duke Energy, Southern California Edison (SCE) и др. SCE уже находится в процессе реализации (без финансового участия) пилотного проекта по установке 1500 зарядных станций в Южной Калифорнии.

США будет непросто восстановить добычу нефти

После обвала цен на нефть нефтесервисные компании, на которых держится энергетический сектор США, истощены. Именно они разработали технологии, позволившие извлечь богатые запасы сланцевых нефти и газа, и обладают необходимым оборудованием и персоналом для бурения скважин и добычи энергоресурсов от удаленных уголков Северной Дакоты до месторождений на шельфе.



Количество действующих буровых установок в США и производство нефти

После начавшегося в 2014 году обвала цен на нефть данные компании были вынуждены сократить расходы и сотрудников. Теперь им не хватает финансов и персонала, и это может помешать росту нефтедобычи в стране, несмотря на постепенное восстановление цен на нефть.

По оценкам IHS на сланцевых месторождениях США было выведено из эксплуатации почти 70 % оборудования и уволено 60 % работавших там людей. Нехватка опытных сотрудников затормозит восстановление отрасли на раннем этапе. Многие из тысяч уволенных специалистов нашли другую работу, и в лучшем случае их удастся привлечь более высокими зарплатами, а компаниям сложно себе это позволить. У более крупных и богатых компаний больше шансов выдержать спад в бизнесе. Так, Halliburton сократила более 28 тыс. человек, или треть рабочих, но при этом старается сохранить квалифицированных сотрудников. Крупнейшая в мире нефтесервисная компания Schlumberger готова была продолжать платить многим старшим инженерам и некоторым ценным рабочим половину зарплаты во время вынужденного отпуска, что должно было позволить по мере необходимости приглашать их обратно в ближайшие месяцы.

Те же компании, которые надеются нарастить добычу, больше не могут рассчитывать на то, что им удастся снова добиться снижения цен на нефтесервисные услуги, как это было во второй половине 2014-го и в 2015 году.

Возобновляемая энергия становится доступнее

По данным Министерства энергетики США средняя цена долгосрочных договоров на приобретение электроэнергии, производимой ветроэлектростанциями, уже в 2014 году упала до \$ 23,5 МВт·ч – ниже американских оптовых цен. Еще в 2009 году она составляла примерно \$ 70 за 1 МВт·ч. Продолжается снижение цен и на «солнечное» электричество. По итогам тендера в Дубае (ОАЭ) в начале прошлого года

была зафиксирована цена \$ 58,4 за 1 МВт·ч, в текущем году в Перу достигнут уровень \$ 48, в Мексике – \$ 36 за 1 МВт·ч.

Таким образом, возобновляемая энергетика уже сегодня обеспечивает низкую стоимость электроэнергии во многих регионах планеты. При этом никто не сомневается, что удельные капитальные затраты в солнечной и ветроэнергетике будут падать и дальше.



В России экономически обоснованная цена электроэнергии, получаемой с использованием ВИЭ, пока существенно превышает действующие тарифы. В Германии величина «зеленого тарифа», уплачиваемого производителям чистой энергии в течение 20 лет, доходила до € 0,574 за 1 кВт·ч, сегодня новые объекты вознаграждаются по тарифу € 0–0,13 за 1 кВт·ч, а цена электроэнергии большинства ВИЭ-электростанций промышленного масштаба устанавливается по результатам тендеров.

Новые отрасли не создаются без участия государства. Более того, практика показывает, что даже давно существующие, «старые» инфраструктурные секторы не обходятся без государственной финансовой помощи в разных формах, а возобновляемая энергетика отнюдь не является основным реципиентом господдержки. По оценке Международного энергетического агентства субсидии на потребление ископаемого топлива в 2014 году составили в глобальном масштабе \$ 493 млрд, что более чем в четыре раза превышает объем субсидий возобновляемой энергетики.

Интерес Китая к газовой генерации будет расти

Китай – крупный потребитель газа (197,3 млрд м³ в год, или 5,7 % мирового потребления, по данным BP за 2015 год), но в основном его электростанции работают на угле (67 % в структуре генерации в 2015 году). При этом выбросы угольных электростанций ухудшают экологию, а перевозка угля перегружает транспортную систему Китая. Доля газовой генерации в Китае в 2015 году составила около 3 %. По прогнозу Ассоциации электроэнергетических предприятий Китая к 2020 году показатель должен вырасти до 4,71 %.

Газ в Китае в основном используется домохозяйствами и как моторное топливо. Газовая генерация в стране, как утверждают эксперты, в основном убыточна, она работает только в периоды пикового спроса или в качестве резерва для возобновляемых источников энергии. Газовые электростанции строятся в основном на юге Китая, куда приходит дешевое

топливо из Австралии, и на восточном побережье, где есть реальная потребность в покрытии пиков, газотранспортная инфраструктура и запрос на более чистую генерацию.

Несмотря на то, что в северных провинциях Китая строится колоссальное количество ветровых и солнечных электростанций, газовая генерация лучше всего подходит для резервирования мощности, поскольку выработка электроэнергии ветроустановками происходит неравномерно.

Эксперты прогнозируют, что интерес Китая к газу будет расти, но пока его сдерживает недостаточная реформированность рынков газа и электроэнергии в стране.

Энергомост между Литвой и Швецией NordBalt был вновь аварийно отключен

24 июня NordBalt – энергомост, соединяющий Литву и Швецию, возобновил свою работу после продолжительного ремонта, а утром 30 июня был вновь аварийно отключен. Литовский электросетевой оператор LitGrid AB сообщил через североευропейский рынок электроэнергии Nord Pool Spot, что кабель был автоматически отключен защитой. Реальная причина нарушения работы электрооборудования не указана.

Кабельный энергомост NordBalt отключался уже более 10 раз из-за различных неисправностей. Кабель для него длиной 453 км и общей стоимостью около \$ 670 млн изготовлен и проложен по дну Балтийского моря шведским концерном ABB. Также силами концерна были построены преобразовательные высоковольтные подстанции сети в Нибру (Швеция) и Клайпеде (Литва).



Доля солнечной энергетики в мире увеличивается

Доля солнечной энергетики в мировой энергокорзине к 2030 году может составить 13 %, при том что сегодня она составляет 2 %. Об этом сообщается в исследовании Международного агентства по возобновляемой энергии (International Renewable Energy Agency – IRENA). Аналитики считают, что отрасль готова к масштабному расширению, преимущественно за счет сокращения расходов. По оценкам IRENA к 2030 году за счет солнечных батарей может быть выработано от 1760 до 2500 ГВт.

Говоря о перспективах фотовольтаики, авторы доклада отмечают, что в 2015 году на солнечные панели пришлось 20 % всех новых генерирующих мощностей, а в течение последних пяти лет их общая установленная мощность выросла с 40 до 227 ГВт. Инвестиции в производство солнечных па-

нелей, устанавливаемых на крышах, в 2015 году достигли \$ 67 млн, панелей для коммунальных предприятий – \$ 92 млн, систем oil grid – \$ 267 млн.

В мире постепенно снижаются цены на производство, установку и эксплуатацию солнечных панелей. Дальнейшее снижение затрат может создать дополнительные предпосылки для значительного расширения использования солнечной энергии, отмечается в исследовании.



Страны-лидеры по установленной мощности гелиоэнергетики (Китай, Германия, Япония, США) являются ведущими индустриальными державами. Они формируют новую технологическую платформу в энергетике и одновременно рынок, фактически обреченный на двузначные темпы роста в ближайшие годы. Уже к 2020 году установленная мощность солнечных электростанций в мире, по консервативным оценкам, достигнет 600 ГВт. Индия до 2022 года намерена построить 100 ГВт фотоэлектрических мощностей, внушительная программа развития ВИЭ принята в Иране.

Российский ученый разработал катализаторы нового поколения для нефтепереработки и ВИЭ

Лауреатом Международной премии «Глобальная энергия» 2016 года назван академик РАН Валентин Пармон. Он награжден за прорывные разработки новых катализаторов для нефтепереработки и возобновляемых источников энергии. Имя лауреата было названо международным комитетом, который возглавляет лауреат Нобелевской премии Родней Джон Аллам. По его словам, жюри было очень непросто сделать выбор из 140 очень сильных кандидатов из 27 стран.

Академик Пармон – научный руководитель Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, автор революционных разработок с высоким экономическим эффектом. В частности, он занимается актуальным направлением – искусственным фотосинтезом. По сути, это попытка повторить природу, получить химическое топливо напрямую из солнечной энергии. Созданная в институте установка работает с эффективностью 43 % при полезной мощности 2 кВт. Этот показатель до сих пор никто в мире превзойти не сумел.

Под руководством академика разработаны катализаторы нового поколения для производства моторных топлив, в том числе дизельных по стандартам «Евро-4» и «Евро-5». Сейчас

около 10 % всего высокооктанового бензина России производится по этим технологиям. Также в институте получают топливо из растительного сырья – древесины и рисовой шелухи.

Япония собирается построить новую АЭС

Японская энергокомпания Chugoku Electric Power, которая занимается производством и распределением электроэнергии, вновь получила разрешение властей префектуры Ямагути на использование местной территории под сооружение новой АЭС, несмотря на активные протесты населения.

После техногенной катастрофы на АЭС «Фукусима-1», произошедшей весной 2011 года, работы по подготовке строительной площадки будущей атомной станции в окрестностях города Каминоэки были прекращены. В настоящее время власти Токио позволили возобновить реализацию проекта ввиду актуальной государственной политики в сфере энергетической генерации, обусловленной очень высоким уровнем импортируемых энергоносителей (в настоящее время Япония импортирует 80 % энергоносителей, используемых промышленностью страны).

Разрешение на строительство АЭС будет действовать до 6 июля 2019 года. Дата старта сооружения будущего объекта еще не согласована.

Украина планирует построить хранилище ОЯТ

Украина продолжает попытки убедить американскую компанию Westinghouse построить в стране завод по производству топлива для АЭС вместо замороженного в 2014 году аналогичного проекта «Росатома». Но американцы не готовы инвестировать в такой актив, предпочитая расширять под поставки на Украину свое производство в Швеции.

Строительство топливного завода на Украине несколько лет назад было одним из ключевых элементов конкурентной борьбы за местный рынок между традиционным поставщиком – ОАО «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом» и Westinghouse, разработавшей сборки ТВС-WR для установки в реакторы российского дизайна ВВЭР-1000 (это 13 из 15 энергоблоков Украины). В 2010 году ТВЭЛ выиграла тендер на строительство завода в рамках СП с украинской стороной, а также заключила долгосрочный контракт на поставки топлива оператору АЭС Украины НАЭК «Энергоатом». Но в 2014 году проект был заморожен. В последние два года Westinghouse активно теснит «Росатом» на рынке ядерного топлива: «Энергоатом» увеличивает закупки ТВС-WR, изготавливаемых на заводе в шведском Вестеросе. Сейчас это топливо используется на двух блоках, по недавним договоренностям сторон объем поставок может быть расширен до четырех блоков.

В настоящее время речь идет уже не о строительстве на Украине топливного завода, а о сооружении централизованного хранилища отработанного ядерного топлива. На реализацию этого проекта стоимостью не менее \$ 300 млн Киев привлек кредит в США в размере \$ 260 млн. Остальные средства украинской стороне придется искать у других инвесторов.

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



Насосы Eta – безграничные ВОЗМОЖНОСТИ

УНП 191759977

Насосы семейства Eta производства концерна KSB (Германия) являются «классикой» насосной техники уже несколько десятилетий. Они чрезвычайно широко применяются в инженерных системах зданий и сооружений, в системах водоснабжения, пожаротушения, охлаждения и кондиционирования, для перекачивания горячей и холодной воды, конденсата, питьевой и технической воды, масел, рассолов и детергентов ...

Новое поколение насосов семейства Eta - воплощение самых современных инновационных технологий и эталонная эксплуатационная надежность. Открытие в Беларуси дочернего предприятия концерна KSB позволило значительно уменьшить стоимость немецкого оборудования для белорусского потребителя и сократить сроки его поставки.



Etanorm® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 660
H [м] до 160



Etaline® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 700
H [м] до 95



Etabloc® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 612
H [м] до 102



Etanorm SYT® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 1900
H [м] до 102

› Наши технологии. Ваш успех.

Насосы • Арматура • Сервис

ИООО «КСБ БЕЛ»: 220089, Минск, 3-я ул. Щорса 9 – 607.

Т/Ф +375 17 336-42-56; +375 17 336-42-57; +375 17 336-42-58



ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА «ЧЕЛОВЕК ДЕЛА – 2016» В ЭНЕРГЕТИКЕ

7 июля в Минске состоялось награждение лауреатов ежегодного конкурса «Человек Дела – 2016» – руководителей наиболее динамично развивающихся отечественных и иностранных предприятий, работающих на белорусском рынке. Из 130 номинантов лучшими были названы 12 наиболее успешных белорусских топ-менеджеров и владельцев бизнеса. В их числе – генеральный директор ОАО «Белэлектромонтажналадка» Сергей Николаевич Алехнович и директор ГП «НИИ Белгипротопгаз» Денис Равильевич Мороз.



Лучшим в номинации «За стабильную и эффективную работу на белорусском и зарубежном рынках» признан генеральный директор ОАО «Белэлектромонтажналадка» **Сергей Николаевич Алехнович**.

С.Н. Алехнович руководит предприятием с 2006 года. С ОАО «Белэлектромонтажналадка» связана вся его профессиональная деятельность, здесь в 1988 году начиналась его трудовая биография. На НГУ ССО «Электро-монтаж» (так тогда называлась орга-

низация), находившееся в союзном подчинении, он пришел сразу после окончания Белорусского политехнического института по специальности «Электрические станции». Его карьера сложилась успешно. Он работал инженером, инженером по наладке и испытаниям, прорабом, начальником управления наладочных работ, а затем получил назначение на должность директора предприятия. Все эти годы Сергей Николаевич был непосредственным участником, а с тех пор, как возглавил компанию, – и организатором тех масштабных преобразований, которые происходили на «Белэлектромонтажналадке». При его содействии и по его инициативе расширились производственные площади, осваивались новые направления деятельности по монтажу, наладке и проектированию энергетического оборудования, создавалось собственное производство электротехнического оборудования, разрабатывались автоматизированные системы управления технологическими процессами.

Сегодня ОАО «Белэлектромонтажналадка» – одна из ведущих инжиниринговых компаний в Белорусской энергосистеме. Это многопрофильное монтажно-наладочное предприятие с собственными конструкторской, производственной и испытательной базами,

способное выполнять полный комплекс работ по проектированию, поставке, монтажу, наладке, ремонту, испытанию и сервисному обслуживанию энергетического оборудования.

Специалисты предприятия имеют значительный опыт в реализации важнейших энергетических проектов в республике, среди которых ввод энергоблоков Могилевской ТЭЦ-2, Лукомльской ГРЭС, Минской ТЭЦ-4, Новополоцкой ТЭЦ, Светлогорской ТЭЦ и других электростанций. ОАО «Белэлектромонтажналадка» выступило в качестве генподрядчика при строительстве первого в Беларуси ветроэнергетического парка вблизи г. Новогрудка. С 2015 года специалисты предприятия участвуют в строительстве Белорусской АЭС, выполняя строительные-монтажные работы по электрической части объектов блоков № 1 и № 2.

За долгие годы успешной деятельности за рубежом у ОАО «Белэлектромонтажналадка» сформировался имидж высококлассного предприятия. Работа его специалистов на значимых объектах в России, Украине, Прибалтике, Польше, Ираке, Иране, Алжире, Болгарии, Турции, Германии и других странах получила высокую оценку профессионалов.

В 2015 году объем экспорта услуг предприятия составил \$ 15 159 тыс.,



что в 8,7 раза больше, чем в 2014 году. Среди партнеров ОАО «Белэлектромонтажналадка» такие известные компании, как ООО Riko, d.o.o. (Республика Словения), АО «Атомстройэкспорт» (РФ), ООО «Северокитайская энергетическая проектно-инженерная компания при китайской электроэнергетической инженерно-консультационной компании» (КНР), Elektrobudowa SA (Республика Польша) и др.

Сегодня предприятие продолжает динамично развиваться, подтверждая свой высокий профессиональный авторитет в республике и за ее пределами.

В номинации «За успешное применение антикризисных технологий и методов управления в энергетике» лауреатом премии «Человек Дела – 2016» стал Денис Равильевич Мороз – директор ГП «НИИ Белгипротопгаз».

Денис Равильевич Мороз – молодой руководитель со сравнительно небольшим директорским стажем: РУП «Белгипрогаз» он возглавил в 2014 году. Этому назначению предшествовала преподавательская деятельность в Гомельском государственном политехническом университете им. П.О. Сухого, в том числе в должности заместителя декана факультета, учеба в аспирантуре и защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, работа проректором по профессиональному обучению в ГИПК «ГАЗИНСТИТУТ».

Свою деятельность в качестве руководителя предприятия Денис Равильевич начал с разработки стратегии развития, основными направлениями которой стали повышение качества и оптимизация работы всех служб предприятия. Особое внимание было уделено маркетинговой политике и повышению роли отдела

продаж, а также внедрению передовых технологий, в том числе переходу на внутренний электронный документооборот и освоению BIM-технологий в разработке проектной документации. Благодаря предпринятым шагам предприятие смогло за два года выйти в разряд преуспевающих.

Важным этапом стало проведение реорганизации, в результате которой в структуру «Белгипрогаз» вошли проектные подразделения, ранее функционировавшие в составе газоснабжающих организаций. А в апреле этого года к институту было присоединено РУП «Белниитоппроект» и он был переименован в проектное научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «НИИ Белгипротопгаз».

В итоге сегодня предприятие является головной организацией по проектированию систем газоснабжения и торфоразработок в Республике Беларусь. В его состав входят 6 филиалов в областных городах и более 30 подразделений в городах районного значения. Численность сотрудников составляет более 500 человек (для сравнения: в 2014 году – 180).

Среди основных направлений деятельности «НИИ Белгипротопгаз» – развитие систем газоснабжения, защита газопроводов от электрохимической коррозии, разработка технологических линий для производства питательных грунтов и топливных пеллет на основе торфа, технологических карт для торфобрикетных предприятий, проектирование осушения участков торфодобычи и др. Предприятие является также одним из разработчиков законодательной и нормативной базы газового комплекса Республики Беларусь. При этом коллектив организации нацелен на освоение новых векторов деятельности и расширение перечня оказываемых услуг.



Сегодня специалистами «НИИ Белгипротопгаз» ведется научно-исследовательская работа «Геоэкологическое обоснование трассы газопровода на основе мультиспектральных космических снимков». Внедрение результатов этой разработки позволит с достаточно высокой точностью прогнозировать состояние грунтов в том или ином месте и принимать оптимальные предпроектные решения по прокладке газопроводов.

Благодаря продуманной стратегии развития, профессионализму коллектива и высокому качеству выполняемых работ «Белгипротопгаз» востребован при реализации многих значимых республиканских проектов в сфере энергообеспечения, а также успешно экспортирует свои услуги на зарубежные рынки.

Редакция журнала поздравляет лауреатов конкурса «Человек Дела – 2016» с высокой оценкой их профессиональной деятельности и желает новых производственных свершений!



РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В БЕЛАРУСИ И ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО

Открытие в 1841 году явления электромагнитной индукции привело к созданию первого электромобиля, а изобретение в 1865-м автомобильного аккумулятора способствовало дальнейшему развитию этого вида транспорта. Интерес к электромобилю пережил в силу разных обстоятельств несколько спадов и подъемов. Новый этап в развитии электромобилей начался в начале 1990-х годов, что было обусловлено ужесточением законодательства о загрязнении окружающей среды. Особую актуальность использование электромобилей приобрело в связи с началом строительства в Республике Беларусь атомной электростанции.



Е.А. ЖУЧЕНКО,
руководитель группы
РУП «БЕЛТЭИ»

Автотранспорт является источником до 90 % всех общих загрязнений атмосферы в больших городах и 8 % общих загрязнений атмосферы в целом. Использование электромобилей позволит сократить удельный выброс вредных веществ в эквиваленте CO₂ на 40–50 % по сравнению с использованием традиционных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Например, замена 1 тыс. дизельных автобусов в части вредных выбросов будет эквивалентна освобождению города от 300 тыс. легковых автомобилей.

Следует также отметить, что электромобили характеризуются практически полным отсутствием шума. В настоящее время в больших городах вклад транспорта в шумовое загрязнение составляет 55–60 %.

В Беларуси электромобильный транспорт может быть использован для решения еще одной проблемы, которая станет актуальной после ввода атомной электростанции, а именно для выравнивания ночных провалов электрической нагрузки. Согласно предварительным подсчетам, для того чтобы полностью выровнять ночные провалы, необходимо каждую ночь заряжать либо 270 тыс. электромобилей, что составит примерно десятую часть всего количества легковых автомобилей в республике, либо 40 тыс. электробусов (три четверти от общего количества автобусов в стране).

Развитие электромобильного транспорта в Беларуси: состояние и прогноз

Первый электромобиль в Беларуси появился в августе 2013 года. Это был Nissan Leaf, оснащенный литиевой батареей емкостью 24 кВт·ч для пробега на одной зарядке в 160 км. Первый электромобиль Tesla Model S был зарегистрирован в 2014 году.

По состоянию на 1 октября 2015 года парк электромобилей в Республике Беларусь составлял 27 машин. В настоящее время это всего несколько десятков машин, большинство из которых ездят по дорогам Минска и Минской области.

Для обслуживания этих электромобилей в республике было установлено 7 коммерческих зарядных станций, в том числе 3 скоростные (по состоянию на 1 января 2016 года). Помимо этого, имеется информация о 7 зарядных станциях, находящихся в личной собственности граждан.

В настоящее время специалисты РУП «БЕЛТЭИ» по заказу ГПО «Белэнерго» разработали проект Программы развития зарядной инфраструктуры и электромобильного транспорта в Республике Беларусь. Авторами проекта определены два сценария электромобильного транспорта в Республике Беларусь до 2025 года – оптимистичный и пессимистичный. Оба сценария предполагают внедрение экономических механизмов стимулирования исполь-



А.В. БЕРЕЗАНСКАЯ,
младший научный сотрудник

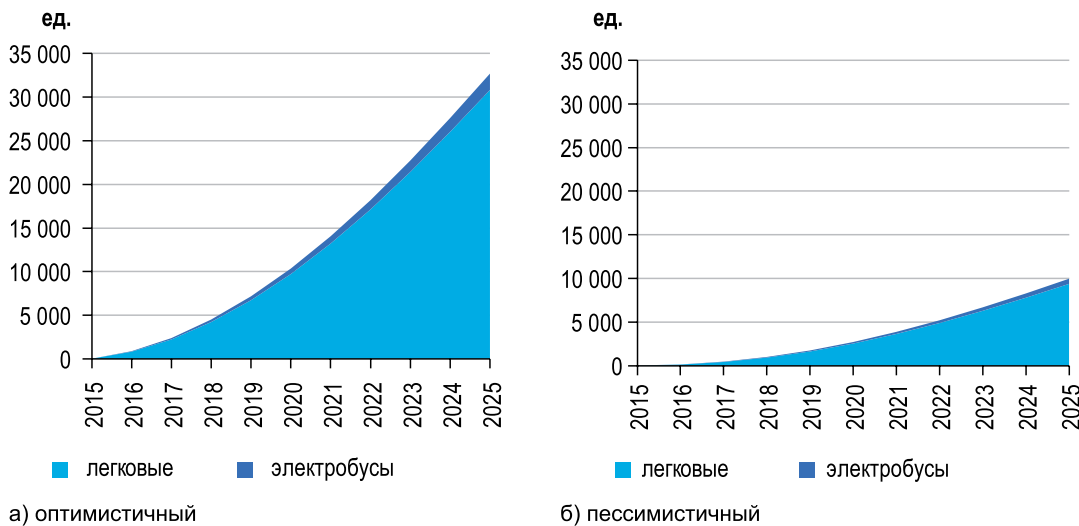


Рис. 1. Прогноз развития электромобильного транспорта в Беларуси

зования электромобилей и развитие зарядной инфраструктуры.

Согласно прогнозу количество электромобилей в Беларуси к 2025 году по оптимистичному сценарию составит 32,7 тыс., в том числе 30,82 тыс. легковых электромобилей и 1,88 тыс. электробусов; по пессимистичному – 9,96 тыс., в том числе 9,37 тыс. легковых электромобилей и 0,59 тыс. электробусов (рис. 1). В соответствии с оптимистичным сценарием потребление электроэнергии электротранспортом в стране в 2025 году достигнет 251,6 млн кВт·ч, в том числе 110,9 млн кВт·ч легковыми электромобилями и 140,6 млн кВт·ч электробусами, в соответствии с пессимистичным сценарием – 78,0 млн кВт·ч (33,7 и 44,3 млн кВт·ч соответственно).

Распространению электромобилей в нашей стране препятствуют два основных фактора: отсутствие зарядной инфраструктуры и высокие затраты на приобретение электромобиля, которые значительно превышают затраты на покупку аналогичных по классу автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

Так, электромобиль в полтора-два раза дороже аналогичного по классу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Таможенные платежи на новый электромобиль составляют еще примерно половину стоимости, что делает его совершенно неконкурентоспособным. При приобретении бывших в употреблении электромобилей перед владельцем встает вопрос замены аккумуляторной батареи, стоимость которой может достигать трети цены самого электромобиля и даже более.

С другой стороны, при нынешнем соотношении стоимости электроэнергии для физических лиц и традиционного моторного топлива затраты на питание электромобилей ниже, чем автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

В существующих условиях о широком распространении электромобилей в Беларуси можно будет говорить после появления эффективных экономических стимулов для владельцев.

Стимулирование развития электромобильного транспорта за рубежом и в Беларуси

В странах, достигших определенного успеха в практическом использовании электромобилей, применяются такие механизмы поддержки, как субсидии на приобретение транспортных средств, снижение налогов и пошлин, а также преференции при стоянке на платных парковках, въезде в центры городов, проезде по платным дорогам.

Безусловным лидером в этом направлении является Норвегия. Сумма льгот в этой стране настолько существенна, что может превышать цену самого электромобиля, даже если это престижная Tesla. В результате такой экономической политики в Норвегии в 2015 году четверть всех продаж автомобилей приходилась на электрокары.

В Нидерландах владельцам снижают налоги на транспортное средство, в США при покупке электромобиля предоставляются налоговые льготы объемом \$ 7,5 тыс., в Великобритании данные льготы достигают 25 % стоимости нового электромобиля. В Японии, Китае и Ирландии выделяются субсидии на при-

обретение электромобиля на 1 млн иен (\$ 9,8 тыс.), 60 тыс. юаней (\$ 9 тыс.) и € 5 тыс. соответственно. Во Франции бонусы покупателям электромобилей достигают € 10 тыс. В Германии владелец электромобиля освобождается от уплаты транспортного налога на 5 лет, а производители этого вида транспорта получают субсидии. В Швейцарии предусмотрены скидки

на страхование электромобилей и отменена ввозная пошлина на этот вид транспорта.

По предварительной оценке белорусских специалистов привлекательное для потенциального владельца соотношение тарифов на электроэнергию и льгот при приобретении электромобиля должно быть таким, чтобы обеспечить окупаемость относительно аналогичного по классу и комплектации автомобиля с двигателем внутреннего сгорания за 100 тыс. км пробега.

Экономическая политика в области стимулирования использования электромобилей должна включать в себя мероприятия, направленные как на потребителей, так и на производителей данных транспортных средств, их комплектующих и зарядных станций. Основными экономическими механизмами стимулирования спроса на электромобили в Республике Беларусь могут являться льготное кредитование, государственная субсидия, отмена таможенных пошлин, отмена утилизационных сборов, снижение транспортного сбора и размера взносов по обязательному страхованию гражданской ответственности, льготные тарифы на электроэнергию. Поддержка производителей может осуществляться в виде снижения налогов (на землю, на прибыль и подоходного).

Развитие зарядной инфраструктуры

В перспективе зарядную инфраструктуру предпочтительно выстроить, с учетом зарубежного опыта, по системе «дома – в общественных местах – на работе». Для определения необходимого количества точек подключения электри-

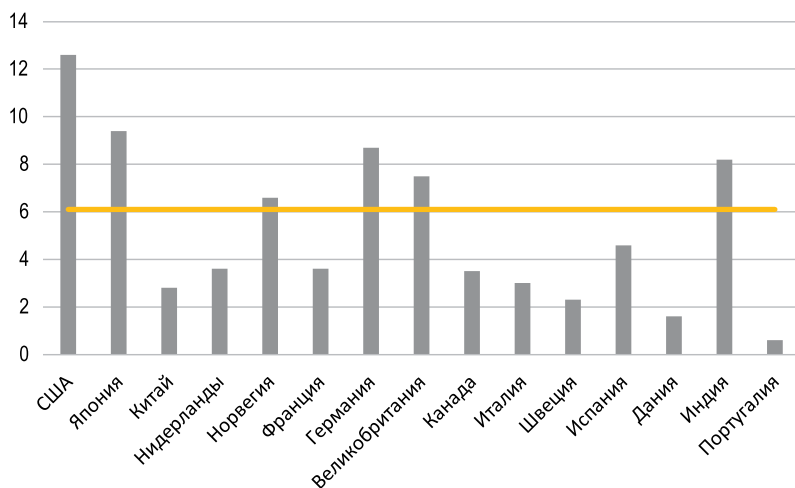


Рис. 2. Количество электромобилей и гибридов на одну станцию зарядки

ческих зарядных станций (ЭЗС) сравним инфраструктуру стран – лидеров по продажам электромобилей.

В Европе по данным сайта ChargeMap на 1 января 2016 года установлено 28 949 станций с 84 260 точками подключения. На них приходится около 140 тыс. электромобилей и плагин-гибридов, проданных за последние несколько лет, то есть около 2 автомобилей на зарядную точку. В США в соответствии с данными Национальной Лаборатории Возобновляемой Энергетики (NREL) установлено 11 953 станции с 30 206 точками подключения. За последние несколько лет в США продано 275 104 электромобилей и плагин-гибридов, что составляет около 10 автомобилей на зарядную точку. Кроме того, в стране много «медленных» Level 1 и Level 2 (7 кВт максимум) зарядных станций. Следует отметить, что в США велика доля собственных домов и таунхаусов, то есть большинство потребителей имеет индивидуальные зарядные устройства.

В Японии зарегистрировано 16 319 пунктов зарядки, из них 6147 «быстрых» (CHAdeMO). На них приходится 108 248 автомобилей, то есть около 7 автомобилей на зарядную станцию и 18 автомобилей на «быструю». Это самая большая концентрация быстрых зарядок в мире.

В целом соотношение среднего количества электромобилей и гибридов к зарядным станциям в мире составляет 6,1 (рис. 2). Таким образом, для покрытия потребности Республики Беларусь необходима установка от 1540 до 5052 зарядных станций. Важным также является вопрос о местах их размещения.

Предполагается использовать действующую систему АЗС, а также платные

и бесплатные парковочные места как на открытых площадках и улицах, так и в зданиях, имея в виду установку на них станций для зарядки транспортных средств с электродвигателями. Создаваемая сеть обеспечит владельцам электромобилей возможность более длительных поездок и позволит быстро и безопасно заряжать автомобиль в любом регионе Республики Беларусь.

Развитие сети зарядных станций в Беларуси должно происходить в соответствии с предполагаемым ростом количества электромобилей и мест их концентрации с учетом международного стандарта IEC 62196, который определяет виды используемых разъемов и режимы зарядки. В соответствии с требованиями стандарта допустимыми режимами зарядки являются следующие:

- «Mode 1» – зарядка переменным током от бытовой сети. Этот стандарт запрещен в США в целях безопасности;
- «Mode 2» – зарядка переменным током от бытовой сети с использованием системы защиты внутри кабеля. Установка такого типа зарядных станций предполагается в спальных районах для обеспечения возможности зарядки автомобилей в ночное время;
- «Mode 3» – одно- или трехфазная зарядка переменным током с использованием специального разъема, который обеспечивает защиту и контроль за ходом зарядки электромобиля. Такой тип зарядных станций для электромобилей должен появиться возле торговых центров, железнодорожных вокзалов и в зонах платной и бесплатной парковки;
- «Mode 4» – быстрая зарядка постоянным током. Установка зарядных станций этого стандарта предполага-

ется вдоль шоссе с интенсивным автомобильным движением и во всех населенных пунктах с числом жителей более 100 тыс. человек. Первоначально следует оснастить зарядными станциями этого стандарта автозаправочные станции, расположенные вдоль магистральных дорог не далее чем в 75 км друг от друга.

Анализ зарубежного опыта в области развития зарядной инфраструктуры для электромобилей показал, что абсолютное большинство зарядных станций устанавливается и эксплуатируется за счет частных инвестиций. С учетом того, что потребителями также будут выступать преимущественно частные лица, и в условиях ограниченного бюджетного финансирования наиболее оптимальным вариантом развития зарядной инфраструктуры в республике является реализация проекта по схеме государственно-частного партнерства (ГЧП).

В качестве потенциальных частных партнеров проекта ГЧП рассматриваются:

- производители и поставщики зарядных станций;
- сети автозаправочных станций;
- крупные торговые, культурно-развлекательные и спортивные центры;
- автодилеры.

Возможно привлечение частных партнеров и из других сфер деятельности при наличии их заинтересованности.

Форма и способы участия государственного и частного партнеров

Формой участия **государственного партнера** в проекте ГЧП является внедрение государственной экономической политики, направленной на поддержку владельцев и собственников электромобилей, с целью повышения темпов распространения электромобильного транспорта. В частности, государственный партнер обеспечивает:

- субсидирование приобретения электромобилей в сумме \$ 7000;
- предоставление льготного автокредита по ставке в размере ставки рефинансирования плюс 1 %;
- отмену таможенных платежей при ввозе электромобилей (ввозной таможенной пошлины; НДС, взимаемого при ввозе товаров на таможенную территорию Таможенного союза; акциза, взимаемого при ввозе товаров на таможенную территорию Таможенного

Прогноз потребления электроэнергии электромобилями, млн кВт·ч

Показатель	Годы										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Оптимистичный сценарий											
Электромобили	0,1	2,9	8,0	15,2	24,2	35,0	47,6	61,6	77,1	93,7	110,9
Электробусы	0,0	4,5	12,0	21,8	33,8	47,4	62,8	79,7	98,4	118,7	140,6
Всего	0,1	7,4	20,0	36,9	57,9	82,4	110,3	141,3	175,5	212,3	251,6
Пессимистичный сценарий											
Электромобили	0,1	0,4	1,5	3,3	5,8	9,1	13,1	17,6	22,6	28,0	33,7
Электробусы	0,0	1,1	3,0	5,6	9,0	13,1	18,0	23,6	30,0	37,0	44,3
Всего	0,1	1,5	4,5	8,9	14,8	22,2	31,1	41,2	52,6	65,0	78,0

Ввод зарядных станций, ед.

Наименование показателя	Значение показателя по годам											ВСЕГО
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Количество введенных в эксплуатацию зарядных станций	52	87	93	116	136	190	211	232	249	262	1628	
стандарт «Mode 2»	32	50	56	80	100	140	156	172	184	192	1162	
стандарт «Mode 3»	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30	285	
стандарт «Mode 4»	5	7	7	6	6	20	25	30	35	40	181	

союза; таможенного сбора);

- отмену утилизационного сбора при ввозе электромобилей;

- снижение пошлины за выдачу разрешения на допуск электромобилей к участию в дорожном движении на 50 %;

- изменение размера взносов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств в соответствии с мощностью двигателя электромобиля;

- освобождение от земельного налога организаций – производителей электромобилей и зарядных станций на период проектирования и строительства новых объектов, реконструкции существующих объектов и в течение пяти лет с даты ввода таких объектов в эксплуатацию;

- освобождение организаций от налога на прибыль от реализации произведенных электромобилей (легковых, электробусов и других) и зарядных станций собственного производства в течение трех лет с момента начала производства;

- применение ставки налога на прибыль физическим лицам (кроме работников, осуществляющих обслуживание и охрану зданий, помещений, земельных участков), участвующим в производстве электромобилей, в размере 9 %;

- освобождение организаций, приобретающих за свой счет и размещающих на собственной либо арендуемой ими территории зарядные станции, от земельного налога на парковочные места, оборудованные/обслуживаемые зарядными станциями не ниже уровня стандарта «Mode 2»;

- утверждение тарифов на элек-

троэнергию для питания электромобилей, в том числе с дифференциацией по зонам суток с выделением льготного тарифа в ночное время.

Кроме того, государственный партнер обеспечивает актуализацию нормативных правовых актов, актуализацию и разработку технических нормативных правовых актов.

Способом участия государственного партнера является изменение законодательства, необходимое для реализации вышеперечисленных положений, при этом непосредственное финансовое участие государственного партнера не предусматривается.

Участие **частного партнера** осуществляется по форме ВОО (Build, Own, Operate – «построй, владей, управляй»), согласно которой создание объекта зарядной инфраструктуры осуществляется частным партнером, право пользования и собственности принадлежит ему же. По истечении срока соглашения объект зарядной инфраструктуры остается в собственности частного партнера. Способ участия частного партнера – инвестирование денежных средств в строительство объектов зарядной инфраструктуры и получение прибыли за счет эксплуатации этих объектов.

Источником финансирования являются собственные средства частных партнеров, которые имеют право привлекать заемные средства без согласования с государственным заказчиком. При этом они несут полную ответственность за целевое использование заемных средств и их возврат кредитору.

Заключение

Без внедрения государственной экономической политики, направленной на поддержку владельцев и собственников электромобилей, распространение электромобильного транспорта будет происходить низкими темпами.

В рамках реализации проекта ГЧП создается благоприятный климат для развития использования электромобилей. В свою очередь это будет стимулировать отечественных производителей выпускать зарядные станции.

Кроме того, ожидаемым эффектом от реализации проекта ГЧП является рост популярности электромобилей. С целью удовлетворения спроса возможна организация собственного производства и/или сборки электромобилей, а также их комплектующих, для чего Беларусь обладает достаточным промышленным потенциалом.

Главными результатами развития электромобильного транспорта и зарядной инфраструктуры в Республике Беларусь должны стать: внедрение инновационных технологий, сокращение вредных выбросов, снижение потребления топливно-энергетических ресурсов, выравнивание ночных провалов электропотребления.

Помимо этого, следует учитывать и социальную составляющую, выражающуюся в создании дополнительных рабочих мест, связанных с производством электромобилей, их компонентов, зарядных станций, а также с обслуживанием потребителей.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПОДСТАНЦИЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 35-750 КВ

Постоянными составляющими окружающей среды являются электрические и магнитные поля как природного (электрическое и магнитное поля Земли), так и техногенного происхождения (излучения промышленного оборудования и бытовых приборов). Электромагнитные поля оказывают влияние на физиологическое состояние попадающих в зону их воздействия биологических объектов, а также на функционирование электронных приборов, выполненных на базе микропроцессорных интегральных схем.

Воздействие электромагнитного поля на человека

Электрооборудование переменного тока промышленной частоты создает электромагнитное поле (ЭМП), которое может негативно влиять на людей и окружающую среду. Наибольшую опасность представляет электрическая составляющая этого поля. Мерой непосредственного влияния является напряженность электрического поля частотой 50 Гц [1].

Воздействие ЭМП на человека обусловлено тем, что каждый живой организм представляет собой биологическую систему, регулируемую слабыми электрическими импульсами, передаваемыми по каналам нервной системы, и обладающую компенсационными механизмами в отношении внешних воздействий.

Положительный эффект воздействия ЭМП используется в медицине, где широкое распространение получили такие методы физиотерапевтического лечения слабыми электрическими и магнитными полями высокой частоты, как индуктотермия (лечение высокочастотным электромагнитным полем 3–30 МГц с преобладанием магнитной составляющей) и ультравысокочастотная терапия (применение электрического поля ультравысокой частоты – 0,3–3 МГц, в котором электрическая составляющая преобладает над магнитной).

Противоположный эффект возникает в случае, когда биологический объект находится в ближней зоне мощного ис-

точника ЭМП, создаваемого электро-энергетическими объектами (трансформаторами, линиями электропередачи и др.). За исключением отдельных случаев (гиперчувствительность к ЭМП) человек не способен сразу оценить интенсивность окружающего поля, поскольку симптомы изменения состояния здоровья начинают проявляться только в процессе продолжительного нахождения в зоне воздействия мощного электромагнитного излучения.

В частности, при длительном воздействии на организм мощных источников ЭМП у человека отмечаются вялость, сонливость, головная боль, развиваются неврозы, возникают нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы в форме вегетативной дисфункции, изменяются показатели крови. Кроме того, продолжительное нахождение в зоне воздействия поля может вызвать эффект нагревания внутренних тканей организма. При высокой напряженности электрического поля возникает опасность возникновения электрических разрядов между человеком и заземленными токоведущими частями.

Защита от негативного воздействия ЭМП

Безопасным для людей считается электрическое поле (ЭП) напряженностью до 1 кВ/м. При напряженности ЭП, превышающей 1 кВ/м, в целях защиты людей от его негативного воздействия установлены две защитные зоны [1].



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



А.М. КОРОТКЕВИЧ,
к.т.н., директор
РУП «Белэнергосетьпроект»



О.А. МОЙСЕЕНКО,
ведущий инженер
электротехнической
лаборатории отдела учета
и качества электроэнергии

- Защитная зона первого уровня – территория, окружающая источник ЭМП, в котором напряженность электрического поля находится в пределах 10 кВ/м при наибольшем рабочем напряжении электрооборудования. В границах защитной зоны первого уровня пребывание людей, кроме эксплуатационного персонала, запрещено. Прежде всего это относится к территории подстанций напряжением 220 кВ и выше.
- Защитная зона второго уровня – территория, которая окружает источник ЭМП с напряженностью поля в пределах 1...10 кВ/м при наибольшем рабочем напряжении. В пределах защитной зоны второго уровня допускается временное пребывание людей, однако запрещается размещать жилые дома или объекты, требующие специальной охраны (больницы, интернаты, дошкольные учреждения и т.п.).
Силовые электроустановки могут располагаться как в первой, так и во второй защитной зоне.

Пребывание работников на подстанциях в ЭП (50 Гц) с уровнем напряженности, не превышающим 5 кВ/м, допускается в течение всего рабочего дня [2].

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП в зоне нахождения человека при выполнении им производственных работ согласно [2] принят равным 20–25 кВ/м, причем регламентируемое время работы не должно превышать 10 мин. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения индивидуальных средств защиты запрещается.

При необходимости установления предельного времени T пребывания в ЭП при измеренной напряженности E , кВ/м, его вычисляют по выражению

$$T = \frac{50}{E} - 2, \quad (1)$$

Предельное время может быть реализовано разово либо несколькими частями в течение рабочего дня.

Если рассматривать воздействие ЭП применительно к электронной аппаратуре, то ее попадание в зону влияния сильных электромагнитных излучений может приводить к созданию помех на входе технического средства (ТС), перегреву элементов микросхем, пробоем подзатворных диэлектриков. Это нарушает нормальные условия функционирования ТС и ведет к выходу рабочих параметров аппаратуры за пределы установленных допусков или необратимому изменению технических характеристик ТС.

К основным мерам по защите от негативного влияния ЭМП на организм человека можно отнести:

- внедрение современных технологий производства, передачи и распределения электроэнергии;
- уменьшение мощности излучения от источника путем экранирования или применения поглотителей электромагнитной энергии;
- применение средств индивидуальной защиты;
- установление санитарно-защитной зоны;
- соблюдение норм по допустимому времени пребывания в электрическом поле при соответствующем уровне напряженности.

Оценка уровня электромагнитного излучения

Большое значение для планирования организационных мероприятий по защите от негативного влияния ЭМП имеет наличие объективной информации об уровне их интенсивности.

В соответствии с [2] контроль уровня ЭМП должен проводиться не реже 1 раза в год в порядке текущего контроля при внесении в условия и режим работы источников ЭМП изменений, влияющих на уровни излучений, после ремонта источников ЭМП, при вводе в эксплуатацию оборудования с источниками ЭМП и не реже 1 раза в 3 года – в порядке государственного санитарного надзора.

При проведении измерений ЭМП необходимо определять соответствие измеренного наибольшего среднеквадратического значения напряженности регламентируемым значениям для магнитного поля (МП) промышленной частоты [3] и для ЭП промышленной частоты (ЭППЧ) [4].

Приведем пример алгоритма определения наибольших среднеквадратических значений напряженности ЭППЧ с применением измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50.

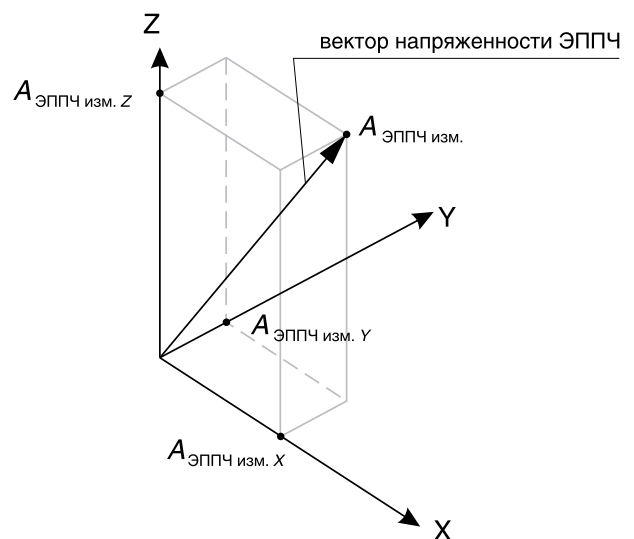
1. Антенной-преобразователем последовательно в выбранной точке пространства в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (пространственной системе координат) методом прямого измерения определяются действительные электрические напряженности, кВ/м. Измерения напряженности ЭП должны проводиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли [2].

Число наблюдений является заданной известной переменной и варьируется в зависимости от необходимой итерационной точности результата (то есть при каждом последующем $n+1$ наблюдении выборки статистические результаты будут точнее, чем при количестве наблюдений, равном n).

2. Расчетным путем находится модуль вектора напряженности

$$A_{\text{ЭППЧ изм.}} = \sqrt{(A_{\text{ЭППЧ изм. X}})^2 + (A_{\text{ЭППЧ изм. Y}})^2 + (A_{\text{ЭППЧ изм. Z}})^2}, \quad (2)$$

где $A_{\text{ЭППЧ изм. X}}$, $A_{\text{ЭППЧ изм. Y}}$, $A_{\text{ЭППЧ изм. Z}}$ – проекции вектора напряженности магнитного и, соответственно, электрического поля на три взаимно ортогональные оси в точке измерения (см. рисунок).



Графическая интерпретация вектора напряженности

3. Оценивается фактическое значение $A_{\text{ЭППЧ}}$ с учетом погрешности, вносимой измерителем:

$$A_{\text{ЭППЧ}} = A_{\text{ЭППЧ изм.}} \cdot (1 + \delta A_{\text{ЭППЧ изм.}}), \quad (3)$$

где $\delta A_{\text{ЭППЧ изм.}}$ – погрешность измерителя ПЗ-50 в относительных единицах.

4. По известным аналитическим выражениям, приведенным в [5], оцениваются значения неопределенности результатов измерений, причем указанные значения рассматриваются как некоррелированные. За оценку измеряемой величины берется среднее арифметическое значение

$$\bar{A}_{\text{ЭППЧ}} = \bar{A}_{\text{ЭППЧ изм.}} \quad (4)$$

Значения коэффициентов чувствительности c находят путем вычисления частных производных

$$c_1 = \frac{\partial A_{\text{ЭППЧ}}}{\partial A_{\text{ЭППЧ изм.}}} = 1, \quad (5)$$

$$c_2 = \frac{\partial A_{\text{ЭППЧ}}}{\partial A_{\text{ЭППЧ изм.}}} = \bar{A}_{\text{ЭППЧ}} \quad (6)$$

Вклады в неопределенность базируются на коэффициентах чувствительности

$$u_1(A_{\text{ЭППЧ}}) = c_1 \cdot u(\bar{A}_{\text{ЭППЧ изм.}}), \quad (7)$$

$$u_2(A_{\text{ЭППЧ}}) = c_2 \cdot u(\delta A_{\text{ЭППЧ изм.}}). \quad (8)$$

Суммарная стандартная неопределенность при измерении вычисляется по формуле

$$u_c(A_{\text{ЭППЧ}}) = \sqrt{u_1^2(A_{\text{ЭППЧ}}) + u_2^2(A_{\text{ЭППЧ}})}. \quad (9)$$

Расширенная неопределенность формируется для коэффициента охвата, равного 2,0 и соответствующего уровню доверия 95 %:

$$U_{A_{\text{ЭППЧ}}} = k \cdot u_c(A_{\text{ЭППЧ}}). \quad (10)$$

Итогом математической обработки являются полученные значения результата измерения \pm расширенная неопределенность:

$$A_{\text{ЭППЧ}} = \bar{A}_{\text{ЭППЧ}} \pm U_{A_{\text{ЭППЧ}}}. \quad (11)$$

5. Производится оценка результата измерения, который считается удовлетворительным, если его значение с учетом неопределенности не превышает максимально допустимое значение напряженности ЭППЧ, нормируемое [2] и представленное в таблице.

Указанный алгоритм заложен в разработанную специалистами предприятия и апробированную на электрических подстанциях 35–750 кВ Белорусской энергосистемы методику [5], прошедшую государственную метрологическую экспертизу и соответствующую [6].

Заключение

Актуальной задачей минимизации негативного влияния ЭППЧ на человека и микропроцессорное оборудование и предотвращения аварийных ситуаций на объектах народного хозяйства является определение реальной электромаг-

Допустимые значения напряженности ЭППЧ

Напряженность ЭП (50 Гц) на рабочем месте, кВ/м	Допустимое время пребывания в ЭП (50 Гц) в течение суток, мин
До 5 включительно	480
6	380
7	308
8	255
9	213
10	180
11	153
12	130
13	110
14	94
15	80
16	68
17	56
18	47
19	38
20	30
Свыше 20 до 25 включительно	10
Свыше 25	Не допускается

нитной обстановки и проведение мероприятий по защите и обеспечению электромагнитной совместимости технических средств.

Список литературы

1. Жежеленко, И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях : учеб. пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. – Минск : Выш. шк., 2012. – 197 с.: ил.
2. Гигиенические требования к электромагнитным полям в производственных условиях: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 69 от 21.06.2010.
3. Электромагнитная совместимость. Часть 4–8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты: ГОСТ ИЕС 61000-4-8-2013. – Введ. 01.10.2014. – Минск : Госстандарт, БелГИСС, 2014. – IV, 25 с. : ил.
4. Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах: ГОСТ 12.1.002-84. – Введ. 01.01.1986. – 8 с.
5. МВИ 4705-2013. Методика выполнения измерений напряженности электрического и магнитного полей промышленной частоты.
6. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения: ГОСТ 8.010-99. – 24 с.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ – ВАЖНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАРОВЫХ ТУРБИН

При значительном расходе топлива в энергетике каждый процент изменения экономичности работы энергетического оборудования в лучшую или худшую сторону либо приносит большую экономию средств, либо ведет к их значительному перерасходу. Правильная эксплуатация оборудования и, соответственно, планирование и выдерживание режимов экономии возможны лишь в том случае, когда хорошо известны реальные характеристики этого оборудования, в частности паровых турбин.

Состояние вопроса

Несмотря на то что параметр экономичности всей паротурбинной установки является функцией многих составляющих, совершенно очевидно, что важнейшая из них – экономичность проточной части турбоагрегата. Поэтому именно эксплуатационная диагностика состояния проточной части и его изменения во времени является основой всей организационно-технической системы, обеспечивающей успешную эксплуатацию и высокие технико-экономические показатели паротурбинных установок (ПТУ).

Между тем вплоть до конца 1960-х годов в СССР складывалась ситуация, когда достоверные данные об исходном уровне экономичности ПТУ и динамике изменения этого показателя в процессе эксплуатации практически отсутствовали, ибо могли быть получены только на основе результатов тепловых балансовых испытаний.

Из-за громоздкости и трудоемкости таких испытаний, длительности их проведения, обработки результатов и получения конечных характеристик турбоагрегатов (в том числе и при гарантийных испытаниях головных образцов) сами исходные испытания часто выполнялись уже на изношенном оборудовании, а результаты появлялись спустя продолжительное время, исчисляемое иногда годами.

Количество таких крупномасштабных испытаний носило единичный характер, а учитывая, что каждая турбина, кроме общих конструктивных недостатков, присущих всей серии и зачастую неустраняемых, всегда имеет ряд индивидуальных отклонений, практически по всему парку турбоагрегатов отсутствовали достоверные данные как о фиксированных исходных точках отсчета, так и об изменении таких характеристик во времени. Это не позволяло делать объективные выводы о качестве эксплуатации оборудования, систематизировать факторы, влияющие на динамику снижения экономичности (случайные, постоянно действующие и их возможные сочетания), и использовать их для технико-экономического обоснования длительности межремонтного цикла либо вывода турбин в ремонт по необходимости.

До конца 1960-х годов как советскими, так и зарубежными специалистами предпринимались лишь отдельные и ограниченные попытки создания и внедрения целевых малозатратных экспресс-методов эксплуатационной диагностики основного элемента паровой турбины – проточной части – с учетом конкретных конструктивных и эксплуатационных особенностей каждого конкретного агрегата. При этом их результаты не систематизировались и реального применения не находили.

И только в начале 1970-х годов со-



Н.Н. НОВИКОВ,
ведущий инженер по
наладке турбин ТНЦ филиала
«Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



С.И. КУРАКЕВИЧ,
ведущий инженер по наладке
турбин ТНЦ

вместные усилия ремонтных, наладочных и других организаций энергетической отрасли (ВТИ, ЦКТИ, ОРГРЭС, ЦКБЭнерго, «Белэнергоремналадка», ЮжКазЭнергоремонт и др.), целенаправленно осуществлявших исследования и разработки в указанном направлении, а также систематизацию уже имеющегося опыта, позволили совершить прорыв в масштабе всей союзной энергетики. Его итогом стала разработка ПРНП «Белэнергоремналадка» совместно с Харьковским филиалом ЦКБ «Главэнергоремонт» первого единого методического материала по проведению экспресс-испытаний паровых турбин, в 1976 году утвержденного Главтехуправлением МЭиЭ СССР в качестве общесоюзной «Инструкции по проведению экспресс-испытаний турбоустановок».

Опыт проведения экспресс-испытаний паровых турбин в Белорусской энергосистеме

Целенаправленное и последовательное исследование изменения экономичности турбинного оборудования электростанций в Белорусской энергосистеме на базе экспресс-испытаний проводилось силами предприятия «Белэнергоремналадка» с 1969 по 1993 год под патронажем руководства и профильных служб «Белглавэнерго», а в последующем Минэнерго Республики Беларусь.

Схема контроля состояния экономичности турбин предусматривала:

- проведение экспресс-испытаний по ежегодному утвержденному графику, составленному с учетом сроков выполнения капитальных ремонтов турбинного оборудования в текущем году и запланированных ремонтов на следующие два года;
- первоначальную обработку исходных данных и подготовку информации для централизованной обработки результатов экспресс-испытаний по специально разработанной единой программе в вычислительном центре «Белглавэнерго», а впоследствии в ПРНП «Белэнергоремналадка» с выдачей ежегодного обобщающего заключения по всему комплексу турбинного оборудования системы.

При участии режимно-наладочных подразделений электростанций было проведено более 350 экспресс-испытаний различных турбоагрегатов (перед,

после ремонтов и в межремонтный период), причем отдельные агрегаты находились под контролем на протяжении нескольких ремонтных циклов.

Основным итогом этой целенаправленной и последовательной работы стало создание банка данных по 40 турбинам высокого давления основных электростанций Белоруссии. На базе этих данных производилась оценка изменения экономичности турбин в результате проведенных капитальных ремонтов, а также в процессе эксплуатации, что позволило:

- определять целесообразность вывода турбоагрегатов в ремонт;
- конкретизировать объем предстоящего ремонта;
- заранее прогнозировать вероятную величину прироста экономичности в результате ремонта и контролировать ее достижение;
- оперативно влиять на длительность межремонтного периода отдельных агрегатов, в случае необходимости удлиняя или сокращая его;
- определять темп снижения экономичности для турбин различных типов.

Впервые экспериментально были установлены усредненные значения приростов экономичности после выполнения капитальных ремонтов турбоагрегатов и рассчитаны усредненные кривые снижения экономичности в процессе эксплуатации для турбин К-300-240, К-160-130 и ПТ-60-130. Появилась возможность сопоставить реальный процесс изменения экономичности с некоторым «номинальным» процессом, анализировать причины их отличия и в некоторых случаях влиять как на эксплуатационную, так и на ремонтную составляющую экономичности.

Предпосылки возрождения системы диагностики проточной части турбоагрегатов

Изменение в 1991 году государственного статуса Беларуси и пересмотр подходов к хозяйственной деятельности повлекли за собой коренные изменения и в энергетической отрасли. Одним из последствий этого, к сожалению, стал отказ от сложившейся системы централизованного контроля состояния экономичности турбинного оборудования. За короткий срок, начиная с 1993 года, были практически сведены на нет все достигнутые результаты. Получаемые и анализируемые данные по-

степенно перестали быть востребованы в системе и в лучшем случае использовались лишь как средство внутреннего анализа работы оборудования на электростанциях.

Специалисты электростанций, оставленные один на один с экспресс-испытаниями, не имея достаточного опыта по самостоятельному анализу и использованию полученных данных и, соответственно, не получая сколько-нибудь реального результата от их проведения, постепенно снизили планку требований в этом направлении деятельности и нивелировали испытания до уровня «рекомендуемого, но не обязательного» мероприятия, а то и вообще отказались от них.

Соответственно, был сведен к нулю весь смысл общесистемного анализа состояния турбинного оборудования, ибо отдельные, разобценные и часто некачественные результаты не могли дать реальной картины изменения экономичности агрегатов и пополнить новой информацией банк данных. Важнейший, хорошо отработанный на практике инструмент контроля состояния турбинного оборудования был практически утерян.

За последующие пятнадцать лет предпринимались определенные попытки реанимации прежней системы централизованного контроля. Однако глубоко укоренившаяся бессистемность, разрозненность и эпизодический характер выполнения диагностики проточной части паровых турбин не позволили переломить сложившуюся ситуацию. А недостаточное техническое оснащение, нехватка квалификации и опыта проведения подобных работ у персонала режимно-наладочных подразделений электростанций или отсутствие там вообще такого персонала являлись удобным оправданием сложившегося положения дел.

В дополнение ко всему широкая компьютеризация режимно-наладочных подразделений и организация на электростанциях специальных служб программного обеспечения подвигла местных умельцев на самостоятельную разработку всевозможных программ (в том числе и по обработке результатов экспресс-испытаний турбоагрегатов), методически несовершенных и не унифицированных. Это автоматически и, казалось, окончательно сняло с повестки дня вопрос о каком-либо централизованном анализе получаемых данных.

Очередной всплеск интереса к диагностике проточной части турбоагрегатов возник уже после 2010 года, когда до недопустимого уровня сократился объем информации по текущему состоянию экономичности, причинам и темпам ее снижения. Стало очевидно, что сам показатель «экономичность» давно перестал быть одним из значимых параметров и в эксплуатации, и при планировании ремонтов. В отчетных документах все чаще фигурировали цифры «реального прироста» по итогам проведения ремонта на уровне погрешности их определения (0,3–0,5 %), что не позволяло ни подтверждать, ни опровергать эти данные.

В мае 2014 года в рамках республиканского семинара ГПО «Белэнерго» «Повышение надежности и эффективности работы оборудования электростанций» вновь был поставлен вопрос о безусловной необходимости реанимации системы оценки и прогнозирования состояния экономичности проточной части всего парка паровых турбин энергосистемы на основе экспресс-испытаний и определены следующие основные условия эффективности использования получаемых при этом результатов:

- переориентация диагностики проточной части паровых турбин на другие методические основы взамен устаревшей на сегодняшний день методической базы 40-летней давности;
- обеспечение единообразного подхода различных организаций-исполнителей к проведению самих испытаний и обработке получаемых данных;
- регламентация применения получаемых результатов как для внутреннего пользования на электростанциях, так и на уровне энергосистемы.

Разработанный ОАО «Белэнергоремналадка» и введенный в действие в апреле текущего года новый СТП 33242.30.311-15 «Система организации и проведение диагностических исследований состояния проточной части паровых турбин на основе экспресс-испытаний» полностью отвечает поставленным условиям и существенно отличается от предыдущих разработок, в частности:

- документ предусматривает выполнение диагностики проточной части любого паротурбинного агрегата (то есть снимает ограничения по расходу пара, мощности, типу турбины и т.д.), включая паровые турбины блоков ПГУ;

- основным параметром состояния экономичности проточной части устанавливается не обезличенный показатель (давление в так называемой «контрольной ступени» агрегата), а абсолютная величина внутреннего относительного коэффициента полезного действия турбины (отсека), причем наряду с классическим вариантом при номинальной тепловой схеме для турбин, оснащенных схемами регенеративного подогрева, обязательным является и значение коэффициента полезного действия в режиме с ее отключением. С одной стороны, это делает возможным для всех турбин сравнение текущего уровня экономичности конкретного агрегата с расчетными данными заводов-изготовителей и его нормативной характеристикой, а с другой – позволяет контролировать наличие и изменение во времени внутрицилиндровых протечек пара через неплотности обойм, диафрагм, их посадочные места и разъем самого цилиндра для турбин, конструктивно оснащенных системой регенерации;
- документ более компактен, так как не включает в себя (как ранее) обязательную диагностику других узлов и систем турбоустановки, в достаточной степени регламентируемых на сегодняшний день иными нормативными документами;
- документ регламентирует не только вопросы периодичности диагностики проточной части и условия ее выполнения, но и схему использования получаемых результатов с учетом разового, долговременного и перспективного их применения на всех уровнях – от электростанции до энергосистемы.

Вместе с тем реализация других необходимых условий в части наличия персонала, теоретически и технически готового выполнять диагностику проточной части, анализировать полученные данные и использовать их при эксплуатации электростанции, а также оснащенности турбоагрегатов измерительной схемой, позволяющей получать достоверный конечный результат, вызывает массу вопросов и далека от идеала. Кроме того, имеются существенные недостатки в системе контроля выполнения данного вида диагностики на всех уровнях.

Таким образом, пока рано говорить о наличии какой-либо системы в ор-

ганизации и исполнении диагностики состояния проточной части, а также сколько-нибудь полезного применения ее результатов. Соответственно, нельзя надеяться на мгновенный сдвиг в лучшую сторону решения этого вопроса.

Наиболее разумным шагом в данной ситуации является регламентация некоторого «периода освоения» нового методического материала, во время которого будет возможно:

- провести детальный анализ организационных и технических возможностей выполнения данного вида диагностики на каждой электростанции;
- создать все необходимые условия для проведения диагностики каждого конкретного турбоагрегата (программа проведения, оснастка, приборная база, программная обработка);
- отработать на практике необходимый алгоритм применения результатов диагностики на всех уровнях (электростанция – РУП-облэнерго – ГПО «Белэнерго»).

Выводы

1. На сегодняшний день на уровне Белорусской энергосистемы решены все необходимые вопросы методического и регламентного характера, обеспечивающие осуществление контроля состояния проточной части паровых турбин – главной составляющей их экономичности.

2. Предприняты директивные меры по обеспечению контроля обязательного выполнения диагностики проточной части и достоверности получаемых результирующих показателей (решение совещания с руководителями РУП-облэнерго, состоявшегося 18–19 февраля текущего года).

3. Намечен к выполнению ряд мероприятий по консультативному содействию со стороны ОАО «Белэнергоремналадка» персоналу электростанций, непосредственно выполняющему данный вид диагностики, в решении конкретных вопросов организации, проведения испытаний и обработки полученных данных.

МЕТОДЫ ПОИСКА МЕЖДУФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Проведение периодических осмотров, профилактических измерений и испытаний не гарантирует безотказной работы воздушных линий электропередачи. В практической эксплуатации всегда имеют место случайные повреждения ВЛ: однофазные и многофазные замыкания, обрывы проводов и др. В таких ситуациях важно быстро найти места повреждения и провести ремонтно-восстановительные работы. С учетом большой протяженности и разветвленности распределительных сетей эффективное решение указанных задач возможно только при использовании специальных технических средств, определяющих поврежденную линию и расстояние до места повреждения.



М.И. ПАРХОМЕНКО,
начальник РИ-2 Минского
МРО по надзору
за электроустановками
филиала «Энергонадзор»
РУП «Минскэнерго» –
государственный инспектор
по энергетическому надзору

Технические средства для определения места повреждения (ОМП) широко используются при эксплуатации ВЛ всех классов напряжений. В зависимости от класса напряжения их можно разделить на два вида: средства ОМП в сетях с большими токами замыкания на землю (110–750 кВ) и средства ОМП в сетях с малыми токами замыкания на землю (6–35 кВ).

Средства ОМП в сетях с большими токами замыкания на землю (110–750 кВ)

Линии электрических сетей с большими токами замыкания на землю характеризуются достаточно большой протяженностью. Методы и средства ОМП, используемые в таких сетях, базируются на измерении и запоминании параметров аварийного режима (токов и напряжений прямой, обратной и нулевой последовательности) и вычислении расстояния до мест повреждения. Как правило, применяются двусторонние методы, основанные на фиксации токов и напряжений по концам ВЛ.

При повреждении на контролируемой линии средства ОМП осуществляют в темпе процесса лишь функции измерения и запоминания токов и напряжений аварийного режима. Обработка результатов измерения выполняется уже после отключения линии релейной защитой.

Для измерения и запоминания токов и напряжений используются полупроводниковые и микропроцессорные фиксирующие приборы (например, микропроцессорная система определения и локализации места повреждения изоляции

относительно «земли» в воздушных электрических сетях 10 кВ типа «ОМЗАЛ» производителя ОАО «Белэнергоремналадка»). По сравнению с полупроводниковыми, микропроцессорные фиксирующие приборы позволяют реализовать более сложные алгоритмы ОМП, лучше приспособлены к перепрограммированию при изменении параметров сети, характеризуются высокой точностью. Опыт эксплуатации микропроцессорных приборов ОМП показал, что погрешность определения расстояния до места повреждения не превышает 5 %.

Допустим, в некоторой точке линии, соединяющей подстанции 1 и 2 (рис. 1), происходит повреждение, например, однофазное короткое замыкание. Индикаторы, установленные по концам линии, фиксируют в аварийном режиме токи и напряжения. Параметры аварийного режима связаны соотношениями:

$$U_1 + I_1 \cdot z_x = U_x, \quad U_2 + I_2 \cdot (z - z_x) = U_x, \quad (1)$$

где U_1, U_2 и U_x – напряжения нулевой последовательности по концам линии и в месте повреждения; I_1, I_2 – токи нулевой последовательности по концам линии; z, z_x – сопротивления нулевой последовательности линии и участка до места повреждения.

Приравняв левые части выражений (1), получим

$$z_x = \frac{I_2 \cdot z + U_2 - U_1}{I_1 + I_2}. \quad (2)$$

Поделив правую и левую части последнего выражения на удельное сопротивление проводов линии z_0 , получим искомого расстояние до места повреждения:

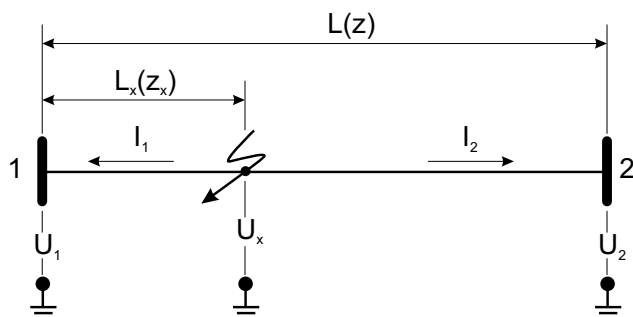


Рис. 1. Напряжения и токи в линии в момент повреждения

$$L_x = \frac{I_2 \cdot z + U_2 - U_1}{z_0 \cdot (I_1 + I_2)} \quad (3)$$

Параметры линии z и z_0 вводятся с клавиатуры устройства ОМП при его установке. Величина L_x в километрах выдается на дисплей устройства. Возможность исключения из расчетных выражений напряжения U_x показывает независимость результата ОМП от сопротивления в месте повреждения.

Средства ОМП в сетях с малыми токами замыкания на землю (6–35 кВ)

Расстояния до мест многофазных замыканий в распределительных сетях 6–35 кВ определяются средствами ОМП, установленными на питающих подстанциях (односторонние средства ОМП). Поскольку существенной особенностью структуры распределительных сетей 6–35 кВ является их разветвленность, даже высокая точность этих средств не позволяет указать место повреждения.

На рисунке 2 показана разветвленная электрическая сеть. После отключения повреждения выключателем Q и определения расстояния до места повреждения возникает задача определения аварийного участка разветвленной сети, поскольку повреждения в точках $K1$, $K2$ или $K3$ являются равноудаленными от питающей подстанции.

Для лучшего ориентирования при поиске места повреждения в точках разветвления сети необходимо устанавливать указатели поврежденного участка, фиксирующие факт протекания тока короткого замыкания. По положениям указателей 1, 2 и 3 эксплуатационный персонал точно определяет направление поиска места повреждения. В частности, при замыкании в точке $K1$ факт протекания тока короткого замыкания будет зафиксирован только указателем 1.

В электрических сетях с изолированной нейтралью (6–35 кВ) ток однофазного замыкания на землю имеет емкостной характер, при этом его величина значительно (на один-два порядка) меньше тока нагрузки. Малая величина токов замыкания на землю исключает возможность применения рассмотренного выше метода и средств ОМП.

В соответствии с требованиями п. 5.9.17 ТКП 181-2009 допускается работа сети с изолированной нейтралью или с компенсацией емкостных токов при однофазном замыкании на землю до устранения повреждения; при этом эксплуатационный персонал обязан отыскать и устранить повреждение в кратчайший срок. Поиск места однофазных замыканий на землю осуществляется с помощью переносных приборов, измеряющих вблизи ВЛ уровень магнитного поля токов нулевой последовательности.

Принцип определения места замыкания на землю в разветвленной сети, состоящей из линий W_1, W_2, W_3 и W_4 , приведен на рисунке 3. При замыкании в точке K через место повреждения протекают емкостные токи нулевой последовательности, замыкающиеся через распределенные емкости линий, представленные на рисунке 3 сосредоточенными емкостями C_1, C_2, C_3 и C_4 . Распределение этих токов в линиях сети показано эякурами.

Величины токов, растекающихся по линии W_4 влево (I'_{04}) и вправо (I''_{04}) от места замыкания, пропорциональны суммарным емкостям на землю:

$$I'_{04} = k \cdot (C'_4 + C_1 + C_2 + C_3), \quad I''_{04} = k \cdot (C''_4) \quad (4)$$

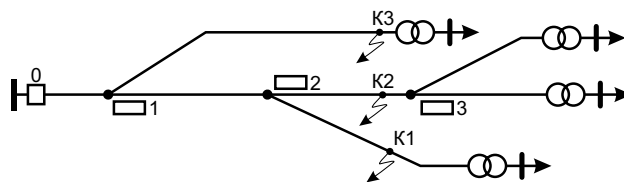


Рис. 2. Расстановка указателей поврежденного участка в разветвленной сети

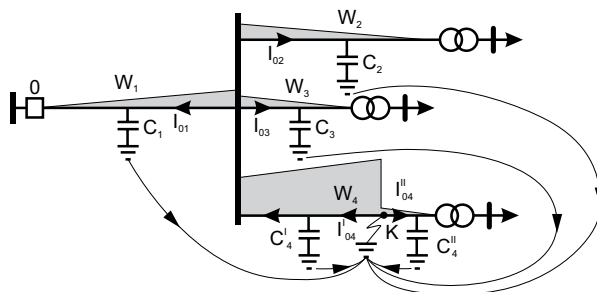


Рис. 3. Схема сети и эякура показаний переносного прибора в различных ее участках

где k – коэффициент пропорциональности; C_1, C_2, C_3 – сосредоточенные емкости линий; I'_{04} – величина тока, растекающегося по линии W_4 влево; C'_4 – величина тока, растекающегося по линии W_4 вправо; I''_{04} – величина сосредоточенной слева от места повреждения емкости; C''_4 – величина сосредоточенной справа от места повреждения емкости.

В поврежденной линии наибольший уровень емкостных токов нулевой последовательности фиксируется до места замыкания, после которого он резко снижается.

Общие подходы

Применение переносных приборов, реагирующих на магнитные поля основной частоты (50 Гц), затруднено вследствие значительного влияния на измерения рабочих токов линий, поэтому при поиске мест замыканий на землю необходимо использовать приборы, реагирующие на высшие гармонические составляющие магнитного поля токов нулевой последовательности. В этом случае влияние токов нагрузки на результаты измерения существенно меньше.

Возможно также применение математического моделирования электрической сети. Такие программы, как Matlab и Simulink, позволяют моделировать электрическую сеть любой протяженности, рассчитывать параметры всех участков линии электропередачи, в режиме реального времени снимать показания измерительных приборов при различных видах междуфазных замыканий, производить построение осциллограмм и многое другое. При этом необходимо учитывать, что математическое моделирование требует больших временных затрат на построение электрических сетей, внесение параметров линий электропередачи, использование мощных электронно-вычислительных машин и т.д.

Применение дистанционного метода определения расстояния до места повреждения на ВЛ всех классов напряжения может существенно сократить время перерыва в электроснабжении потребителей, а также снизить затраты (транспортные затраты, время, количество задействованных оперативно-выездных бригад и т.д.) на поиск поврежденного участка примерно на 56 % в год.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ

В линейных проводах линий электропередачи при неодинаковой нагрузке фаз у потребителей электроэнергии, а также при наличии у них однофазных нагрузок возникают падения напряжений разной величины и, как следствие, создается несимметричная система напряжений, что отрицательно влияет на работу электрооборудования и электрических машин.

Влияние несимметрии напряжений на работу трехфазных электродвигателей

При питании трехфазных электродвигателей от сетей с несимметричной и симметричной системой напряжений режимы их работы существенно различаются. Если при питании от сети с симметричными напряжениями в зазоре между статором и ротором возникает круговое магнитное поле, то при питании от сети с несимметричными напряжениями оно будет эллиптическим, что приводит к биению ротора и, как следствие, к преждевременному выходу из строя подшипников и разрушению лобовых частей обмоток статора.

При несимметрии напряжений у трехфазного электродвигателя формируются два вращающихся момента – прямой и обратный. Прямой вращающийся момент обычно больше обратного и вращает ротор в нужную сторону, в то время как обратный является тормозом для ротора. При формировании обратного момента трехфазный электродвигатель потребляет дополнительную мощность из сети, что можно рассматривать как дополнительные потери электроэнергии. Они могут достигать 20 % от потребляемой мощности при симметричных напряжениях. Потери мощности в самом электродвигателе возрастают примерно на 20–40 %.

Сопrotивление обратной последовательности электродвигателей примерно равно сопротивлению заторможенного двигателя и, следовательно, в 5–8 раз меньше сопротивления прямой последовательности. Поэтому даже небольшая несимметрия напряжений вызывает значительные токи обратной последовательности, которые накладываются на токи прямой последовательности и вызывают дополнительный нагрев статора и ротора (особенно массивных частей ротора), что приводит к ускоренному старению изоляции и уменьшению располагаемой мощности двигателя и снижению его КПД. Так, срок службы полностью загруженного асинхронного двигателя, работающего при несимметрии напряжения, коэффициент которой составляет 4 %, сокращается в 2 раза. При несимметрии напряжения с коэффициентом 5 % располагаемая мощность двигателя уменьшается на 5–10 %.

Потери электроэнергии при несимметрии напряжений и токов

При проведении расчетов режима трехфазных сетей с несимметричными напряжениями применяется метод симме-



В.П. КУЛИЧЕНКОВ,
к.т.н., доцент

тричных составляющих, при котором исходная система напряжений разлагается на симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. На рисунках 1 и 2 приведены примеры такого разложения.

Для оценки влияния несимметрии напряжений на потери электроэнергии рассмотрим результаты испытания трехфазного электродвигателя мощностью 2,2 кВт с вентиляторной нагрузкой на валу при питании от сети с несимметричным напряжением. Обмотка статора соединена в звезду с изолированной нейтралью, то есть нулевая точка обмотки не присоединена к нулевому проводу электросети. При расчете использовались следующие экспериментальные данные:

- фазные напряжения: $U_A = 186$ В, $U_B = 203$ В, $U_C = 220$ В;
- линейные напряжения: $U_{AB} = 321$ В, $U_{BC} = 378$ В, $U_{CA} = 349,5$ В;
- линейные токи: $I_A = 0,875$ А, $I_B = 4,675$ А, $I_C = 4,825$ А;
- фазные активные мощности: $P_A = 130$ Вт, $P_B = 945$ Вт, $P_C = 700$ Вт.

На основании приведенных данных построим векторную диаграмму на комплексной плоскости (рис. 3).

Для проведения анализа и расчетов применим метод симметричных составляющих. Запишем для фазы А формулы векторов напряжений соответственно нулевой, прямой и обратной последовательностей:

$$\dot{U}_{A0} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C}{3}, \quad (1)$$

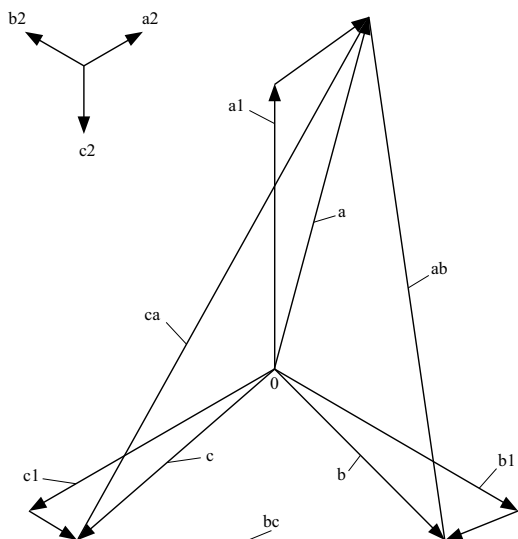


Рис. 1. Прямая и обратная последовательности фаз:

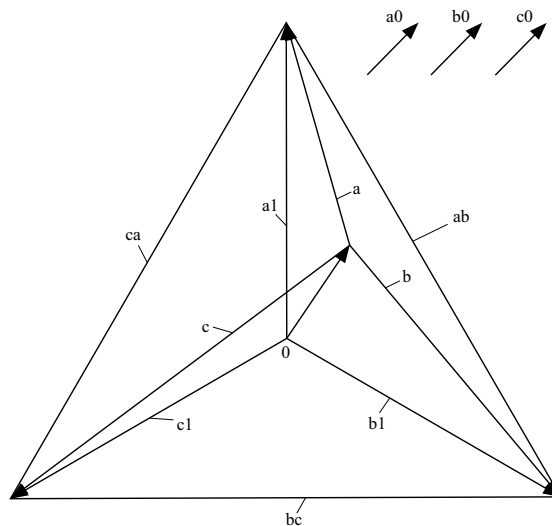


Рис. 2. Прямая и нулевая последовательности фаз:

a_0, b_0, c_0 – векторы фазных напряжений нулевой последовательности;
 a, b, c – векторы фазных напряжений исходной системы;
 ab, bc, ca – векторы линейных напряжений исходной системы;
 a_1, b_1, c_1 – векторы фазных напряжения прямой последовательности;
 a_2, b_2, c_2 – векторы фазных напряжений обратной последовательности

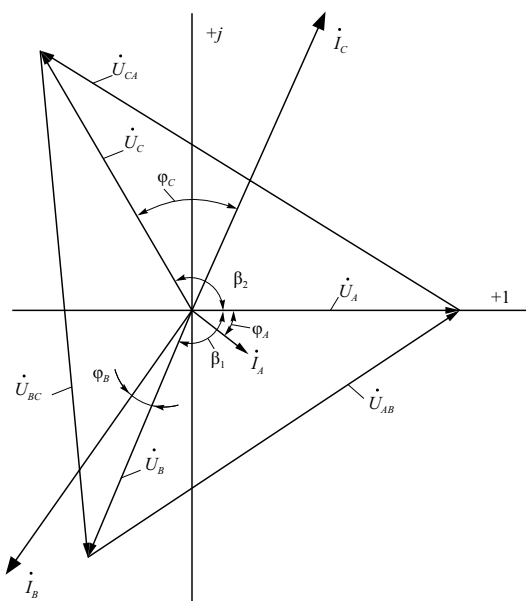


Рис. 3. Векторная диаграмма на комплексной плоскости

Углы β_1 и β_2 с помощью теоремы косинусов определяем по следующим формулам:

$$\beta_1 = \arccos \frac{U_A^2 + U_B^2 - U_{AB}^2}{2U_A U_B}, \quad (6)$$

$$\beta_2 = \arccos \frac{U_A^2 + U_C^2 - U_{CA}^2}{2U_A U_C}, \quad (7)$$

где U_{AB}, U_{CA} – линейные напряжения, взятые по абсолютной величине.

Подставляя значения $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ в выражения (1, 2, 3), получим:

$$\dot{U}_{A0} = \frac{U_A + U_B e^{-j\beta_1} + U_C e^{j\beta_2}}{3}, \quad (8)$$

$$\dot{U}_{A1} = \frac{U_A + U_B e^{-j(\beta_1-120^\circ)} + U_C e^{j(\beta_2-120^\circ)}}{3}, \quad (9)$$

$$\dot{U}_{A2} = \frac{U_A + U_B e^{-j(\beta_1+120^\circ)} + U_C e^{j(\beta_2+120^\circ)}}{3}. \quad (10)$$

Для упрощения расчетов векторы $\dot{U}_{A0}, \dot{U}_{A1}, \dot{U}_{A2}$ представим в виде одного обобщенного вектора

$$\dot{U}_\Phi = \frac{U_A + U_B e^{j(\beta_1+\gamma)} + U_C e^{j(\beta_2+\gamma)}}{3}, \quad (11)$$

где $\gamma = 0$ для напряжения нулевой последовательности (\dot{U}_{A0}); $\gamma = -120^\circ$ – для напряжения прямой последовательности (\dot{U}_{A1}); $\gamma = 120^\circ$ – для напряжения обратной последовательности (\dot{U}_{A2}).

Обобщенное значение вектора \dot{U}_Φ по абсолютной величине:

$$U_\Phi = \frac{1}{3} \sqrt{[U_A + U_B \cos(\beta_1 + \gamma) + U_C \cos(\beta_2 + \gamma)]^2 + [U_C \sin(\beta_2 + \gamma) - U_B \sin(\beta_1 + \gamma)]^2}. \quad (12)$$

Разложив токи на симметричные составляющие аналогичным образом, получим обобщенный вектор фазного тока по абсолютной величине:

$$\dot{U}_{A1} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B e^{j120^\circ} + \dot{U}_C e^{-j120^\circ}}{3}, \quad (2)$$

$$\dot{U}_{A2} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B e^{-j120^\circ} + \dot{U}_C e^{j120^\circ}}{3}, \quad (3)$$

$$\dot{U}_B = U_B e^{-j\beta_1}, \quad (4)$$

$$\dot{U}_C = U_C e^{j\beta_2}, \quad (5)$$

где U_A, U_B, U_C – фазные напряжения соответствующих фаз, взятые по абсолютной величине ($\dot{U}_A = U_A$); e – основание натурального логарифма; j – мнимая единица (квадратный корень из -1).

$$I_{\Phi} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{[I_A \cos \varphi_A + I_B \cos(\beta_1 + \varphi_B + \gamma) + I_C \cos(\beta_2 - \varphi_C + \gamma)]^2 + [I_C \sin(\beta_2 - \varphi_C + \gamma) - I_A \sin \varphi_A - I_B \sin(\beta_1 + \varphi_B + \gamma)]^2}{9}}, \quad (13)$$

где $\varphi_A = \arccos \frac{P_A}{U_{A1} I_{A1}}$; $\varphi_B = \arccos \frac{P_B}{U_{B1} I_{B1}}$; $\varphi_C = \arccos \frac{P_C}{U_{C1} I_{C1}}$.

Определим начальную фазу вектора \dot{U}_{A1} :

$$\psi_{U_{A1}} = \arctg \frac{U_C \sin(\beta_2 - 120^\circ) - U_B \sin(\beta_1 - 120^\circ)}{U_A + U_B \cos(\beta_1 - 120^\circ) + U_C \cos(\beta_2 - 120^\circ)}. \quad (14)$$

Аналогично находим начальную фазу вектора тока прямой последовательности I_{A1} :

$$\psi_{I_{A1}} = \arctg \frac{I_C \sin(\beta_2 - \varphi_C - 120^\circ) - I_A \sin \varphi_A - I_B \sin(\beta_1 + \varphi_B - 120^\circ)}{I_A \cos \varphi_A + I_B \cos(\beta_1 + \varphi_B - 120^\circ) + I_C \cos(\beta_2 - \varphi_C - 120^\circ)}. \quad (15)$$

Угол сдвига фаз между током и напряжением прямой последовательности определится как

$$\varphi_1 = \psi_{U_{A1}} - \psi_{I_{A1}}. \quad (16)$$

Активную мощность прямой последовательности определим по формуле

$$P_1 = 3U_{A1} I_{A1} \cos \varphi_1, \quad (17)$$

где U_{A1} , I_{A1} – действующие значения напряжения и силы тока прямой последовательности, определяемые соответственно по формулам (12) и (13) при $\gamma = -120^\circ$.

Добавочная мощность, потребляемая электродвигателем и обусловленная несимметрией напряжений, представляет собой мощность обратной последовательности и определяется по формуле

$$P_2 = P_A + P_B + P_C - P_1. \quad (18)$$

При этом учтено, что для рассматриваемого случая соединения обмотки электродвигателя токи нулевой последовательности не возникают и мощность нулевой последовательности равна нулю.

Основные потери в обмотке статора электродвигателя от токов прямой последовательности определим по формуле

$$\Delta P_1 = 3I_{A1}^2 R_{\Phi}, \quad (19)$$

где R_{Φ} – активное сопротивление фазной обмотки статора.

Добавочные потери в обмотке статора электродвигателя, обусловленные несимметрией подводимых напряжений, находим по формуле

$$\Delta P_2 = 3I_{A2}^2 R_{\Phi}, \quad (20)$$

где I_{A2} – действующее значение тока обратной последовательности, определяемое по формуле (13) при $\gamma = 120^\circ$.

По итогам расчета получены следующие результаты:

- фазное напряжение прямой последовательности $U_{\Phi 1} = 202,353 \text{ В}$;
- фазное напряжение обратной последовательности $U_{\Phi 2} = 21,138 \text{ В}$;

- коэффициент обратной последовательности фазных напряжений $K_{2U} = 10,446 \%$;
- ток прямой последовательности $I_{\Phi 1} = 3,109 \text{ А}$;
- ток обратной последовательности $I_{\Phi 2} = 2,37 \text{ А}$;
- коэффициент обратной последовательности токов $K_{2I} = 76,223 \%$;
- активная мощность прямой последовательности $P_1 = 1675,63 \text{ Вт}$;
- активная мощность обратной последовательности $P_2 = 98,897 \text{ Вт}$;
- отношение активной мощности обратной последовательности к активной мощности прямой последовательности – $5,902 \%$;
- отношение активных потерь мощности в обмотке статора от токов $I_{\Phi 2}$ к потерям мощности от токов $I_{\Phi 1}$ – $58,11 \%$.

Последствия несимметрии напряжений

Анализ экспериментальных данных и результатов расчетов показывает, что несимметрия напряжений является не такой безобидной, как это может показаться на первый взгляд. Особо следует отметить, что несимметрия токов в процентном отношении значительно больше несимметрии напряжений, что вызывает значительное увеличение потерь мощности в самих трехфазных электродвигателях.

Соединение обмоток статора в звезду с изолированной нейтралью приводит к несимметрии углов сдвига фаз между фазными напряжениями и токами, что наглядно демонстрирует векторная диаграмма. В таком случае токи нулевой последовательности не возникают из-за отсутствия контура для их протекания.

Если обмотки статора соединить в звезду с заземленной нейтралью, то есть присоединить нулевую точку обмотки к нулевому проводу электросети, то появляются токи нулевой последовательности, увеличивающие потери мощности в нулевом проводе электросети, при этом несимметрия напряжений немного уменьшается. При таком соединении углы сдвига фаз между фазными напряжениями и токами будут одинаковыми.

Несимметричная нагрузка фаз – одна из главных причин возрастания потерь электроэнергии в силовых трансформаторах. Неизбежным последствием неравномерности нагрузки фаз в сетях с трансформаторами Y/Yn является резкое искажение системы фазных напряжений (на практике это называется смещением нулевой точки), что негативно сказывается на качестве электроэнергии, поставляемой потребителям, питающимся от этих трансформаторов. Искажение фазных напряжений в реальных условиях эксплуатации нередко вызывает отклонение напряжения уже на низковольтных вводах трансформатора, значение которого существенно превышает нормы ГОСТ.

Исследования показали, что это отклонение напряжений в конце линий электропередачи приблизительно в два раза выше номинального. Естественно, что при таком качестве питания токоприемников в них повышаются потери электроэнергии и увеличивается число отказов в работе электрооборудования, в том числе бытовых приборов.

К сожалению, до настоящего времени эта проблема целенаправленно не исследовалась, хотя, как показывает практика, экономический урон от искажения напряжений у токоприемников огромен.

Попытки решения вопроса путем завышения установленной мощности трансформаторов Y/Y_n сверх требуемой по расчету (для понижения несимметрии напряжения) нельзя назвать удачными, так как такой подход дает незначительный эффект и в то же время приводит к значительному увеличению потерь электроэнергии в сети.

Кроме того, токи нулевой последовательности при несимметрии нагрузки в магнитной системе трансформатора Y/Y_n создают потоки нулевой последовательности, которые, замыкаясь через его бак, дно и крышку, разогревают их, ухудшая охлаждение активной части. Это повышает температуру изоляции обмоток сверх нормы, и трансформатор при суммарной нагрузке ниже номинальной оказывается перегруженным. Такое положение объективно требует увеличения номинальной мощности трансформатора на одну, а иной раз и на две ступени больше необходимой (расчетной) со всеми вытекающими последствиями.

Допустимые нормы несимметрии напряжений определены Межгосударственным стандартом ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Документ устанавливает, что нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям должно составлять 2 %, предельно допустимое – 4 %, напряжение обратной последовательности в промышленных электросетях 6–10 кВ – 4–5 %.

Следует особо отметить, что установленная стандартом методика контроля, предусматривающая проведение 9 наблюдений и интервал усреднения результатов измерений показателей качества электроэнергии 3 с, к настоящему времени устарела, так как не дает достоверных данных о несимметрии напряжений за определенный промежуток времени (например, за месяц). Между тем сегодня на рынке приборов представлены анализаторы показателей качества электрической энергии российского, японского и израильского производства, которые позволяют достоверно контролировать несимметрию напряжений. Дело осталось за массовым внедрением наиболее подходящего для указанных целей анализатора у потребителей электроэнергии и в энергосистеме. С моей точки зрения, таковым является анализатор ЭМ-3.2 российского производства, который обеспечивает непрерывное измерение, расчет и накопление (с последующей передачей на ПК) основных показателей качества электроэнергии, предусмотренных ГОСТ13109-97, и других параметров электрической энергии в диапазонах и с пределами допускаемых основных погрешностей измерения.

Мероприятия по снижению несимметрии напряжений

Эффективного снижения несимметрии напряжений можно добиться с помощью двух мероприятий: обеспечения питания трехфазных электродвигателей от отдельного фидера (в этом случае вся однофазная нагрузка питается от отдельной сети) и применения электромагнитных симметрирующих устройств.

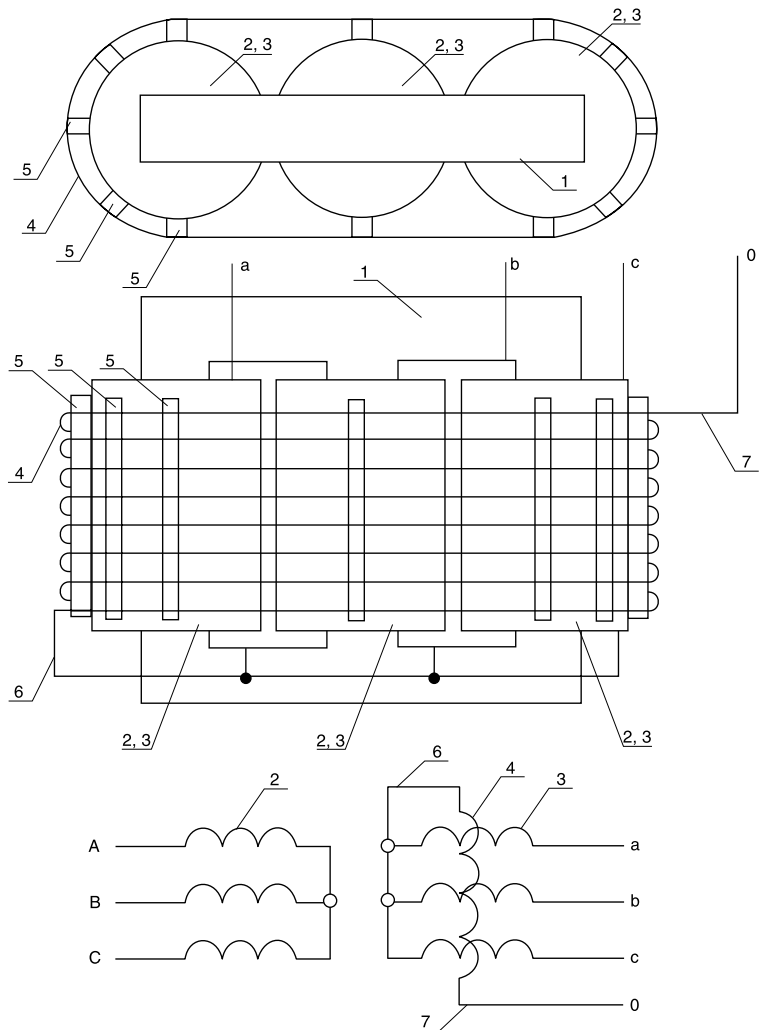


Рис. 4. Электромагнитное симметрирующее устройство:

1 – трехстержневой магнитопровод трехфазного трансформатора; 2 – обмотки высокого напряжения; 3 – обмотки низкого напряжения; 4 – обмотка из компенсационных витков; 5 – дистанционные клинья; 6 – конец компенсационной обмотки, подключаемой к нейтрали обмоток низкого напряжения; 7 – конец компенсационной обмотки, выведенный наружу

Симметрирующее устройство (СУ) представляет собой отдельную обмотку, уложенную в виде бандажки поверх обмоток высокого напряжения трансформатора со схемой соединения обмоток Y/Y_n (рис. 4). Обмотка устройства рассчитана на длительное протекание номинального тока. Применение СУ позволяет улучшить защиту трансформаторов, повысить безопасность работы электрической сети, значительно снизить разрушающее воздействие однофазных коротких замыканий на обмотки.

Трансформаторы со схемой соединения обмоток Y/Y_n с СУ имеют ту же нулевую группу, что и трансформаторы со схемой соединения обмоток Y/Y_n без СУ. Это дает возможность использовать их в одних и тех же сетях. В них не возникает перегрева токами нулевой последовательности при неравномерной нагрузке фаз и при суммарной мощности нагрузки, равной или ниже номинальной, что существенно сокращает потери электроэнергии.

Устраняя нулевое смещение, СУ обеспечивает равномерность фазовых напряжений при несимметричной нагрузке, что при коротком замыкании одной из фаз поддерживает на-

пряжение на других в приемлемых границах. Таким образом, трансформаторы с СУ комплексно улучшают характеристики сети, что ведет к продлению срока службы электрических машин, ламп, автоматики и бытовой техники.

Выводы

1. При работе трехфазного электродвигателя необходимо обеспечивать симметричную систему напряжений и токов для снижения потерь электроэнергии.

2. Для получения непрерывной и достоверной информации о несимметрии напряжений и токов необходимо внедрять на крупных предприятиях анализаторы качества электроэнергии.

3. При отсутствии анализаторов качества электроэнергии целесообразно применять для анализа и расчетов несимметричных режимов метод симметричных составляющих с многократным проведением измерений напряжений и токов.

Список литературы

1. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии / Ю.С. Железко. – М. : ЭНАС, 2009. – 446 с.
 2. Куличенков, В.П. Потери электроэнергии и мероприятия по их снижению. Монография на русском языке. – LAMBERT Academic Publishing (Германия). – 85 с.

ЦИФРОВАЯ ПОЛИГРАФИЯ ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ

БЫСТРО И КАЧЕСТВЕННО НАПЕЧАТАЕМ

- листовки, буклеты, проспекты
- брошюры, каталоги, книги
- календари (квартальные, карманные)
- открытки, грамоты, дипломы, плакаты
- визитки, блокноты, фирменные бланки, блоки для записей



ОКАЖЕМ ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ

- допечатная подготовка и разработка макетов
- дизайн, верстка, фотосъемка
- формирование, редактирование и корректура текстов

Информационно-издательский центр

ОАО «Экономэнерго»

energystrategy.by

(017) 286-08-28, (029) 399-11-04, Минск, ул. Чичерина, 19
 2934682@mail.ru, info@energystrategy.by

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СИЛОВЫХ КАБЕЛЯХ

А. Глижин, отдел продаж в страны СНГ,
Megger, Баунах, ФРГ
О. Стенько, представительство Себа
Динатроник (SebaKMT), Минск, Беларусь



Основной задачей, стоящей перед электросетевыми компаниями, является бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией. Если сравнить систему электроснабжения с живым организмом, то силовые кабели, по которым поставляется электрический ток конечным потребителям, можно уподобить кровеносным сосудам. Выход из строя одного или нескольких таких «сосудов» приводит к нарушению функционирования всего организма – системы электроснабжения. Именно поэтому очень важно быстро и достоверно определить и локализовать места повреждений силовых кабелей.

Процесс локализации кабельного повреждения делится на два этапа:

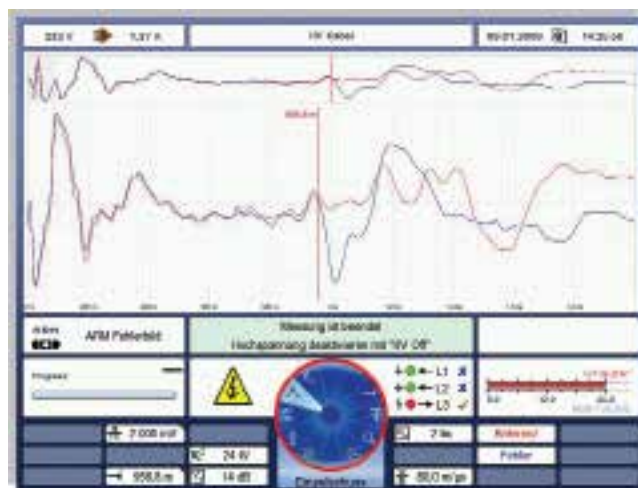
- предварительная локализация – определение зоны, где произошло повреждение;

- точная локализация – определение с высокой точностью места повреждения на местности, где впоследствии будут произведены раскопки и ремонт силового кабеля.

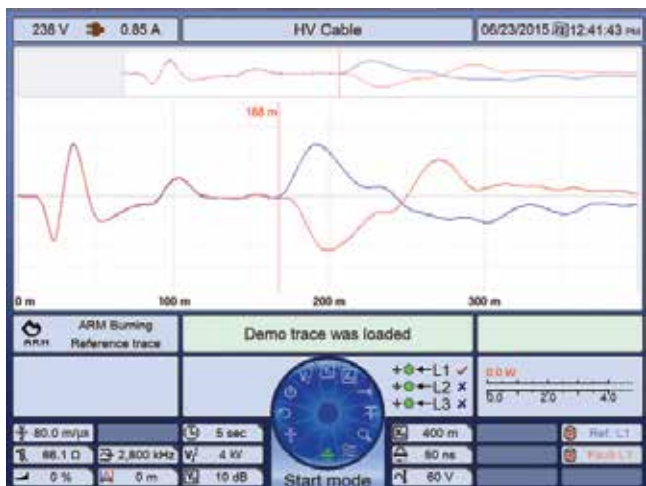
Основными методами точной локализации являются индукционный (петлевой, метод повивов) и акустический. Более точным и достоверным признан акустический метод, при котором используются генератор акустических ударных волн (ГАУВ) и приемник акустических волн (например, digiPHONE+). При использовании индукционного метода возможно воздействие посторонних факторов, таких как наводки от соседних или пересекающихся подземных коммуникаций, искажение электромагнитных полей и т.п., тем не менее этот метод все еще находит применение.

Кабельные повреждения можно классифицировать по различным признакам, основным из которых является величина переходного сопротивления в месте повреждения. Если переходное сопротивление очень низкое (составляет десятки Ом или равняется нулю), то задача предварительной локали-

зации сводится к применению рефлектометра (эхо-импульсного прибора). Если же переходное сопротивление находится в диапазоне от 100 Ом и выше (до сотен кОм), то простое измерение рефлектометром не приведет к нужному резуль-



Метод отражения от электрической дуги ARM



ARM-прожиг в электротехнической лаборатории Centrix

тату. В таком случае задействуются высоковольтные методы предварительной локализации.

В основе всех этих методов лежит воздействие высоким напряжением на место повреждения с целью преобразовать высокоомное напряжение в низкоомное. Наиболее старым и, к сожалению, все еще довольно часто используемым методом является прожиг. То есть к уже «нездоровому» кабелю прикладывается высокое напряжение в течение продолжительного времени (иногда до нескольких дней) с одной лишь целью: создать короткое замыкание в месте повреждения, чтобы в дальнейшем можно было использовать рефлектометр.

Все это время изоляция кабеля подвергается чрезмерному стрессу, что не может не сказаться на сроке ее службы. Говоря другими словами, используя прожиг, мы одно лечим, другое калечим. И если применение этого метода было оправдано до 70-х годов прошлого столетия, то в настоящее время в большинстве случаев это не только нецелесообразно, но и вредно.

Более 40 лет назад были разработаны так называемые беспрожиговые методы предварительной локализации. К ним относятся давно известные токо-импульсный метод ICE (импульсный метод, метод развязки по току), метод DECAY (метод колебательного разряда, метод развязки по напряжению, метод блуждающей волны), а также метод отражения от электрической дуги ARM – наиболее точный и информативный из них. Суть всех этих методов заключается в кратковременном воздействии высоким напряжением на дефектный кабель с целью получения электрической дуги в месте повреждения. Высокое напряжение прикладывается к кабелю максимум в течение нескольких секунд.

Подробнее хотелось бы остановиться на методе отражения от электрической дуги ARM, запатентованном еще в 1976 году компанией Seba KMT (в настоящее время входит в группу компаний Megger). Суть его состоит в следующем: сначала в неисправный кабель с рефлектометра отправляется низковольтный импульс, с помощью которого получаем сравнительную рефлектограмму, затем – высоковольтный импульс от генератора акустических ударных волн, который вызывает электрическую дугу в месте повреждения. Время горения этой дуги ограничено несколькими миллисекундами, в течение которых с рефлектометра отправляется второй низковольтный измерительный импульс, позволяющий получить так называемую рефлектограмму повреждения. Обе рефлектограммы совпадают до места повреждения, а за ним расходятся. Точка, где они расходятся, и является искомым местом повреждения.

Ноу-хау метода ARM заключается в том, что низковольтное и высоковольтное оборудование работает совместно, а низковольтный импульс отправляется именно в тот момент, когда электрическая дуга стабильно горит. Данный метод зарекомендовал себя с самой лучшей стороны, и с его помощью в странах Западной Европы локализуют порядка 85–90 % кабельных повреждений.



Мобильная система SFX 32



Электротехническая лаборатория Centrix 2.0

Электротехническая лаборатория *Сотраст-Сити*

Еще одним преимуществом данного метода является стандартная функция ARM Slide, позволяющая получить 15 рефлектограмм повреждения при подаче всего одного высоковольтного импульса. Несколько лет назад этот способ локализации повреждений получил развитие в виде методов ARM+ и DECAY+, используемых для очень длинных кабелей или кабелей с высокой степенью затухания.

Все упомянутые методы нашли воплощение в уникальной, первой в мире автоматизированной электротехнической лаборатории Centrix. Возможности лаборатории позволяют контролировать даже прожиг: его «вживую» можно наблюдать на экране рефлектометра. Как только переходное сопротивление в месте дефекта станет достаточно низким для того, чтобы его мог «увидеть» импульс с рефлектометра, оператор или программное обеспе-



Прибор для точной локализации акустическим методом digiPHONE+

чение остановят процесс прожига, не допуская возникновения короткого замыкания в месте повреждения.

Метод отражения электрической дуги ARM реализован практически в любой системе локализаций кабельных повреждений, начиная от небольших переносных установок и заканчивая самой мощной в мире электротехнической лабораторией R30.

Использование современных беспрожиговых методов, в частности ARM, позволяет не только сэкономить время локализации кабельного повреждения, но и продлить срок службы кабелей, поскольку при этом изоляция не подвергается излишнему стрессу.

После предварительной локализации повреждений высоковольтными беспрожиговыми методами можно сразу же переходить к их точной локализации с помощью максимально достоверного акустического метода прибором digiPHONE+.

Megger^R

Себа Динатроник Беларусь

ул. Тимирязева, 65 Б, офис 1205, 220035, Минск
тел. +375 (17) 290 8512, факс +375 (17) 290 8407
e-mail: megger@tut.by

Для получения более подробной информации по испытательно-диагностическим системам **Megger**, а также коммерческого предложения на оборудование обращайтесь в компанию **Megger** или в Представительство нашей компании в Республике Беларусь:

ENERGY EXPO – 2016 ПРИГЛАШАЕТ

Министерство энергетики Республики Беларусь совместно с заинтересованными сторонами проводит с 11 по 14 октября в г. Минске (пр. Победителей, д. 20/2, Футбольный манеж) XXI Белорусский энергетический и экологический форум. Генеральным информационным партнером форума выступает журнал Минэнерго «Энергетическая стратегия».



ставили современные технологические решения в области энергетики и экологии. Освещение мероприятий форума в белорусских и зарубежных средствах массовой информации обеспечивали 22 информационных партнера, представлявшие ведущие печатные издания и интернет-порталы.

На протяжении всей истории форума особое место в его программе занимает выставка Energy Expo, в рамках которой свою продукцию представляют ведущие белорусские и мировые производители оборудования, технологий и материалов для энергетики, защиты окружающей среды, энергосбережения и электротехники. Экспозиция выставки является одной из самых крупных по данной тематике в странах СНГ и Балтии.

В прошлом году на выставке Energy Expo была представлена продукция около 300 организаций

Белорусский энергетический и экологический форум был и остается уникальной площадкой для деловых переговоров, налаживания сотрудничества, обмена передовыми научными разработками и инновационными проектами. Только в прошлом году в рамках форума состоялись 23 деловых мероприятия, были подписаны два международных соглашения о взаимодействии и сотрудничестве между белорусскими и зарубежными энергетическими организациями и предприятиями.

Форум традиционно привлекает внимание ведущих белорусских и мировых производителей. В 2015 году в его мероприятиях принимали участие специалисты из 17 стран мира, в том числе из России, Украины, Молдовы, Грузии, Армении, Азербайджана, Польши, Венгрии, Германии, Австрии, Бельгии, Швейцарии, Италии, Исландии, Греции, Турции. В ходе форума отечественные и зарубежные эксперты пред-



из 15 стран мира (Беларусь, Россия, Украина, Литва, Эстония, Польша, Чехия, Германия, Австрия, Франция, Швейцария, Италия, Нидерланды, Финляндия, Китай). Иностранные экспоненты составили третью часть всех участников выставки. В структуре экспозиции были предусмотрены отраслевые разделы Министерства энергетики, Министерства промышленности, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, Государственного комитета по науке и технологиям, Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации.

Предстоящий XXI Белорусский энергетический и экологический форум включает XXI Международную специализированную выставку «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (Energy Expo), XI Специализированную выставку «Водные и воздушные технологии» (Water&Air Technologies), XII Специализированную выставку светотехнического оборудования «ЭкспоСвет» (ExpoLight), VIII Международную специализированную выставку и конференцию «Атомэкспо-Беларусь», II Международную специализированную выставку и конференцию «Экспогород» и XXI Белорусский энергетический и экологический конгресс.

Цель проведения форума остается прежней – это смотр современных достижений науки, техники и технологий в сфере энергетики, энергосбережения, автоматизации, электроники, защиты окружающей среды, использования возобновляемых источников энергии.

Ежегодно форум становится уникальным местом встреч энергетиков и экологов Беларуси и зарубежья, способствуя расширению сотрудничества, обмену передовыми научными разработками и инновационными проектами.

Приглашаем всех заинтересованных принять участие в работе XXI Белорусского энергетического и экологического форума.

Зарегистрироваться в качестве посетителя и получить более подробную информацию можно на сайте форума – www.energyexpo.by

тел.: +375 (17) 306-06-06

факс: +375 (17) 203-33-86

e-mail: energy@tc.by



СХЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КАК ОСНОВА НАДЕЖНОГО РАЗВИТИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Природный газ занимает особое место в структуре топливно-энергетического баланса Беларуси. Его используют практически все отрасли экономики и подавляющее большинство населения. По состоянию на 1 июля текущего года в республике газифицированы все районные центры. Широкая газификация страны обусловлена эффективностью этого вида топлива и нацелена на повышение уровня социально-экономических условий жизни населения. При этом надежность обеспечения потребителей голубым топливом во многом зависит от успешного функционирования системы газораспределения.

Современная система газораспределения представляет собой сложный технический комплекс, включающий в себя следующие составляющие:

- магистральные газопроводы и газораспределительные станции (ГРС);
- газопроводы высокого, среднего и низкого давления;
- газорегуляторные пункты и установки (ГРП и ГРУ);
- системы связи, автоматики и телемеханики.

Основным показателем эффективного функционирования системы газораспределения является подача каждому потребителю необходимого количества газа требуемого давления. При этом надежность ее работы обеспечивается слаженным взаимодействием всех указанных выше элементов системы. Каждый из этих элементов должен иметь такие параметры, которые позволяют обеспечить передачу природного газа всем существующим и перспективным потребителям.

Определение основных параметров системы газораспределения производится в рамках разработки схем газоснабжения районов и городов, включающей следующие этапы:

- сбор исходных данных обо всех существующих и перспективных потребителях природного газа;
- разработка графического материала;

- проверочный гидравлический расчет существующей схемы газоснабжения с учетом его развития и увязкой проектируемых газопроводов;

- гидравлический расчет схемы газоснабжения с учетом перспективы развития региона;

- разработка мероприятий, направленных на повышение надежности работы системы газораспределения на критичных участках газопроводов, выявленных в результате проведенных расчетов;

- определение экономической эффективности мероприятий.

Основным разработчиком схем газоснабжения районов и городов Республики Беларусь является Государственное предприятие «НИИ Белгипротопгаз» – головной институт по проектированию систем газораспределения и электрохимической защиты газопроводов от коррозии. Высококвалифицированные специалисты предприятия имеют большой опыт как в разработке схем газоснабжения (в том числе с использованием лицензионного программного обеспечения гидравлического расчета сетей газоснабжения «ГАЗ-ПК»), так и в проектировании и эксплуатации газоснабжающих систем.

Одним из крупнейших проектов, выполненных специалистами предприятия по заказу ГП «Мингаз» в 2016 году, стала разработка расчетной гидравли-



Ю.В. ЧЕРТА,
и.о. главного инженера
Государственного
предприятия
«НИИ Белгипротопгаз»



Д.М. ШАБЛОВСКАЯ,
начальник технологического
отдела

ческой схемы газопроводов высокого давления 1-й и 2-й категорий в г. Минске и Минском районе. В результате тесного сотрудничества между заказчиком и генпроектировщиком была создана схема газораспределительной сети г. Минска и Минского района, общая протяженность которой превысила 600 км. При этом развитие газораспределительной системы региона проектировалось с учетом параметров, определенных генеральным планом развития региона на перспективу до 2030 года.

В настоящее время источником газоснабжения г. Минска является магистральный газопровод «Торжок – Минск – Ивацевичи». Его первая нитка была введена в эксплуатацию в 1974 году, вторая – в 1978-м, третья – в 1983 году. Поставки природного газа осуществляются потребителям г. Минск и Минского района от трех основных ГРС:

– ГРС «Северная» (северное направление, окрестности д. Юзуфово Минского района);

– ГРС «Западная» (юго-западное направление, окрестности д. Атолино Минского района);

– ГРС «Восточная» (юго-восточное направление, окрестности д. Дубовый Лес Минского района),

а также от двух вспомогательных ГРС:

– ГРС «Острошицкий городок» (северо-восточное направление, окрестности п. Марьяливо Минского района);

– ГРС «КС Минск» (юго-восточное направление, окрестности д. Дубовый Лес Минского района).

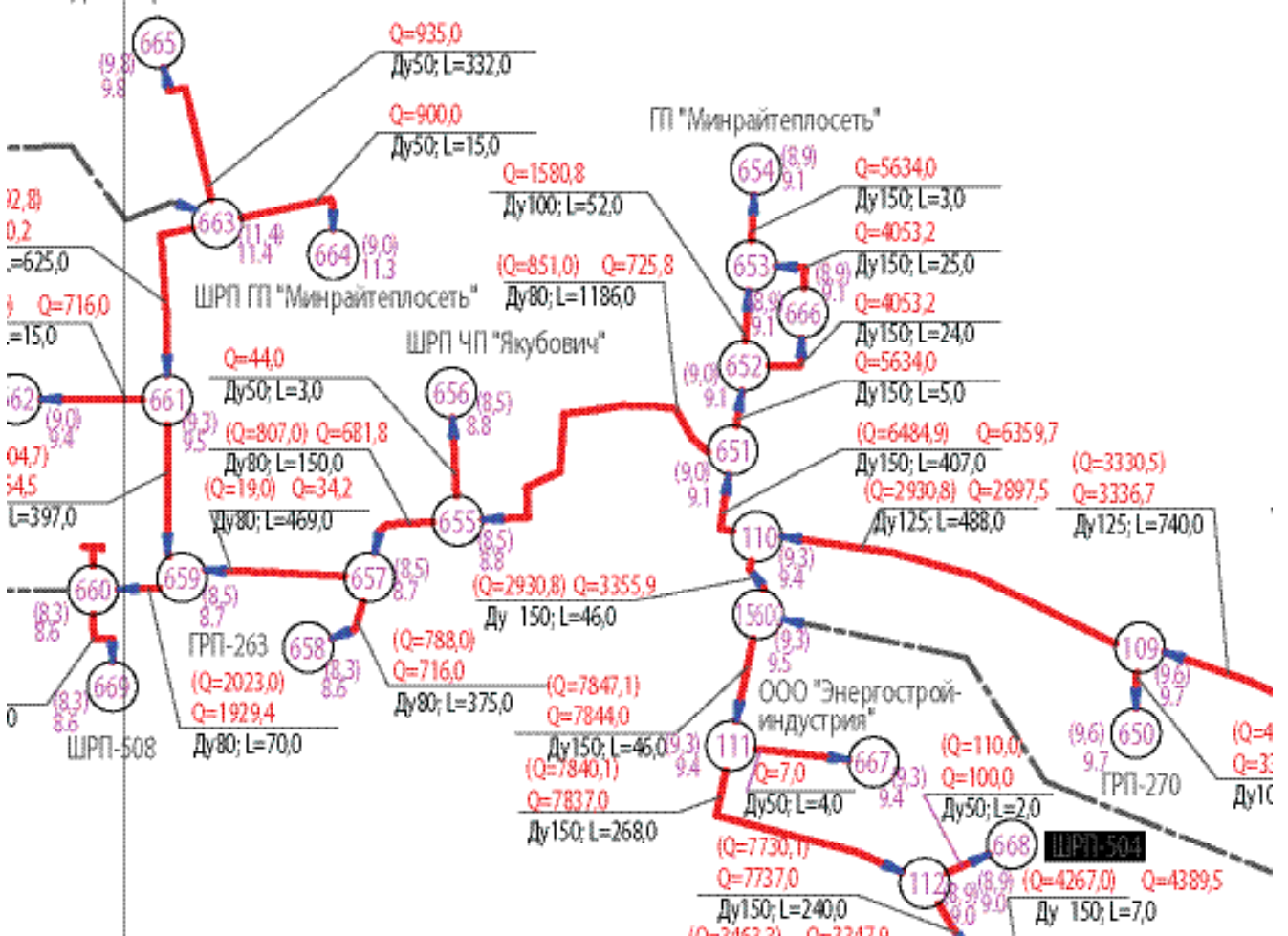
Анализ системоформирующих факторов позволил выявить как сильные, так и слабые стороны газораспределительной системы города и района, а также определить предпосылки ее формирования.

Работа над проектом «Расчетная гидравлическая схема газопроводов высокого давления 1-й, 2-й категорий в г. Минске и Минском районе» показала, что газопотребление г. Минска возросло в районах промзоны Шабаны;

микрорайона Уручье; ТЭЦ-3; ТЭЦ-4; на участках газопровода ГРС «Восточная» – МКАД и ГРС «Западная» – ГРП-3 (МКАД). Это позволило определить основные направления дальнейшего развития системы газоснабжения. В частности, проектом предусмотрено строительство новых подводящих газопроводов для дополнительной закольцовки ГРС «Северная» и ГРС «Восточная», лупингов для подпитки кольца существующих газопроводов Ду700, проложенных вдоль МКАД, а также трубопроводов для газоснабжения других потребителей.

В настоящее время в системе ГПО «Белтопгаз» постоянно проводится работа по актуализации и пересмотру схем газоснабжения всех районов и городов Республики Беларусь, что помогает эксплуатирующим организациям обеспечивать бесперебойную подачу природного газа потребителям в условиях постоянного развития систем газораспределения.

ШРП ОДО «Этерика»



Фрагмент расчетной гидравлической схемы газопроводов высокого давления 1-й, 2-й категорий в г. Минске и Минском районе

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АСКУЭ С УЧЕТОМ РОСТА ТРЕБОВАНИЙ К ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

В статье рассматриваются вопросы совершенствования системы метрологического обеспечения (МО) многоканальных и многоуровневых АСКУЭ, основные факторы, влияющие на погрешность трансформаторов тока, технологический и структурный пути повышения точности измерений расходов электрической энергии в узлах нагрузок и по зонам электропотребления и достоверности учета электроэнергии, а также аспекты формирования базы данных многоканальной АСКУЭ.

Annotation

The article covers the issues of improvement of the metrological provision system for multi-channel and multi-level automatic systems for commercial accounting of power consumption, main factors which influence the error in current transformers, technological and structural ways of enhancing the electric power consumption measurements in load nodes and in zones of electric power consumption and accuracy of electricity metering, as well as all aspects of data base formation in a multi-channel automatic system for commercial accounting of power consumption.

Статья поступила в редакцию 30 мая 2016 года

В условиях расширения функциональных возможностей автоматизированных систем в энергетике на основе современных информационных технологий продолжают совершенствоваться подходы к экономическим обоснованиям принимаемых решений. Это обусловлено возросшей возможностью оперативного получения не только физических параметров (расход, давление, температура, ток, напряжение и т.д.), но и экономических показателей, например в виде цен, тарифов. Когда подобные показатели формируются в условиях рынка, они становятся постоянно меняющимися величинами в соответствии с курсами валют. Игнорирование данного факта приводит к упрощению экономической модели и в результате – к необоснованным потерям.

Будем полагать, что на первом этапе создания экономической модели, опре-

деляющей подход к синтезу многоканальной АСКУЭ, главной задачей является создание базы данных как технических и метрологических, так и экономических характеристик предполагаемых к использованию в составе АСКУЭ средств. В публикациях [1–4] рассмотрен ряд вопросов, касающихся специфики современных измерительных комплексов, обеспечивающих энергоучет в случаях, когда часть элементов этих комплексов модернизируется (например, индукционные электросчетчики заменяются на электронные), а вторичные нагрузки измерительных трансформаторов тока и напряжения уменьшаются ввиду применения электронных релейных защит, средств автоматизации, телеметрии и т.д. в условиях интеграции измерительных, информационных и управляющих комплексов на всех иерархических уровнях. Подобное совершенствование приводит



Е.П. ЗАБЕЛЛО,
д.т.н., профессор кафедры
электрооборудования
сельскохозяйственных
предприятий БГАТУ



В.И. ЕПИФАНОВ,
аспирант БГАТУ

к существенным изменениям метрологических характеристик (МХ) как измерительных элементов, узлов, так и каналов в целом и вызывает потребность в разработке новых методик построения МХ многоканальных АСКУЭ с учетом функционирования их в реальном времени, то есть в оперативном режиме.

Необходимость совершенствования не только методик, но и всей системы метрологического обеспечения (МО) многоканальных и многоуровневых АСКУЭ подтверждается и конкретными

данными о состоянии дел в этой области, например, в энергетике России.

Согласно публикации [5] в наихудшем случае недоучет электроэнергии при ее производстве, передаче, распределении и потреблении может достигать минус 10–20 % при его среднем значении минус 4–7 %. В то же время систематически погрешности учета энергии могут иметь и знак «плюс», достигая величин 5–10 % и более.

Основными причинами недоучета электроэнергии являются перегрузка вторичных цепей трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН), резкие сбросы нагрузок в процессе электропотребления, потери напряжения в измерительных цепях, неравномерность нагрузок по фазам, низкие значения коэффициентов мощности ($\cos\varphi$) на отдельных участках суточных графиков нагрузки и др. В случае, когда имеет место недогрузка ТН или перегрузка вторичной цепи ТТ при малом рабочем токе и низком значении $\cos\varphi$, погрешность энергоучета имеет знак «плюс».

В [4] рассмотрено два пути повышения точности измерений и достоверности учета электроэнергии: технологический и структурный. Первый путь основан на выборе средств учета (ТТ, ТН, счетчики, устройства сбора и передачи данных – УСПД), обеспечении работы этих средств в оптимальных по точности диапазонах измерений, освобождении вторичных цепей ТТ и ТН от избыточных нагрузок, защите измерительных средств от влияния температурных перепадов, постоянного и переменного магнитных полей и т.д. Так как технологический путь связан с существенными материальными затратами, то, как отмечено в [1], эти затраты следует минимизировать путем построения целевой функции, в основу которой положены зависимости затрат от значений погрешности по каждому элементу измерительной схемы. Ограничением при этом является заданное значение погрешности измерений по всему каналу учета.

Второй путь повышения точности измерений (структурный) основан на ме-

тодах автоматической компенсации погрешностей, введении поправок в результаты измерений на действие систематических погрешностей, для чего требуется проведение предварительных исследований, в частности диагностирование погрешностей и других метрологических характеристик ТТ, ТН и счетчиков, позволяющее определять математические ожидания систематических погрешностей и законы их изменения. Структурный путь повышения точности средств электрических измерений широко используется за рубежом, особенно в последнее время. Это обусловлено развитием «умных» сетей, функционирование которых возможно только в условиях развитого оперативного информационного обеспечения, в том числе и в части диагностирования метрологических характеристик.

Хотя технологический и структурный пути повышения точности измерений и достоверности учета электроэнергии имеют существенные различия, они взаимодополняемы. Началом работ по обеспечению обоснованных значений МХ в конкретном узле (канале) учета должно стать составление паспорта измерительного комплекса, для чего при энергетических обследованиях энергопредприятий и потребителей требуется проведение специальных измерений с применением переносных компьютеризированных приборов, например таких как вольтамперфазометр, приборы для измерения сопротивления нагрузки ТТ, мощности нагрузки ТН, потерь напряжения в цепи напряжения счетчика, а также устройства для диагностирования погрешности ТТ и ТН [5]. Для составления подобных паспортов необходима, прежде всего, информация от заводов-изготовителей, причем не только та, которая представлена в паспорте на измерительное устройство, но и более полная – с МХ устройства во всем диапазоне измерений, в том числе с учетом влияющих факторов, возможных в эксплуатации. Рассмотрим это условие на конкретных примерах.

В [7] и [8] автор выделяет три группы внешних факторов по степени влияния

их на погрешности ТТ и ТН. К первой отнесены факторы, приводящие к изменению погрешности более чем на 80 % от допускаемой. К таким факторам (для ТТ) относятся первичный ток, мощность вторичной нагрузки и коэффициент мощности, а также мощность нагрузки и коэффициент мощности (для ТН).

На рисунках 1–4 приведены экспериментально полученные в испытательном центре Свердловского завода трансформаторов тока и опубликованные в [7] и [8] зависимости токовых погрешностей ТТ, обусловленные величинами нагрузок S во вторичных цепях (рис. 1, 2) и различной степенью намагничивания магнитопроводов после коротких замыканий в питающей сети (рис. 3, 4). Из кривых следует, что влияние рассмотренных факторов существенно сказывается на составляющих погрешностей, обусловленных ими, в результате чего погрешности в ряде случаев выходят за пределы, нормируемые действующим ГОСТом. Так, в случае выхода нагрузки за пределы номинальной S_n (рис. 1) при кратности 5 отрицательная погрешность при одном проценте первичной нагрузки составит минус 8 %, при 10 % – минус 4 %. Так как из-за неравномерности нагрузки в первичной цепи трансформаторы тока выбираются с «запасом», то зона действия приведенных выше погрешностей может быть достаточно широкой. В то же время при выборе трансформатора тока с классом точности 0,5S и отсутствии нагрузки во вторичной цепи погрешность учета по данной составляющей близка к 0 (рис. 2), в результате чего необходимость в возможном введении поправок в результаты измерений на действие систематической погрешности исключается.

Результаты исследований [7], касающиеся оценки влияния остаточного магнетизма после протекания токов короткого замыкания (КЗ), показали, что при намагничивании магнитопроводов из электротехнической стали токовая погрешность становится отрицательной и выходит за пределы, допускаемые стандартом для трансформа-

Таблица 1. Исходные данные по токовым нагрузкам и коэффициентам загрузки на суточных интервалах работы трансформатора тока

$t_{\Phi}, \text{ч}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$I_{\Phi i}$	50	100	200	300	250	150	150	100	300	200	100	50
K_{zi}	0,174	0,34	0,67	1	0,83	0,5	0,5	0,34	1	0,67	0,34	0,17
$K_{z\Phi i}$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,51	0,3	0,3	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1

торов класса точности 0,5 (рис. 3) и 0,2S, если магнитопровод не размагничен (рис. 4). Исследования продемонстрировали, что остаточное намагничивание оказывает значительное влияние на погрешности ТТ с магнитопроводом из электротехнической стали, особенно в области малых первичных токов (менее 20 % номинального). В данном случае важно знать длительность времени размагничивания магнитопроводов ТТ, поскольку весь этот временной период прибор будет иметь повышенное значение погрешности по данной составляющей.

Опыты показали, что при первичном токе ТТ 100 и 120 % номинального первичного тока и при номинальной мощности вторичной нагрузки время размагничивания составляет примерно 1 мин для ТТ ТОП-0,66 и 30 мин для ТПОЛ-10. Если первичный ток составляет 50 % номинального первичного тока, то в течение 10 с погрешность уменьшается резко, затем продолжается плавное снижение этого показателя: в течение 30 мин – для ТОП-0,66 и в течение 3 ч – для ТПОЛ-10. При токах 20 и 5 % номинального первичного тока размагничивания практически не происходит, и погрешности не восстанавливаются за время более 8 ч. Следует учесть, что данная составляющая погрешности является систематической с отрицательным знаком, то есть в измерительном узле, в котором установлен один из комплектов таких трансформаторов, имеет место недоучет электроэнергии только по данной составляющей. В [7] выход в данном случае рекомендован один – применение магнитопроводов из аморфных или нанокристаллических сплавов.

Проанализированные здесь частично метрологические характеристики трансформаторов тока, в необходимом объеме представленные специалистом самого завода-изготовителя в [7] и [8], с полным основанием можно использовать при формировании базы данных, о сущности которой говорилось в [3].

Рассмотрим работу алгоритмического модуля (рис. 5) в случае, когда в базе данных имеются: оперативно собираемая информация по нагрузкам в данном канале $J_{\Phi i}$, значение коэффициента трансформации K_T трансформатора тока, величина номинального первичного тока ТТ (I_{Hn}), соотношение вторичной нагрузки S и номинальной, тип и класс точности трансформатора, статистические данные по числу n_a и длительности t_{ai} отключений в измерительном канале, в том числе от коротких замыканий в линии потребителя, текущее время t_{Φ} .

В таблице 1 в качестве примера представлены данные о текущих значениях токовых нагрузок $I_{\Phi i}$ по каналу учета, усредненных на интервале 2 ч (12 величин), и коэффициенты загрузки K_{zi} и $K_{з\Phi i}$, определяемые по следующим формулам:

$$K_{zi} = \frac{I_{\Phi i}}{I_{maxi}}, \quad (1)$$

$$K_{з\Phi i} = \frac{I_{\Phi i}}{I_{Hn}}. \quad (2)$$

Так как максимальное значение тока, приведенное в таблице, составляет 300 А, а для примера принят трансформатор с номинальным значением первичного тока $I_{Hn} = 500$ А, то значения K_{zi} и $K_{з\Phi i}$ в таблице существенно различаются. Длина периода усреднения нагрузок принята условно для сокращения объема вычислений, хотя в реальных условиях

эксплуатации этот показатель может составлять намного меньшие величины (например, 3 мин).

Из таблицы 1 следует, что значение коэффициента загрузки $K_{з\Phi i}$ трансформатора тока при его среднем значении, равном 0,32, находится в пределах 0,4 и выше в течение 10 ч суточного интервала. На этом отрезке времени токовая погрешность стабильна, и поэтому при расчете суммарной погрешности в измерительном узле, обусловленной влиянием всех составляющих, данную погрешность можно принимать в виде константы, что и учтено в блок-схеме алгоритма, приведенного на рисунке 5 (см. модуль 8).

В соответствии с блок-схемой модули 1 и 2 обеспечивают ввод и хранение полученных экспериментально зависимостей погрешности ТТ, обусловленной переменными нагрузками

$$\left(\delta_n = f\left(\frac{I_{\Phi}}{I_H}\right) \right) \text{ и токами короткого замыкания } \left(S_s = f\left(\frac{I_{\Phi}}{I}\right) \right).$$

Желательно, чтобы эти зависимости были получены и представлены заводами-изготовителями ТТ каждой модификации на основе лабораторных испытаний. Как видно из модуля 2, основная часть данных – это переменные во времени величины, в том числе такие как длительность времени пребывания канала в отключенном состоянии по различным причинам, в том числе и из-за коротких замыканий. Подобная информация формируется другими подсистемами АСУ объекта автоматизации и хранится в общей базе данных.

В случае, когда коэффициент $K_{з\Phi i} < 0,4$, рассчитываются текущие и усредненные на принятом интервале значения погрешностей δ_{Hn} и δ_{is} (модуль 9) при номинальной и кратной ей вторичной нагрузке на основании кривых, приведенных на рисунках 3 и 4. Модули 10, 11 и 12 обеспечивают расчеты времени, в течение которого трансформатор находится под переменной нагрузкой с коэффициентами загрузки менее и более 0,4, а также в отключенном состоянии по разным причинам, в том числе по причине коротких замыканий. Так как суммарное время, определяемое модулем 14, должно составлять 1 год, то в случае получения положительного ответа на поставленный оператором 13 вопрос выполняется расчет δ_{Σ} по следующей формуле:

$$\delta_{\Sigma} = \frac{\pm \delta_{кл} \cdot t_{кл} - \sum_k t_{нк} \cdot \delta_{нк} - \sum_l t_{кзj} \cdot \delta_{кзj}}{t_{кл} + t_n + t_{кз}}, \quad (3)$$

где $t_{кл}$ – время нахождения значения погрешности δ , соответствующей классу точности ТТ; $t_{нк}$, $\delta_{нк}$ – соответственно время и погрешность на отрезках времени K при нагрузках более 40 % номинальной; $t_{кзj}$, $\delta_{кзj}$ – время и погрешность на отрезках времени перехода магнитопровода ТТ в размагниченное состояние после короткого замыкания.

Как следует из (3), учет двух правых слагаемых в числителе правой части равенства может существенно повлиять на величину результирующей погрешности при низких нагрузках на длительных отрезках времени и наличии коротких замыканий в процессе работы электропотребляющего оборудования и особенно – при нагрузках ТТ на вторичной стороне выше их номинальных значений. Рассмотрим это на примере.

В таблице 2 приведены значения δ , погрешностей ТТ, обусловленных величинами вторичных нагрузок ($S = 0,25S_n$, $S = 5S_n$), режимами нагрузок на первичной стороне с указанием числа часов, когда коэффициент нагрузки $K_{з\Phi i}$ в соот-

ветствии с данными таблицы 1 составлял величину больше 0,4, а также величины 0,1; 0,2 и 0,3. С учетом этих значений $k_{эф}$ в таблице 2 приведено соответственно время $T_{кл}$ и $T_{нк}$ в течение которого эти коэффициенты имели место. Кроме того, в таблице 2 даны значение $T_{кз}$, в течение которого происходило размагничивание ТТ, и соответствующие величины δ_j , имевшие место при этом размагничивании. Так как ТТ в течение 4120 ч работы находился в классе с погрешностью $\pm 0,5\%$, учтены два крайних варианта: плюсовое и минусовое значения $\delta_{кл}$. Третьи строки расчетов, приведенные в таблице 2, соответствуют варианту, когда относительная погрешность в течение времени $T_{к1}$ равна нулю, то есть не учитывается. Основанием для рассмотрения такого варианта является то, что класс точности ТТ определен при условии симметричного распределения вероятных значений погрешности. Так как в нашем случае таким распределением является нормальное, то вариант нулевого значения относительной погрешности является наиболее вероятным.

Таблица 2. Значения погрешности ТТ при различных величинах влияющих факторов

а)

	$t, ч, S = 0,25S_H$							
	$t_{кл}, ч$		$t_{кз}, ч$			$t_{нк}, ч$		
	4120	4120	35	25	20	460	1500	2500
δ_{j1}	+0,5	-	-2	-1	-0,5	-1	0,2	0,5
δ_{j2}	-	-0,5	-2	-1	-0,5	-1	0,2	0,5
δ_{j3}	0	0	-2	-1	-0,5	-1	0,2	0,5

б)

	$t, ч, S = 0,5S_H$							
	$t_{кл}, ч$		$t_{кз}, ч$			$t_{нк}, ч$		
	4120	4120	35	25	20	460	1500	2500
δ_{j1}	+0,5	-	-2	-1	-0,5	-4	-3	-2
δ_{j2}	-	-0,5	-2	-1	-0,5	-4	-3	-2
δ_{j3}	0	0	-2	-1	-0,5	-4	-3	-2

На основании данных, приведенных в таблице 2, проведем расчет значений с использованием формулы (3) по трем вариантам δ_j , обоснованным выше. В результате при суммарном времени работы канала в течение года, равном $t_{кл} + t_{н} + t_{кз} = 4120 + 80 + 4460 = 8660$ ч, получим следующие значения δ_{Σ} :

а) при коэффициенте загрузки вторичной обмотки ТТ, равном 0,25:

$$\delta_{\Sigma 1} = \frac{4120 \cdot 0,5 - (3,5 \cdot 2 + 25 \cdot 1 + 20 \cdot 0,5) - (460 \cdot 1 - 1500 \cdot 0,2 - 2500 \cdot 0,5)}{4120 + 80 + 4460} = 0,35\%$$

$$\delta_{\Sigma 2} = \frac{-2060 - 110 + 1090}{8660} = -0,13\%$$

$$\delta_{\Sigma 3} = \frac{980}{8660} = 0,11\%$$

б) при коэффициенте загрузки вторичной обмотки ТТ, равном 5:

$$\delta_{\Sigma 1} = \frac{4120 \cdot 0,5 - 110 - 11340}{8660} = -1,06\%$$

$$\delta_{\Sigma 2} = \frac{-4120 \cdot 0,5 - 110 - 11340}{8660} = -1,56\%$$

$$\delta_{\Sigma 3} = \frac{-11450}{8660} = -1,32\%$$

Полученные расчетные данные позволяют сделать следующие выводы:

- трансформатор тока находится в своем классе точности во всех случаях, когда средняя нагрузка в первичной цепи составляет более 0,3 номинальной, нагрузка вторичной цепи – 0,25 номинальной, время размагничивания магнитопровода, обусловленное числом коротких замыканий и величиной протекающих при этом токов, – менее 100 ч; нахождение ТТ в классе точности имеет место даже при использовании в расчетах крайних значений случайных погрешностей в соответствии со стандартом с учетом их знаков;
- трансформаторы тока выходят из класса точности при существенной перегрузке вторичной цепи (до пятикратной величины) при любом варианте учета случайной погрешности, нормируемой стандартом (минимальное, максимальное, нулевое значения).

В статье рассмотрены только три влияющих на погрешность трансформаторов тока фактора (не учитывался такой фактор, как углы между током и напряжением во всех цепях). Тем не менее полученные результаты позволяют считать, что формирование необходимой базы данных в виде таблиц, паспортных характеристик и функциональных зависимостей (нагрузки, погрешности, стоимости и т.д.) может быть реализовано и способно обеспечить возможность получения реальных выводов.

При использовании соответствующих алгоритмов расчетов и вычислительных возможностей уже имеющихся технических средств АСКУЭ, в состав которых входят электронные счетчики, в том числе и многофункциональные, устройства сбора и передачи данных с вычислительными возможностями промышленных компьютеров у некоторых модификаций устройств, а также локальные (ЛВК) или корпоративные вычислительные сети (КВС), обеспечивается функционирование в реальном времени нового комплекса задач АСКУЭ, расширяющего ее возможности. Так, например, целесообразно выполнить аппроксимацию всех функциональных зависимостей случайных погрешностей, зависящих от токовой нагрузки, для трансформаторов тока всех модификаций и классов точности на основе табличных данных, приводимых в стандартах на эти трансформаторы. Выполнение подобной аппроксимации позволило получить зависимости

$$\delta_{ТТ} = f\left(\frac{I}{I_H}\right)$$

для электронных трансформаторов тока, соответствующих стандарту ИЭК 60044-8-2010 [6]. Правда, из-за недостатка информации их значения имеют пока невысокую степень достоверности. Результаты выбора аппроксимирующих зависимостей приведены в таблице 3 и на рисунке 6.

Использование приведенных зависимостей и оперативных данных по токовым первичным нагрузкам дает возможность оперативного расчета нормируемых значений $\delta_{ТТ}$, а следовательно, и сравнения их с фактическими для проведения соответствующих мероприятий в случае выхода их за нор-

Таблица 3. Аппроксимирующие кривые зависимости погрешностей электронных трансформаторов тока от доли нагрузки

Класс ТТ	$I_{н}$	$\pm\delta_{ТТ} = f(K), K = \frac{I}{I_H}$	Величина достоверности аппроксимации R^2
0,1	0,05÷1,0	$\delta_{ТТ} = 0,3384 e^{-1,2623 K}$	0,865
0,2	0,05÷1,0	$\delta_{ТТ} = 0,9377 e^{-1,8487 K}$	0,6553
0,5	0,05÷1,0	$\delta_{ТТ} = 1,2216 e^{-0,9406 K}$	0,7477
1,0	0,05÷1,0	$\delta_{ТТ} = 2,4431 e^{-0,9406 K}$	0,7477
0,2S	0,01÷1,2	$\delta_{ТТ} = 0,4102 e^{-0,007 K}$	0,4547
0,5S	0,01÷1,2	$\delta_{ТТ} = 0,8885 e^{-0,0056 K}$	0,4297

мированные пределы. Местом хранения приведенных в таблице 3 зависимостей может быть КВС, а непосредственные вычисления по конкретному узлу учета, включающему электронный счетчик, трансформаторы напряжения и тока, может выполнять непосредственно электронный счетчик, имеющий для этого необходимые вычислительные возможности.

Заключение

1. Сочетание технологического и структурного путей повышения точности измерений расходов электрической энергии в узлах нагрузок и в целом по зонам электропотребления, осуществляемое с применением расчетных методов, основанных на экспериментальных данных и измерениях в реальном времени, позволяет выделить абсолютные погрешности, подлежащие коррекции, и относительные погрешности, снижение которых обосновывается технико-экономическими расчетами.

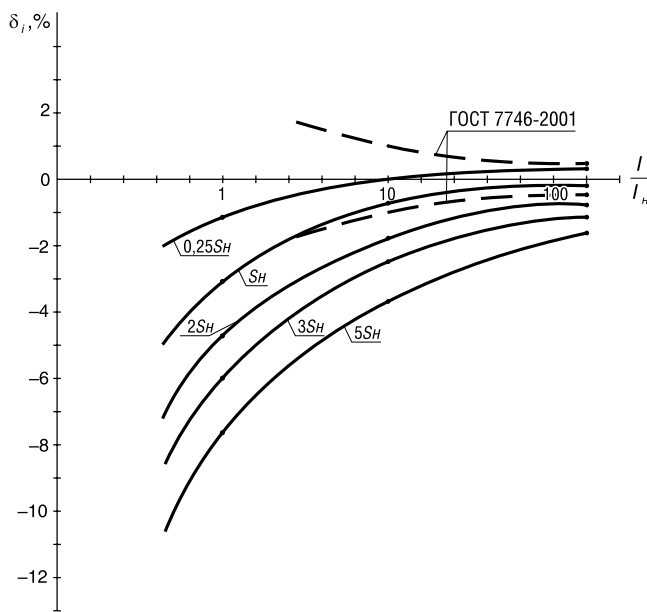


Рис. 1. Зависимость токовой погрешности ТТ ТПОЛ-10 300/5 класса точности 0,5 от первичного тока при различной мощности вторичной нагрузки S

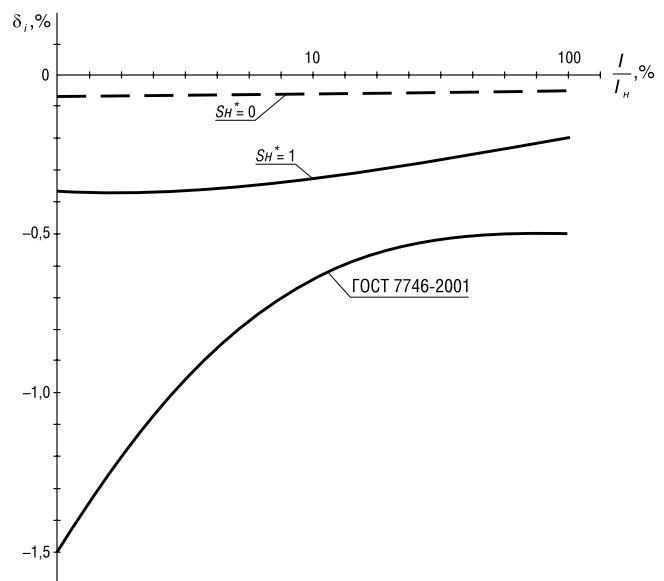


Рис. 2. Токовые погрешности ТТ ТПОЛ-10 300/5 класса точности 0,5S при номинальной вторичной нагрузке

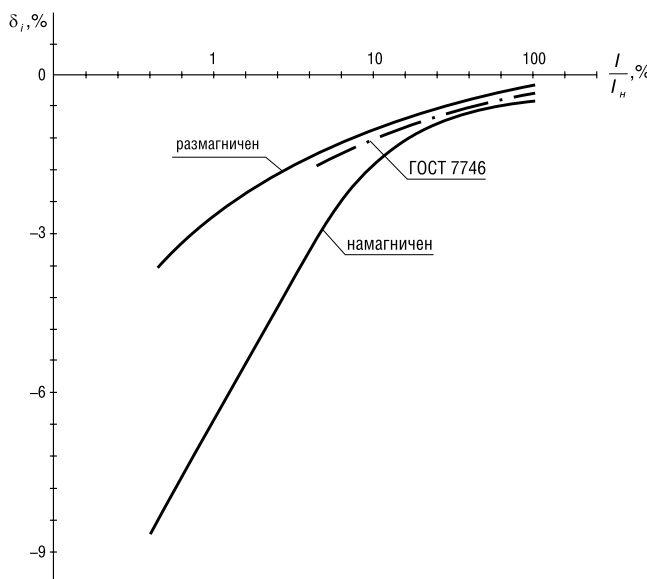


Рис. 3. Зависимость токовой погрешности ТТ ТПОЛ-10 300/5 класса точности 0,5 от первичного тока намагничивания

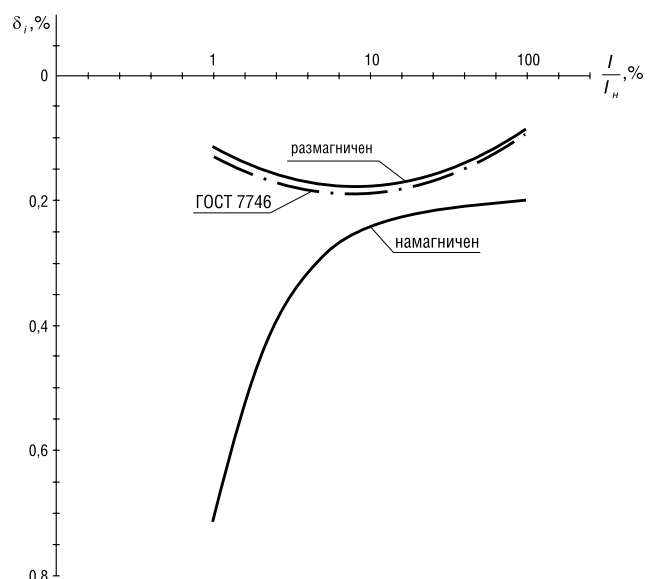


Рис. 4. Зависимость токовой погрешности ТТ ТПОЛ-10 300/5 класса точности 0,2S от первичного тока намагничивания

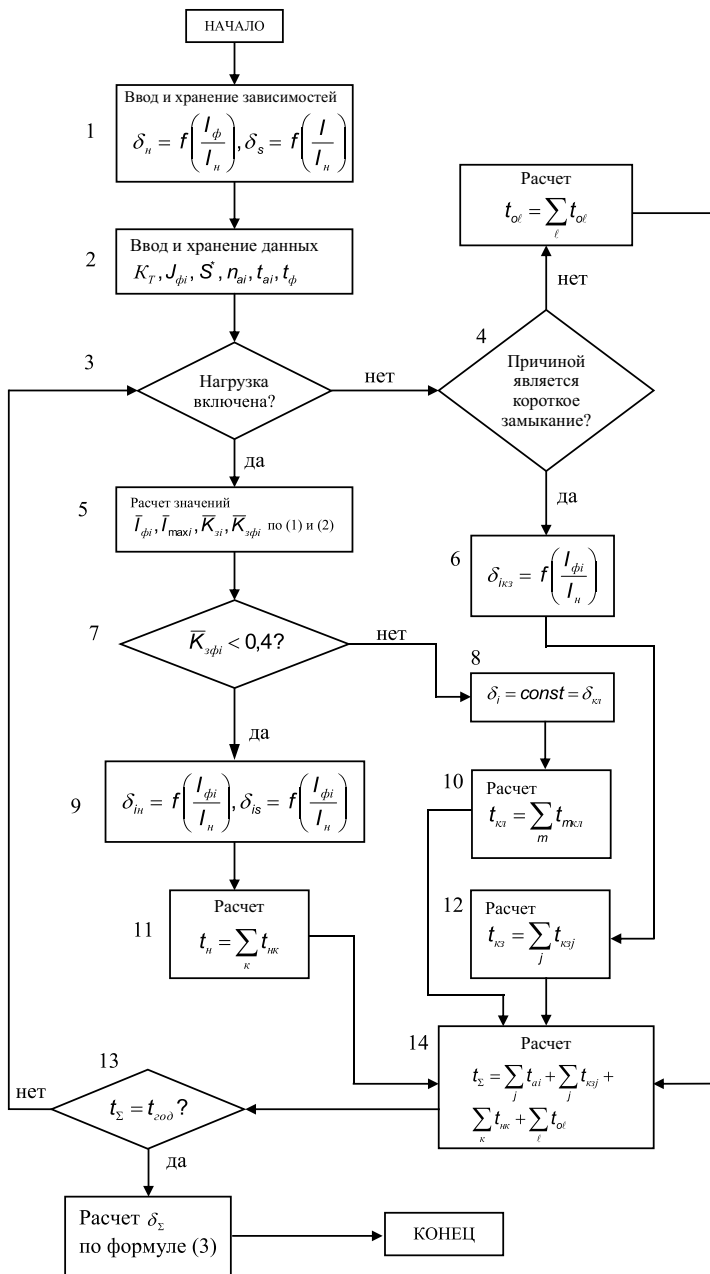


Рис. 5. Блок-схема алгоритма расчета погрешности трансформатора тока, обусловленной переменными нагрузками в первичной цепи, токами короткого замыкания в сети и нагрузками во вторичной цепи

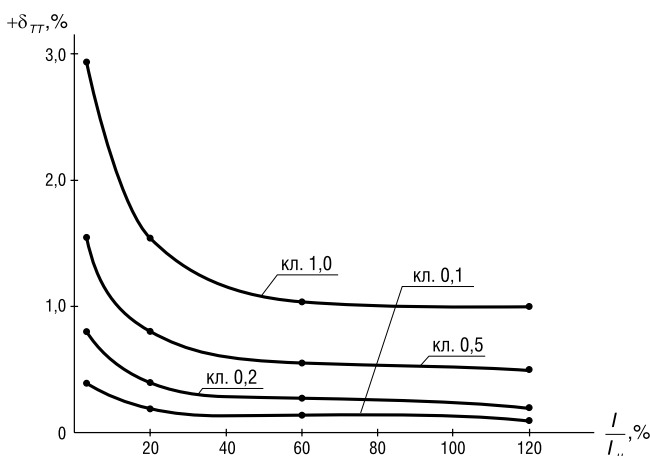


Рис. 6. Кривые зависимости погрешностей электронных трансформаторов тока от доли нагрузки

2. Абсолютные погрешности на определенных временных отрезках могут иметь разные знаки, и поэтому как поставщик, так и потребитель энергии заинтересованы в результатах функционирования комплекса рассматриваемых задач по метрологическому сопровождению процесса электропотребления. К сожалению, юридические основания для коррекции объемов платежей в случае получения достоверных численных значений недоучета электрической энергии или завышения показаний пока отсутствуют. В этих условиях приемлемым выходом является проведение технологических мероприятий, в результате которых отдельные элементы измерительного узла заменяются более совершенными по метрологическим характеристикам, хотя и более дорогостоящими.

3. К комплексу задач метрологического обеспечения АСКУЭ предъявляются такие же требования, как и к АСКУЭ в целом. Особое внимание должно быть уделено достаточности и достоверности информационного обеспечения, ввиду того что речь в основном идет о коммерческом учете в реальном времени. Кроме того, информация должна быть защищена от несанкционированного доступа.

Список литературы

1. Забелло, Е.П. Метрологическое обеспечение распределенных измерительных комплексов в схемах электроснабжения / Е.П. Забелло, В.И. Епифанов // Энергетика и ТЭК. – 2014. – № 10. – С. 45–49.
2. Забелло, Е.П. Система информационного обеспечения для расчета метрологических характеристик многоканальных автоматизированных систем учета электроэнергии / Е.П. Забелло, В.И. Епифанов // Энергетика и ТЭК. – 2016. – № 1. – С. 15–18.
3. Забелло, Е.П. Расчет метрологических характеристик многоуровневых АСКУЭ на основе оперативного контроля нагрузок и электронной базы данных средств измерения / Е.П. Забелло, В.И. Епифанов // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 1. – С. 44–49.
4. Забелло, Е.П. Информационное обеспечение процессов автоматизации технологических комплексов в агроэнергетике / Е.П. Забелло, В.А. Дайнеко, В.Г. Булах, В.И. Епифанов // Энергетика и ТЭК. – 2015. – № 7/8. – С. 17–21.
5. Загорский, Я. Метрологическое обеспечение измерений для учета электроэнергии – насущная или ничтожная проблема? / Я. Загорский // Новости электротехники. – 2003. – № 3.
6. Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока: ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010. – М.: Стандартинформ, 2012.
7. Раскулов, Р.Ф. Погрешности трансформаторов тока. Влияние токов короткого замыкания // Новости электротехники. – 2005. – № 2(32). – С. 114–116.
8. Раскулов, Р.Ф. О необходимости замены трансформаторов тока для повышения точности учета электроэнергии // http://www.czt.ru/userFiles/Files/Statya_O_neobhod_zamen_TT.pdf

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКОВ ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Авторами предложены и исследованы методом вычислительного эксперимента алгоритмы формирования токов обратной последовательности. В результате проделанной работы сделан вывод о наиболее приемлемом алгоритме, в том числе по показателям быстродействия и чувствительности. Предложенный алгоритм может быть использован для реализации защиты линий электропередачи распределительных сетей напряжением 6–35 кВ от несимметричных повреждений с контролем токов обратной последовательности.

Ключевые слова: энергетика, релейная защита, токовая защита, обратная последовательность

Annotation

The authors have proposed and studied by computational experiment the algorithms of forming negative phase-sequence currents. As a result of this work the researches chosen the most appropriate algorithm, including the speed and sensitivity parameters. The proposed algorithm can be used to implement in the distribution network 6-35 kV for the protection of power lines from asymmetrical faults with control of negative phase-sequence currents.

Key words: power engineering, relay protection, overcurrent protection, negative phase-sequence.

Статья поступила в редакцию 5 июля 2016 года

Введение

Для защиты линий электропередачи распределительных сетей 6–35 кВ Белорусской энергосистемы традиционно применяются токовые защиты, реагирующие на составляющие тока прямой последовательности. Это связано, в первую очередь, с относительной простотой реализации таких защит на электромеханической элементной базе.

Существенно повысить показатели технического совершенства токовых защит при несимметричных коротких замыканиях (КЗ) возможно в случае контроля токов обратной последовательности. Так, устройство защиты с использованием информации о месте несимметричного повреждения, определенного по величине тока обратной по-

следовательности, обеспечило бы отключение несимметричных КЗ на большей части защищаемой линии электропередачи распределительной сети первой степени защиты без выдержки времени, а ее вторая степень осуществляла бы полноценное ближнее и дальнее резервирование [4].

В силу сложности реализации таких защит на электромеханической и микроэлектронной элементной базе они не нашли массового применения в распределительных сетях, а использовались лишь для защиты отдельных элементов электрической сети, в частности синхронных генераторов и трансформаторов.

Появление и развитие микропроцессорной элементной базы позволило су-



Ф.А. РОМАНЮК,
член-корреспондент
НАН Беларуси, д.т.н.,
профессор БНТУ



В.Ю. РУМЯНЦЕВ,
к.т.н., доцент, заместитель
декана по научной
работе энергетического
факультета БНТУ



М.А. ШЕВАЛДИН,
м.т.н., аспирант БНТУ,
начальник отдела РЗА
ГПО «Белэнерго»

щественно упростить реализацию отдельных функций релейной защиты. Данный факт касается и развития защит, реагирующих на ток обратной последовательности.

Исследованию возможности использования защит линий электропередачи распределительных сетей, реагирующих на токи обратной последовательности, посвящены работы [1–3]. Однако данные разработки фактически не получили распространения, что обусловлено как сложностью алгоритмов формирования токов обратной последовательности и трудностями использования предложенных методик согласования уставок защит, так и традиционными подходами к выполнению защит линий электропередачи распределительных сетей.

В настоящей статье рассматриваются различные алгоритмы формирования токов обратной последовательности, принципы работы которых не сложнее традиционных алгоритмов работы токовых защит, реагирующих на составляющие тока прямой последовательности.

Принципы вычисления токов обратной последовательности

Общие принципы выполнения токовой защиты обратной последовательности от несимметричных повреждений для линий электропередачи распределительных сетей изложены в [4]. Контролируемой величиной в указанной защите является ток обратной последовательности I_2 . В основу формирования I_2 может быть положено последовательное аналоговое и цифровое преобразование мгновенных значений входных токов фаз i_a, i_b, i_c , поступающих от измерительных трансформаторов тока. Если в результате такого преобразования получены ортогональные составляющие (ОС) тока обратной последовательности – синусная i_{s2} и косинусная i_{c2} , – то его значение определяется по выражению

$$I_2 = \sqrt{\frac{i_{s2}^2 + i_{c2}^2}{2}}. \quad (1)$$

Синусная i_{s2} и косинусная i_{c2} ОС формируются путем цифровой обработки синусных i_{as}, i_{bs}, i_{cs} и косинусных i_{ac}, i_{bc}, i_{cc} ОС токов фаз с использованием следующих выражений [5]:

$$i_{s2} = \frac{1}{3}(i_{as} - 0,5i_{bs} - 0,5\sqrt{3}i_{bc} - 0,5i_{cs} + 0,5\sqrt{3}i_{cc}), \quad (2)$$

$$i_{c2} = \frac{1}{3}(i_{ac} - 0,5i_{bc} + 0,5\sqrt{3}i_{bs} - 0,5i_{cc} - 0,5\sqrt{3}i_{cs}). \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) представляют собой пару цифровых фильтров тока обратной последовательности.

Для получения ОС фазных токов, содержащихся в (2) и (3), целесообразно использовать соответствующие формирователи, которые также обеспечивают частотную фильтрацию входных токов фаз. Принципы реализации таких формирователей изложены в [5].

Если на интервале наблюдения за входными токами фаз m ($j = a, b, c$) зафиксировано n отсчетов их мгновенных значений через шаг Δt , то, используя из них m отсчетов ($m \leq n$),

отделенных друг от друга интервалом ΔT ($\frac{\Delta T}{\Delta t}$ – целое число),

значения синусной i_{js} и косинусной i_{jc} , ОС указанных токов на конец интервала наблюдения можно определить по выражениям [6]

$$i_{js} = \sum_{i=1}^m a_i i_{ji}, \quad (4)$$

$$i_{jc} = \sum_{i=1}^m b_i i_{ji}, \quad (5)$$

где a_i и b_i – постоянные, $j = a, b, c$.

Выражения (4) и (5) представляют собой цифровые формирователи ОС вторичных токов фаз, которые, в сущности, являются парами цифровых частотных фильтров. В дальнейшем выражение (4) будем называть синусным фильтром, а (5) – косинусным фильтром.

Коэффициенты фильтров a_i и b_i определяются основной частотой ω_0 , а также значениями m и ΔT .

Для получения ОС фазных токов в процессе формирования тока обратной последовательности могут быть использованы формирователи с оптимальным сочетанием частотных и динамических свойств при их реализации с параметрами $m = 14$ и $\Delta T = 1,5$ мс, описанными в [7].

С помощью синусного фильтра (4) могут быть сформированы отсчеты синусных ОС фазных токов, которые изменяются по закону:

$$i_{js}(t) = I_{j\max} \sin(\omega_0 t), \quad (6)$$

где $I_{j\max}$ – амплитуда тока соответствующей фазы, $j = a, b, c$.

Если зафиксировать три последовательных отсчета $i_{js(m-2)}, i_{js(m-1)}$ и $i_{j\max}$ синусных составляющих (6) через интервал ΔT , то связь между ними описывается следующей системой соотношений:

$$i_{j\max} = I_{j\max} \sin \phi_{jm},$$

$$i_{js(m-1)} = I_{j\max} \sin(\phi_{jm} - \omega_0 \Delta T), \quad (7)$$

$$i_{js(m-2)} = I_{j\max} \sin(\phi_{jm} - 2\omega_0 \Delta T),$$

$$j = a, b, c.$$

Разрешив (7), получим выражения для определения отсчетов косинусных ОС фазных токов, соответствующих синусным ОС для одного и того же момента времени:

$$i_{jcm} = \frac{i_{j\max} \left| \frac{i_{js(m-2)} + i_{j\max}}{2i_{js(m-1)}} - i_{js(m-1)} \right|}{\sqrt{1 - \left(\frac{i_{js(m-2)} + i_{j\max}}{2i_{js(m-1)}} \right)^2}}. \quad (8)$$

Если зафиксировать два последовательных отсчета $i_{js(m-1)}$ и $i_{j\max}$ синусных составляющих (6) через интервал ΔT , то они связываются следующими соотношениями:

$$i_{j\max} = I_{j\max} \sin \phi_{jm},$$

$$i_{js(m-1)} = I_{j\max} \sin(\phi_{jm} - \omega_0 \Delta T), \quad (9)$$

$$j = a, b, c.$$

Разрешив (9), получим выражение для определения отсчетов косинусных ОС фазных токов:

Таблица 1. Возможные варианты алгоритмов формирования тока обратной последовательности

Номер варианта	Формирование ОС фазных токов	Формирование ОС тока обратной последовательности	Определение тока обратной последовательности
1	Выражения (4) и (5)	Выражения (2) и (3)	Выражение (1)
2	Выражения (4) и (8)	Выражения (2) и (3)	Выражение (1)
3	Выражения (4) и (10)	Выражения (2) и (3)	Выражение (1)
4	Выражения (8) со знаком «минус» и (5)	Выражения (2) и (3)	Выражение (1)
5	Выражения (10) со знаком «минус» и (5)	Выражения (2) и (3)	Выражение (1)

$$i_{jcm} = \frac{i_{jcm} \cos(\omega_0 \Delta T) - i_{js(m-1)}}{\sin(\omega_0 \Delta T)}, \quad (10)$$

$$j = a, b, c.$$

С помощью косинусного фильтра (5) могут быть сформированы отсчеты косинусных ОС фазных токов, изменяющихся по закону:

$$i_{jc}(t) = I_{jmax} \phi_{jm}, \quad (11)$$

$$j = a, b, c.$$

По трем последовательным отсчетам $i_{jc(m-2)}$, $i_{jc(m-1)}$ и i_{jcm} косинусных составляющих (11), зафиксированным через интервал ΔT , определяют синусные ОС с использованием выражения (8), которое берется со знаком «минус».

Аналогичным образом с использованием (11) формируются синусные ОС фазных токов по двум последовательным отсчетам $i_{jc(m-1)}$ и i_{jcm} косинусных составляющих.

Формирование ОС входных токов фаз является началом этапа их цифровой обработки, которому предшествует аналоговое преобразование. Указанное преобразование включает получение сигналов напряжения, пропорциональных входным токам, и их последующую аналоговую частотную фильтрацию. Применительно к формирователям ОС с указанным выше числом отсчетов $m = 14$ для предварительной фильтрации подходят аналоговые фильтры второго порядка с частотой среза 160 Гц.

Алгоритмы формирования тока обратной последовательности

Обобщая изложенное выше, алгоритм формирования тока обратной последовательности представим как реализацию совокупности аналоговых и цифровых операций:

- аналоговое преобразование входных токов фаз в пропорциональные сигналы напряжения;
- предварительная аналоговая фильтрация токов фаз, представленных сигналами напряжения;
- аналого-цифровое преобразование полученных в результате фильтрации сигналов;
- цифровая фильтрация токов фаз и формирование их ортогональных составляющих;
- цифровое формирование ортогональных составляющих тока обратной последовательности;
- определение тока обратной последовательности.

Описанные операции являются основой для разработки ряда вариантов алгоритма формирования тока обратной последовательности. Эти варианты будут существенно различаться по организации цифровой фильтрации токов фаз и формированию их ОС (таблица 1).

Исследование предложенных алгоритмов методом вычислительного эксперимента

Исследование работоспособности и эффективности предложенных вариантов алгоритма формирования тока обратной последовательности выполнялось методом вычислительного эксперимента. Его реализация основывается на программном комплексе, позволяющем воспроизводить математическую модель узла распределительной сети, включающего защищаемую линию, и математические модели вариантов алгоритма формирования тока обратной последовательности.

Исследования выполнялись при работе защищаемой линии в нормальном режиме как на холостом ходу, так и при токе нагрузки, равном 150 А, а также при повреждениях в различных точках линии.

Следует отметить, что амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) различных вариантов алгоритма формирования тока обратной последовательности целиком определяются АЧХ соответствующих формирователей ОС фазных токов и приводятся в [7].

В результате выполненных методом вычислительного эксперимента исследований установлено следующее.

Во всех асимметричных режимах работы линии для каждого из вариантов алгоритма формирования I_2 характерно наличие небольшого тока обратной последовательности, представляющего собой ток небаланса. Относительное значение этого тока $I_{нб}$ зависит от первичного тока в защищаемой линии.

В режиме нагрузки линии с током 150 А значения $I_{нб}$ для всех вариантов алгоритма не превышают 0,0025. При трехфазных КЗ в начале линии (рис. 1) $I_{нб}$ достигает наибольших уровней, которые в установившемся режиме для некоторых вариантов могут быть равны 0,02. По мере удаления точки трехфазного КЗ от источника питания уровни токов $I_{нб}$ снижаются.

В переходных режимах трехфазных повреждений переходный процесс имеет примерно одинаковый характер, а численные значения $I_{нб}$ соответствуют вариантам 1–3 алгоритма формирования I_2 . Варианты 4 и 5 отличаются более плохими показателями $I_{нб}$, как в качественном, так и в количественном отношении.

Следует отметить, что длительность переходного процесса для всех вариантов алгоритма формирования I_2 составляет не менее 0,15 с, что необходимо учитывать при выборе параметров срабатывания защиты обратной последовательности.

Показателем быстродействия вариантов формирования I_2 является длительность переходного процесса, равная интервалу времени с момента возникновения несимметричного повреждения до момента времени, когда I_2 не будет отличаться от установившегося значения более чем на 5 %.

На рисунке 2 приведены переходные характеристики для различных алгоритмов формирования тока I_2 при несимметричных КЗ.

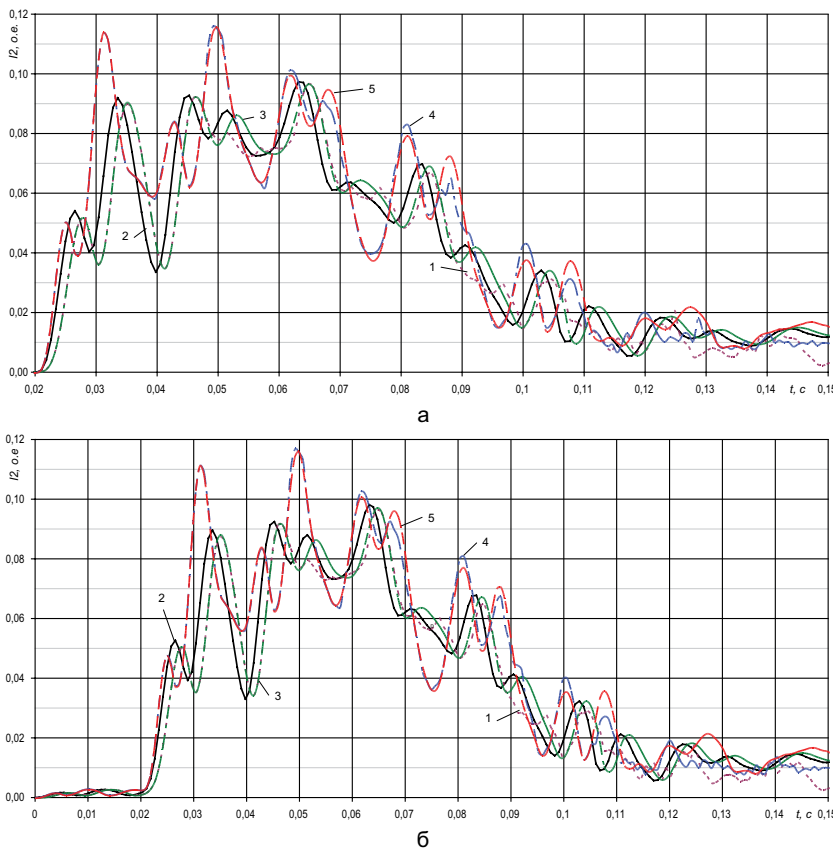


Рис. 1. Относительное значение тока небаланса в режиме трехфазного КЗ в начале линии для различных алгоритмов формирования тока I_2 : а – исходный режим холостого хода; б – исходный режим нагруженный: 1–5 – для вариантов 1–5 алгоритма соответственно

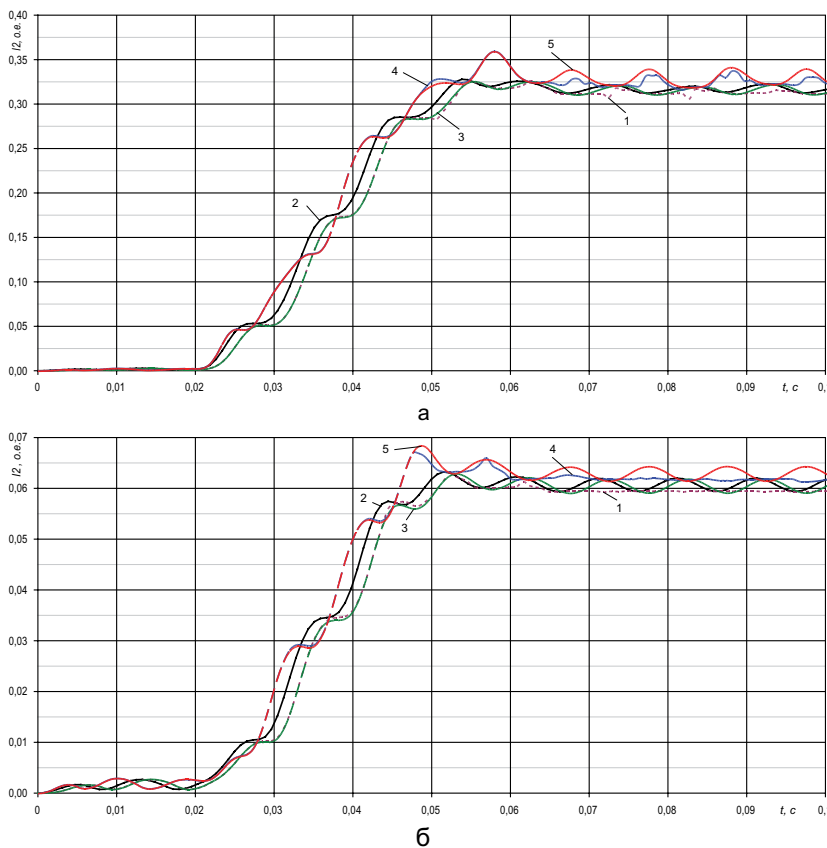


Рис. 2. Переходные характеристики различных вариантов алгоритма формирования тока I_2 при несимметричных КЗ: а – в начале линии; б – в конце линии: 1–5 – для вариантов 1–5 алгоритма соответственно

Как видно из представленных зависимостей, быстродействие всех вариантов алгоритма формирования I_2 составляет порядка 1,5 периодов промышленной частоты. Варианты 1–3 алгоритма имеют примерно одинаковый характер переходного процесса. Для вариантов 4 и 5 алгоритма характерна большая колебательность сформированного тока I_2 . С целью ее подавления использовано усреднение I_2 по 4-5 его значениям.

Вывод

Для формирования тока обратной последовательности рекомендуется вариант 2 алгоритма, как отличающийся минимальной чувствительностью к изменениям промышленной частоты вследствие реализованных особенностей в формирователе ОС фазных токов и не уступающий по всем показателям другим вариантам алгоритма.

Список литературы

1. Elnewehi, A.F. Negative-Sequence Overcurrent Element Application and Coordination in Distribution Protection // A.F. Elnewehi, E.O. Schweitzer III, M.W. Feltis / IEEE Transactions on Power Delivery, volume 8, issue 3 (92 SM 372-3 PWRD), Seattle, USA, July 1993, p. 1–9.
2. Calero, F. Rebirth of Negative-Sequence Quantities in Protective Relaying With Microprocessor-Based Relays // Fernando Calero, 30th Annual Western Protective Relay Conference, October 2003, p. 1–30.
3. Маруда, И.Ф. Повышение эффективности релейной защиты электрических распределительных сетей 110–220 кВ при несимметричных повреждениях: автореф. дис. канд. технических наук / И.Ф. Маруда. – Новочеркасск, 2003. – 183 с.
4. Романюк, Ф.А. Повышение чувствительности токовой защиты к несимметричным повреждениям на линиях электропередачи напряжением 6–35 кВ / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Энергетика и ТЭК. – 2016. – № 4. – С. 23–25.
5. Романюк, Ф.А. Информационное обеспечение микропроцессорных защит электроустановок: учеб. пособие / Ф.А. Романюк. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – 133 с.
6. Романюк, Ф.А. Принципы выполнения гибких формирователей ортогональных составляющих входных величин в микропроцессорных защитах электроустановок / Ф.А. Романюк, В.Ю. Румянцев, К.Ф. Романюк // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2012. – № 6. – С. 5–10.
7. Романюк, Ф.А. Совершенствование алгоритма формирования ортогональных составляющих входных величин в микропроцессорных защитах линий распределительных сетей / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2014. – № 1. – С. 5–11.

ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ И ЕГО ПРОФИЛАКТИКА

Профилактика электротравматизма на производстве осуществляется путем строгого соблюдения правил, мер техники безопасности и выполнения организационно-технических мероприятий при эксплуатации электроустановок. Среди населения данный вопрос решается путем информирования людей об опасностях, связанных с электрическим током. Важнейшая роль в предупреждении электротравматизма принадлежит Энергонадзору.

Электрическая энергия давно и прочно вошла в быт человека. Она дарит людям комфорт цивилизованной жизни, но в определенных ситуациях таит в себе смертельную опасность и может привести к авариям, пожарам и гибели людей. Причем угроза поражения электрическим током возникает не только при непосредственном контакте с токоведущими частями, находящимися под напряжением, но и при приближении к ним на недопустимое расстояние (при напряжении в сети 3–35 кВ это расстояние составляет 0,6 м, при напряжении в 110 кВ – 1 м). К сожалению, многие забывают об этой опасности.

Факторы риска

Казалось бы, что может быть общего между ловлей рыбы и электротравматизмом? Оказывается, связующее звено есть – углепластиковые удочки. Удобные, легкие, они сделаны из материала, очень хорошо проводящего электрический ток, а их длина может достигать 12 м, что повышает риск зацепиться удочкой за провода высоковольтных линий.

Только за 2014–2015 годы, несмотря на неоднократные предупреждения Энергонадзора об опасности рыбной ловли в грозу и вблизи линий электропередачи, а также на наличие на удилищах соответствующей информации, пять рыбаков погибли от электротравм, полученных при прикосновении (или приближении на недопустимо близкое расстояние) углепластиковых удочек к высоковольтным воздушным линиям электропередачи.

По-прежнему имеют место случаи нарушения техники безопасности и правил охраны электрических сетей при произ-

водстве различного рода работ с применением грузоподъемной техники.

Так, в нынешнем году в Могилевской области на железнодорожной станции Климовичи крановщик автокрана при переезде от места выгрузки к месту погрузки не привел стрелу крана в транспортное положение. При движении стрела коснулась линии телефонной связи. Несмотря на то что крановщик затормозил, не закрепленные должным образом стропы, двигаясь по инерции вперед, зацепились крючьями за высоковольтный провод воздушной линии 10 кВ, проходящей рядом. Крановщик выпрыгнул из кабины и отбежал на безопасное расстояние, но затем по какой-то причине вернулся и, коснувшись рукой металлического корпуса крана, был смертельно поражен электрическим током.

Анализ причин этой трагедии свидетельствует о недостаточности принимаемых мер безопасности и отсутствии контроля над организацией безопасного производства работ как со стороны руководства, так и самих работников.

Порядок проведения работ в охранной зоне воздушной линии электропередачи

Правилами охраны электрических сетей предусмотрены обязательность получения разрешений на производство ряда работ вблизи электрических сетей и выполнение соответствующих организационно-технических мероприятий. *Перед началом работ в охранной зоне воздушной линии ответственный за обеспечение требований электробезопасности обязан провести инструктаж со всеми лицами, работающими в этой зоне.* Кроме того, работы в этом случае



В.В. ТАНАНАЙКО,
государственный инспектор энергоинспекции Могилевского филиала «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго»

должны выполнять не менее чем два человека, один из которых – наблюдающий.

Такой порядок установлен для того, чтобы предотвратить повреждения электрических сетей, а главное – исключить нанесение ущерба здоровью и жизни людей, занятых этими работами.

Также необходимо помнить, что в охранной зоне воздушной линии электропередачи запрещаются:

- остановка машин и механизмов;
- нахождение обслуживающего персонала на машине вне кабины или защитного козырька;
- выполнение ремонтно-профилактических работ на машине;
- работа при приближении или во время грозы.

В случае падения провода воздушной линии на машину или соприкосновения машины или механизма с проводом, а также при возникновении между проводом и машиной электрического разряда запрещается какая-либо дальнейшая работа на этой машине. В такой ситуации водитель, не выходя из кабины, должен немедленно остановить машину. Если при этом можно освободиться от оборванного провода передвижением машины, то это необходимо сделать как можно быстрее. В случае отсутствия такой возможности наблю-



Автор баннера «Научи своего ребенка жить без опасности» – Т.А. Леончикова, инспектор Могилевского отделения «Энергонадзор»

дающий должен сообщить о случившемся хозяину электрических сетей и до прибытия аварийной бригады ни водитель, ни наблюдающий не должны предпринимать никаких самостоятельных действий.

Если в результате падения провода воздушной линии или возникновения электрического разряда машина загорелась, то обслуживающий персонал должен немедленно ее покинуть. При этом важно не допустить одновременного соприкосновения человека с корпусом машины и землей, а также его попадания под шаговое напряжение. В данной экстремальной ситуации лучше всего спрыгнуть на землю на обе сомкнутые ноги, не держась за машину. Удалиться от нее можно только прыжками на одной или двух сомкнутых вместе ногах до снятия напряжения или на расстояние 8–10 м. О повреждении воздушных линий, обрыве проводов необходимо срочно сообщить дежурному персоналу электрических сетей административного района.

Новые формы профилактики

В филиале «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго» большое внимание уделяется профилактической массово-разъяснительной работе среди персонала предприятий (организаций) и населения об опасности электрического тока при прикосновении к частям находящимся под напряжением, приближении к оборванным проводам на недопустимое расстояние. Наряду с разработкой и распространением памяток и информационных писем, проведением бесед и лекций в коллективах предприятий (организаций) и учебных заведений в филиале «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго» разработаны предупредительные плакаты в цветном изображении различного формата, в том числе 5 баннеров. Данные плакаты распространяются среди предприятий (организаций), баннеры вывешиваются по городу на билбордах в удобных для обозрения местах. Кроме этого, плакаты о запрете рыбной ловли вблизи воздушных линий электропередачи установлены на опорах



Автор рисунка – Анна Чепелинская, учащаяся 9 «Б» класса средней школы № 2 г. Могилева

и в пролетах высоковольтных воздушных линий в местах их пересечения с водными потоками.

Специалистами Энергонадзора разработаны аудио- и видеоролики профилактического назначения. Они демонстрируются в общественном транспорте, торговых центрах и на крупных предприятиях города.

Такая работа по профилактике электротравматизма, несомненно, дает положительный результат. Но останавливаться на достигнутом нельзя. Не прекращая профилактической деятельности по существующим направлениям, необходимо искать новые формы работы, позволяющие еще шире информировать население о мерах по обеспечению электробезопасности.

Дети за энергобезопасность

При поддержке руководства РУП «Могилевэнерго» филиалом «Энергонадзор» и управлением образования Могилевского облисполкома в целях повышения уровня знаний по электро- и теплобезопасности среди учащихся учреждений образования Могилевской области в 2015 году впервые был проведен областной конкурс детского рисунка «Дети за энергобезопасность». В новом для филиала направлении деятельности по профилактике травматизма среди детей активное участие приняли руководители филиала «Энергонадзор»: директор А.С. Бармотин, главный инженер В.В. Красновский, начальник энергоинспекции В.М. Семенов, начальник Могилевского отделения «Энергонадзор» В.Я. Чернов, которые предложили структуру конкурса, определили его задачи, разработали положение о конкурсе и перечень вопросов по электро- и теплобезопасности, рекомендуемых для отображения в работах конкурсантов.

Первый этап конкурса проводился на уровне районов Могилевской области, г. Могилева и г. Бобруйска.

На конкурс было представлено более 2000 рисунков и плакатов, посвященных профилактике электро- и теплотравматизма в повседневной жизни школьников и на каникулах. Жюри, состоящее из работников местных районных отделов образования и районных энергоинспекций Энергонадзора, обращало внимание прежде всего на полноту понимания школьниками вопросов электро- и теплобезопасности.

Работы участников конкурса удивляли не только разнообразием, но и сюжетами, тематикой. Победители I этапа, занявшие 1-е, 2-е и 3-е места, были награждены грамотами филиала «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго» и сувенирами и получили право бороться за главные призы на решающем втором (областном) этапе конкурса. Рисунки призеров доставлены в Могилев и по сей день удивляют посетителей филиала «Энергонадзор» своей неповторимой непосредственностью. Работы остальных участников конкурса были выставлены в учреждениях образования области.

На II этапе конкурса в сентябре 2015 года жюри, в которое вошли руководящие работники Энергонадзора и управления образования Могилевского облисполкома, определило лучшие работы среди победителей I этапа конкурса. Из множества рисунков были выбраны те, которые отличались точным проникновением в тему, оригинальностью подхода, глубиной содержания, выразительностью используемых средств, качеством исполнения и креативностью. Победителями были признаны: учащаяся 9 «Б» класса Средней школы № 2 г. Могилева Анна Чепелинская за работу «Энергообъекты – не место для игр» (1-е место, педагог Е.П. Рогачева); учащаяся 6-го класса Романовичской средней школы Могилевского района Дарья Калинич за работу «Береги свою жизнь» (2-е место, педагог Е.А. Савицкая); учащаяся 11 «Б» класса Могилевской городской гимназии № 1 Кристина Климуть за работу «Скажи опасности нет» (3-е место, педагог И.Н. Казакова). Они были награждены дипломами и ценными призами.

Филиал «Энергонадзор» планирует проводить подобные конкурсы ежегодно, вовлекая в круг участников мероприятия все больше и больше ребят. Хочется верить, что те, кто принял в нем участие, не попадут в неприятные ситуации и не нарушат усвоенные ими правила электро- и теплобезопасности.



Автор рисунка – Дарья Калинич, учащаяся 6-го класса Романовичской средней школы Могилевского района

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Необходимость психологического сопровождения профессиональной деятельности персонала электроэнергетики обусловлена сложностью и ответственностью труда, напряженным, вплоть до экстремального, характером условий деятельности, высокой вероятностью возникновения аварийных ситуаций и производственно-травматизма. Требования к этому виду деятельности определены стандартами ГПО «Белэнерго» СТП 09110.12.101-11 «Требования к работе с персоналом» (глава 11) и СТП 09110.12.102-15 «Правила работы с персоналом при эксплуатации энергообъектов». В данной статье рассмотрены аспекты психологического сопровождения профессиональной деятельности мастера производственного участка электроэнергетики.

Большинство производственных проблем в энергетике (нештатные ситуации, аварии и инциденты) связаны с человеческим фактором. Эффективность производства, надежность и безопасность труда во многом зависят от психической устойчивости работника, соответствия его психологических характеристик требованиям профессиональной деятельности. Это делает особенно актуальным психологическое сопровождение производственной деятельности персонала, которое понимается как пролонгированное взаимодействие, включающее диагностику в процессе профессионального профотбора, мониторинг профессиональной деятельности и оказание в ходе обучения неявной психологической помощи вне запроса работника.

Психологический анализ трудовой деятельности мастера производственного участка

Деятельность мастера производственного участка многогранна. Он является организатором и координатором производства, отвечает за эффективное использование оборудования на вверенном ему участке, соблюдение техники безопасности. Для успешного выполнения данной работы требуются такие личностные качества, как самоконтроль, целеустремленность, умение ставить цели, рациональность, самодисциплина, способность мобилизовать себя, раци-

онально, планомерно и упорядоченно управлять своей деятельностью так, чтобы ее результат был максимально эффективен.

Особенностью работы мастера является то, что его деятельность требует тесного взаимодействия с людьми (с руководством, коллегами, подчиненными, потребителями электроэнергии). Здесь необходимо умение четко выражать свои мысли, аргументировать и отстаивать свою точку зрения, выстраивать эффективное взаимодействие между членами бригады в процессе осуществления совместной профессиональной деятельности. Особенно важны эмоциональная выдержка и самообладание, уравновешенность, способность предусмотреть возможные последствия своего поведения.

Мастер находится в более близком и продолжительном контакте с рабочими, чем кто-либо из организаторов производства, и оказывает значительное влияние на уровень их трудовой и общественной активности. Он должен умело использовать общие и специальные способности работника, принимая во внимание тип его темперамента, чтобы более обоснованно определить его место в технологическом процессе, подобрать эффективные методы производственного обучения. Много усилий мастеру необходимо направлять на оказание работникам помощи в овладении профессиональным мастерством, создание



В.А. ГОНЧАР, начальник сектора психологического обеспечения филиала «Учебный центр» РУП «Гродноэнерго»

в коллективе атмосферы поддержки, взаимопомощи, формирование установки на четкое соблюдение правил охраны труда.

Именно поэтому высокие требования предъявляются к организаторским и лидерским качествам мастера: способности гибко координировать деятельность разных людей с учетом их личностных качеств и способностей, уметь создать условия для слаженной работы, консолидировать коллектив, нацелить его на выполнение поставленных задач. Мастер должен требовать от подчиненных строгого соблюдения технологической и трудовой дисциплины, при этом каждое действие руководителя по отношению к работнику должно быть обусловлено интересами дела, объективно по характеру и справедливо. Особое значение имеют личный пример руководителя, его умение психологически располагать к себе людей, вызывать у них положительные эмоции и чувства, благоприятные впечатления и представления. Кроме того, чрезвычайно важна психологическая готовность самого мастера к работе с персоналом.

Рассмотренные выше аспекты деятельности мастера предполагают наличие соответствующей мотивации –



Рис. 1. Факторы удовлетворенности работой по группе мастеров производственных участков (173 чел.), %

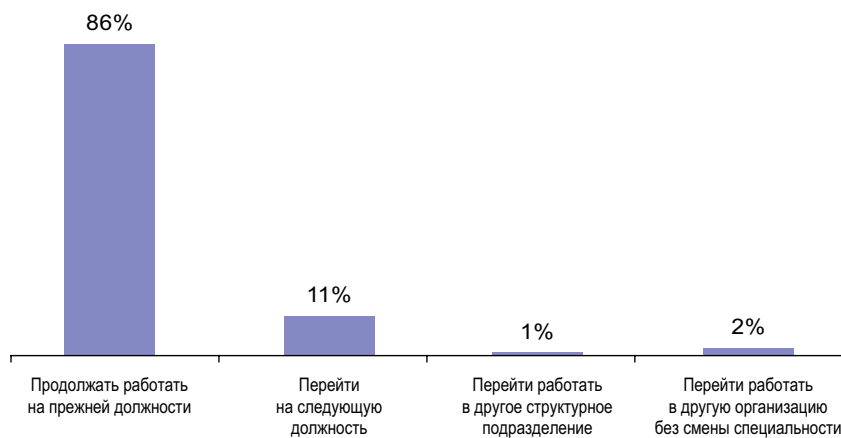


Рис. 2. Сравнительная диаграмма планов на ближайшие 1-2 года по группе мастеров производственных участков (173 чел.), %

интереса к своей профессиональной деятельности, своего рода привязанности к ней. В целях изучения существующего положения дел в этой области специалисты Учебного центра провели анкетирование 173 мастеров производственных участков электросетевых предприятий РУП «Гродно-энерго» (рис. 1, 2).

Согласно результатам анкетирования руководители этого уровня в производственной деятельности чаще всего сталкиваются с трудностями в следующих сферах:

- материальная база (неудовлетворительное обеспечение материалами и инструментами, износ оборудования, частые поломки техники и др.) – 16 % респондентов;

- организация труда (срыв плановой работы, большой объем работы, неорганизованность, выполнение работы, не связанной с основной, жесткий контроль и предвзятость, большое количество проверок) – 14 % респондентов;

– текучесть кадров (отсутствие хорошо подготовленных кадров, недостаток персонала) – 10 % респондентов;

- оформление документации (заполнение ненужной документации, избыток нормативных правовых и технических актов, увеличение бумажной работы) – 9 % респондентов;
- взаимоотношения с руководством – 5 % респондентов.

Вместе с тем 31 % мастеров производственных участков отметили, что не испытывают трудностей, а все возникающие вопросы решаются в рабочем порядке.

Привлекательным в своей профессиональной деятельности мастера производственных участков считают следующие факторы:

- общение (дружеские взаимоотношения в работе с коллегами, отношения с руководством, знакомство с новыми людьми) – 30 % респондентов;
- условия труда (постоянная заня-

тость, работа, связанная с разъездами, планирование труда самостоятельно, нормированный рабочий день) – 29 % респондентов;

- интерес к работе (нравится профессия, востребованность работы, польза людям, ответственность, престиж) – 26 % респондентов;

- стабильность (уверенность в будущем, развитая система социальных льгот, поддержка со стороны организации) – 23 % респондентов;

- профессиональный рост (перспективы собственного развития, возможность карьерного роста, приобретение опыта) – 16 % респондентов.

В целом 91 % (158 чел.) мастеров производственных участков удовлетворены своей работой и 76 % (131 чел.) – организацией труда на предприятии.

Психологический портрет мастера производственного участка

Каждый человек по-своему уникален, у каждого есть особенности поведения, и их желательно учитывать в профессиональной деятельности и взаимоотношениях внутри коллектива. Известно, что если работник не чувствует себя комфортно на занимаемой должности, независимо от ее престижа, это негативно сказывается на его деятельности и наносит вред организации. Дискомфорт может проявляться в разных формах: от обычного бездействия, обусловленного отсутствием интереса к работе, до постоянной конфронтации с коллегами и принятия заведомо неверных решений. Поэтому при назначении мастера необходимо учитывать те особенности его характера, которые способны повлиять на трудовую деятельность и микроклимат в коллективе.

С помощью опросника Майерс-Бриггс мы попытались определить особенности характера и поведения, личные предпочтения, стиль работы данной категории руководителей. По результатам теста все мастера производственных участков (173 человека) распределились на три условные группы («управитель», «энтузиаст» и «хранитель»), определяющие психологический тип руководителя (рис. 3).

Более подробная информация о каждой группе представлена ниже.

1. Управитель. К этой группе относятся деятельные, волевые и напористые люди, которые умеют трезво оценить ситуацию и принять оптимальное

решение. Они ценят время, не любят тратить его попусту, умеют грамотно определять приоритеты в делах. Легко просчитывают полезность и эффективность действий. Хорошо управляют технологическими процессами. Стараются создать все условия для слаженной работы. Способны гибко координировать деятельность разных людей и подразделений. Любят во всем надежность, основательность и порядок. Требовательны к качеству работы, отличаются высокой работоспособностью. Пунктуальны, стараются все планировать наперед. Предпочитают зря не рисковать.

Вместе с тем руководители, относящиеся к этой группе, испытывают затруднения в долгосрочном планировании, плохо предвидят опасность и не слишком хорошо справляются с незапланированными делами. Они неустойчивы к стрессу, особенно в ситуациях неопределенности. Не любят признавать свои ошибки и идти на компромиссы. Плохо воспринимают критику. Им не хватает дипломатичности в отношениях. Бывают излишне резки в своих критических оценках. Утопая в деталях и отвлекаясь на другие дела, могут не успевать закончить работу к сроку, что очень болезненно переживают.

От них нельзя требовать и ожидать гибкого изменения своего поведения соответственно ситуации; мягкости и дипломатичности в отношениях с людьми; выдержки и хладнокровия в экстремальных случаях.

2. Энтузиаст. Людей этой группы отличает великодушие, снисходительность, внимательность и доброжелательность к тем, кто их окружает. Для них характерны аккуратность, пунктуальность, чувство долга, ответственность, активность, высокая работоспособность, стремление помочь всем, кто об этом просит.

Они умеют многое делать своими руками, с успехом занимаются любой практической деятельностью, в жизни всего добиваются сами, не надеясь на других. Всегда заняты неотложными делами. К советам других прислушиваются, но поступают по-своему. Обладают социальной гибкостью, им удается добиваться равновесия между решением управленческих и производственных задач. Умеют мотивировать людей, могут проявить твердость, если надо спасать положение, при этом могут общаться легко и непринужденно. Стремятся к стабильности и уважению со



Рис. 3. Психологические типы руководителей и их характерные особенности

стороны коллег по работе.

Вместе с тем их стремление к сглаживанию и избеганию конфликтов может привести к тому, что проблемная ситуация останется неразрешенной и проявит себя с течением времени с еще большей силой. В спорных ситуациях они скорее уступят, чем сохранят непреклонность, что провоцирует окружающих использовать в своих целях их доброту и терпимость. Они склонны накапливать отрицательные эмоции и способны некоторое время их сдерживать. Переоценивают свои деловые способности. Расположены упрощать проблемные ситуации, не любят «застревать» на рассуждениях. Ориентированы на текущие задачи, при этом могут упускать перспективу развития. Долго колеблются перед принятием важного решения по сложному вопросу. Плохо рассчитывают время, с трудом отделяют главное от второстепенного, перегружая себя делами.

От них нельзя требовать и ожидать неэмоционального, всегда разумного и объективного отношения к делу и людям; гибкости в поведении и быстрой адаптации к ситуации.

3. Хранитель. Люди, относящиеся к этой группе, отличаются сильно выраженной ответственностью и исполнительностью, преданностью людям и интересам организации. Они добросовестны, обязательны, пунктуальны. Стремятся равномерно распределять дела по времени, постоянно загружены какой-либо работой. Ко всему готовятся заблаговременно, выполняют начатую работу тщательно и последовательно, умеют себя заставить выполнять даже

неинтересную, но необходимую работу. Их отличают организованность, обходительность, преданность делу. Они осторожны, сдержанны, предъявляют к себе и окружающим высокие требования в отношении соблюдения правил, инструкций, норм. Нетерпимы к неопрятности, безответственности. Имеют сильную выдержку и самообладание, принципиальны. Если надо, твердо и напористо защищают свои интересы, себя и своих близких.

Вместе с тем конкретные задачи выполняют медленно, чем могут вызвать раздражение у окружающих. Желание быть полезными может дать повод другим людям пользоваться их добротой. Впечатлительны, отличаются повышенной критичностью и резкостью оценок. Плохо переносят ситуации неопределенности. Не любят частых перемен.

От них нельзя требовать и ожидать быстрой перемены в убеждениях и оценках; восприимчивости к неординарным решениям проблем.

Исследование показало, что в целом мастера производственного участка электросетевых организаций предприятия соответствуют психологическим требованиям к руководителям этого уровня. У респондентов, принявших участие в анкетировании, отмечены прогностически благоприятные для профессиональной деятельности качества: умение спланировать и организовать производственный процесс, эффективно распределить обязанности между членами бригады, способность мотивировать рабочих, поддерживать стабильность и порядок в своем под-

разделении. В то же время у данной категории персонала присутствует высокий уровень избегания неудач, сопряженный со страхом наказания, внутренний дискомфорт из-за лежащей на мастере ответственности и необходимости принимать решения (по данным психологического обследования 26 % мастеров боятся брать на себя ответственность за профессиональные успехи и неудачи).

К вопросу об актуальности психологической подготовки мастеров

Необходимость психологической подготовки мастеров обусловлена тем, что руководители этого уровня в производственной деятельности испытывают колоссальные психологические нагрузки, поскольку несут ответственность за реализацию широкого спектра задач.

Мастеру приходится самостоятельно разрешать болезненную проблему противоречия между материальными интересами (в виде заработка) рабочих и безопасностью их труда. Между тем решение этой задачи во многом находится в психологической плоскости. Согласно исследованиям, проведенным сектором психологического обеспечения Учебного центра, около 50 % рабочих РУП «Гродноэнерго» считают весьма серьезными причинами травм и несчастных случаев плохое настроение, утомление, невнимательное отношение руководителей к подчиненным, неудовлетворительный психологический климат в коллективе. Все эти вопросы находятся в зоне ответственности мастера производственного участка и существенно зависят от психологических факторов.

Ведущее место принадлежит мастерам и в решении кадрового вопроса. Производству необходимы квалифицированные рабочие, обладающие глубокими профессиональными знаниями и навыками, умеющие работать в команде и быстро адаптироваться на предприятии. Поэтому мастера призваны не только передавать работникам свой опыт, но и воспитывать активную жизненную позицию, формировать личность, прививать высокие морально-этические качества рабочим, в том числе чувство коллективизма, позволяющее поднимать уровень развития коллектива до высокого, качественной характеристикой которого являются целеустремленность, сплоченность и духовное единство.

Учитывая то, что среди рабочих встре-

чаются самые разнообразные характеры, личности с ярко выраженными индивидуальными качествами, мастер должен уметь использовать различные стили управления в зависимости от того, с кем именно работает, сочетая профессионализм специалиста с навыками педагога и воспитателя.

Кроме того, зачастую руководители и их сотрудники изначально неосознанно создают конфликтную атмосферу в организации, а потом усиленно ищут алгоритмы для ее разрешения. Постоянная борьба с существующей конфликтностью приводит к тому, что работа для всех членов коллектива становится тяжелой обязанностью, а производительность труда снижается. Порой к росту напряженности, непониманию, недоверию, конфликтам внутри бригады приводит низкая коммуникативная компетентность мастера. Поэтому одним из важных качеств руководителя в работе с персоналом является умение разрешать неизбежно возникающие конфликты, правильно выстроить отношения в системе «руководитель – подчиненный», ясно и точно излагать свою точку зрения, владеть приемами конструктивной критики, навыками активного слушания.

В целях оказания помощи в преодолении трудностей, возникающих в профессиональной деятельности мастеров, Учебный центр РУП «Гродноэнерго» проводит для этой категории руководителей тренинги на разные темы, такие как «Психология безопасности труда», «Организация дисциплины в рабочем коллективе», «Особенности взаимоотношений в системе руководитель – подчиненный», «Конструктивное разрешение конфликтных ситуаций». Кроме того, психологическая подготовка проводится и на рабочих местах, причем особенно эффективно занятия проходят с участием всей бригады – как мастера, так и рабочих.

Благодаря психологической подготовке мастера могут многое узнать о развитии конфликтов и получить алгоритм их разрешения. В ходе занятий они ищут ответы на вопросы, что такое конфликт, как он возникает, как проявляется и т.д. В результате погружения в эту тему разрешение любой проблемы конфликтного характера перестает казаться им чем-то сложным, а сама проблема теряет окраску противоречия.

Руководители, прошедшие психологическую подготовку, обретают лучшее понимание ситуации, чем те, которые

в ней не участвовали. Именно это и делает их более эффективными в управлении персоналом и вообще в жизни. Участие в психологической подготовке позволяет мастеру не только успешно переходить от непонимания к пониманию при решении проблем, но и в целом изменить способ существования своего подразделения и тем самым получить более высокие результаты в работе.

В процессе психологической подготовки мастеров необходимо применять активные формы: деловую игру, социально-психологический тренинг как средство формирования, развития и коррекции норм личностного профессионального поведения, межличностного взаимодействия, а также развития способности гибко реагировать на ситуацию, быстро перестраиваться в различных нестандартных условиях.

И, самое главное, мастер должен уметь зажигать для своей бригады путеводный огонек. Представьте ситуацию: люди давно бродят по лесу, нет сил идти дальше, дороги не видно, они начинают ненавидеть себя, дорогу, своего руководителя; он говорит им о цели, к которой они стремятся, пытается создать мотивацию, опираясь на различные приемы, призывает выполнить свой долг, но тщетно: сил нет. Но стоит кому-либо заметить впереди огонек, и сразу все меняется: откуда-то появляются силы, и люди без принуждения идут к цели.

Хорошие мастера умеют зажигать такой огонек для коллектива. Овладеть этим искусством управления нельзя только на основании профессиональных знаний или знаний корпоративной культуры организации. Возможность эффективных действий лежит не в сфере понимания и наработанных навыков, а, скорее, за пределами привычных знаний. И здесь нужна определенного рода психологическая подготовка. Результатом такой подготовки является развитие более глобального мироощущения, что проявляется как состояние раскрепощенности и уверенности, как возможность эффективного руководства, в том числе в экстремальных условиях. Такое обучение позволяет получать определенные результаты в области управления персоналом и особенно подходит для психологической подготовки руководителей среднего уровня.

Очень важно проводить корректирующие мероприятия, направленные на профилактику таких деструктивных

явлений, как профессиональная деформация, нарушения дисциплины. Это позволяет поддерживать оптимальный уровень психологического состояния и профессиональной работоспособности мастеров энергосистемы при выполнении должностных обязанностей. Такие мероприятия проводятся психологами Гродненской энергосистемы и могут быть достаточно эффективны при условии заинтересованности в данной работе руководителей подразделений филиалов.

Так же важно осуществлять обучение руководителей среднего звена в области развития лидерских качеств, формирования и развития личной ответственности за общий результат деятельности, умения творчески решать производственные задачи, работать в коллективе. Если все эти составляющие будут достаточно сильно развиты,

мастера производственных участков смогут эффективно работать, выполнять поставленные задачи и противостоять стрессовым нагрузкам.

Заключение

Психологическое сопровождение персонала электроэнергетики направлено на повышение качественного уровня непрерывного профессионального обучения работников, их психологическую подготовку, и, соответственно, на обеспечение эффективности производства, надежности и безопасности труда. Между тем еще академик А.И. Берг отмечал, что проблема надежности имеет вечный характер и ее невозможно решить эпизодическими мероприятиями. Она требует к себе постоянного внимания, а поиск ответов на разнообразные порождаемые ею вопросы открывает самые широкие возможности для психологического со-

провождения персонала.

Список литературы

1. Требования к работе с персоналом: СТП-09110.12.101-11. – Введ. 01.07.2012. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2012. – 26 с.
2. Правила работы с персоналом при эксплуатации энергообъектов: СТП 09110.12.102-15. – Введ. 01.11.2015. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2015.
3. Карпов, А.В. Психология труда / А.В. Карпов, Е.В. Конева, Е.В. Маркова; под ред. проф. А.В. Карпова. – М.: Владос-Пресс, 2003. – 352 с.
4. Крылов, А.А. Психология: учебник (2-е издание) / А.А. Крылов. – М.: Проспект, 2005.
5. Майерс, И. МВТІ. Определение типов. У каждого свой дар / И. Майерс, П. Майерс. – М.: Бизнес Психологи, 2010. – 320 с.
6. Марасанов, Г.И. Социально-психологический тренинг / Г.И. Марасанов. – М.: Совершенство, 1998. – 208 с.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



✓ Противопожарное водоснабжение, первичные средства пожаротушения

Методическое пособие



✓ Курс лекций по пожарно-техническому минимуму

Методическое пособие

Издания подготовлены в помощь должностным лицам и работникам организаций, на которых возложены обязанности по обеспечению пожарной безопасности, эксплуатации противопожарного водоснабжения и первичных средств пожаротушения, а также могут быть использованы для проведения занятий по пожарно-техническому минимуму или самостоятельного изучения рабочими, служащими, руководителями и специалистами, подлежащими обязательному обучению по ПТМ.

ЗАКАЗАТЬ документ можно:

- в редакции по тел./факсу (+ 375 17) 286-08-28
- на сайтах www.energystrategy.by, www.energodoc.by

Законы Республики Беларусь

▶ Закон Республики Беларусь от 13.07.2016 № 397-3

«О внесении изменений и дополнений в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам государственной статистики»

Статьей 8 документа внесены изменения в Закон Республики Беларусь от 20.07.2007 «Об обращении с отходами» № 271-3.

Основные положения Закона вступают в силу через месяц после его официального опубликования.

▶ Закон Республики Беларусь от 18.07.2016 № 399-3

«О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду»

Документом урегулированы вопросы проведения:

– государственной экологической экспертизы предпроектной (предынвестиционной) документации на возведение и реконструкцию объектов;

– оценки воздействия на окружающую среду на предпроектной (предынвестиционной) стадии;

– стратегической экологической оценки проектов государственных, региональных и ведомственных стратегий и программ, градостроительных проектов.

Также уточняется перечень объектов, подлежащих государственной экологической экспертизе и оценке воздействия на окружающую среду. Указанную экспертизу будут проводить организации, подчиненные Минприроды, на платной основе в срок, не превышающий 1 месяца со дня поступления документации, соответствующей установленным требованиям.

Основные положения Закона вступают в силу через 6 месяцев после его официального опубликования. После вступления в силу Закона № 399-3 признается утратившим силу Закон Республики Беларусь от 09.11.2009 № 54-3 «О государственной экологической экспертизе».

▶ Закон Республики Беларусь от 05.01.2016 № 354-3

«О промышленной безопасности»

Основные положения Закона вступили в силу с 15.07.2016.

С вступлением в нового нормативного правового акта утрачивает силу Закон Республики Беларусь от 10.01.2000 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

▶ Закон Республики Беларусь от 19.07.2016 № 407-3

«О внесении изменений и дополнений в Уголовный кодекс Республики Беларусь, Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях и Процессуально-исполнительный кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях»

Документом, в частности:

– вводится административная ответственность за прием юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями платежей наличными денежными средствами от физического лица в размере, превышающем предельный размер платежа, установленного законодательными актами (ст. 12.19 КоАП);

– снижен размер штрафов за нарушение требований технических регламентов ТС, ЕАЭС (ст. 23.11 КоАП);

– усилена административная ответственность за нарушение требований по охране труда (ст. 9.17 КоАП) и др.

Ряд положений Закона вступают в силу с 1 июля 2017 г., некоторые – через месяц после его официального опубликования.

Указы Президента Республики Беларусь

▶ Указ Президента Республики Беларусь от 07.07.2016 № 259

«О внесении дополнений в Указ Президента Республики Беларусь»

Документом внесены дополнения в п. 1 Указа Президента Республики Беларусь от 22.12.2010 № 670 «О некоторых вопросах оплаты природного газа, электрической и тепловой энергии».

Установлено следующее:

– порядок расчетов за потребленную электрическую энергию, отпускаемую энергоснабжающими организациями, входящими в состав Государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», с применением интервально-дифференцированного, двухставочного и двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифов определяется Советом Министров Республики Беларусь;

– задолженность потребителей, не погашенная на 1 января 2016 г. (за исключением платежей, произведенных в счет погашения данной задолженности с 1 января по 30 апреля 2016 г.), фиксируется в белорусских рублях с учетом установленного Национальным банком на 1 января 2016 г. официального курса белорусского рубля к иностранной валюте, используемой для расчетов за энергоресурсы, и подлежит погашению начиная с 1 января по 31 декабря 2017 г. ежемесячно равными долями без пересчета этой задолженности в связи с изменением установленного Национальным банком официального курса белорусского рубля к иностранной валюте на дату погашения задолженности;

– газо- и энергоснабжающие организации, потребители до 1 августа 2016 г. производят пересчет задолженности, корректируют данные бухгалтерского и налогового учета и представляют в налоговые органы налоговые декларации (расчеты) по налогам, сборам с внесенными изменениями и (или) дополнениями, при необходимости уплачивают налоги, сборы и иные платежи. При этом административные взыскания в виде штрафов к ним не применяются и пени не начисляются и не уплачиваются. Потребители вправе досрочно погасить задолженность;

– задолженность потребителей, не погашенная по 31 декабря 2017 г., подлежит погашению с 1 января 2018 г. в установленном порядке.

Указ вступает в силу после его официального опубликования.

▶ Указ Президента Республики Беларусь от 20.07.2016 № 278

«О мерах по обязательному подтверждению соответствия»

В целях реализации положений Договора о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014 в области оценки соответствия техническим требованиям и обеспечения защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды документом установлено следующее:

– при отсутствии введенных в действие (вступивших в силу) технических регламентов Республики Беларусь, Таможенного союза или Евразийского экономического союза в отношении объекта оценки соответствия техническим требованиям и в связи с необходимостью принятия оперативных мер государственного регулирования Совет Министров Республики Беларусь вправе вводить обязательное подтверждение соответствия в отношении такого объекта путем включения его в перечень объектов обязательного подтверждения соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, утверждаемый Советом Министров Республики Беларусь;

– порядок подготовки и внесения предложений о включении объекта оценки соответствия техническим требованиям в перечень, критерии формирования перечня определяются Советом Министров Республики Беларусь;

– обязательное подтверждение соответствия действует до введения в действие (вступления в силу) технического регламента Республики Беларусь, Таможенного союза или Евразийского экономического союза на объект оценки соответствия техническим требованиям.

Под объектом оценки соответствия техническим требованиям понимаются:

– продукция, включенная в единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Евразийского экономического союза;

– отдельные виды выполняемых работ, оказываемых услуг, компетентность персонала в выполнении определенных работ, оказании определенных услуг, в отношении которых законодательными актами Республики Беларусь предусмотрено их обязательное подтверждение соответствия.

Основные положения Указа вступают в силу через 3 месяца после его официального опубликования.

► **Указ Президента Республики Беларусь от 25.07.2016 № 289**

«О порядке формирования, финансирования, выполнения и оценки эффективности реализации государственных программ»

Документом утверждено Положение о порядке формирования, финансирования, выполнения и оценки эффективности реализации государственных программ.

Действие Положения не распространяется на:

– порядок формирования, финансирования и выполнения научно-технических программ, государственных программ научных исследований, государственной программы инновационного развития, государственной инвестиционной программы, инвестиционных программ органов местного управления и самоуправления, государственной программы вооружения;

– процедуры конкурсных отборов исполнителей мероприятий программ (подпрограмм), если они объявлены, но не завершены до вступления в силу настоящего Положения.

Указ вступил в силу с 29 июля 2016 г.

► **Указ Президента Республики Беларусь от 01.08.2016 № 296**

«О признании утратившим силу Указа Президента Республики Беларусь от 26.01.2016 № 27 «О реализации инвестиционного проекта»

Документом признан утратившим силу Указ Президента Республики Беларусь (инвестиционный проект «Внедрение биогазовых установок на очистных сооружениях г. Минска»).

Совет Министров Республики Беларусь

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.06.2016 № 434**

«О внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18 ноября 2011 г. № 1553»

Документом внесены дополнения и изменения в Положение о порядке формирования неизменной договорной (контрактной) цены на строительство объектов, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18.11.2011 № 1553.

Согласно Положению срок действия предложенной заказчиком стартовой цены подрядных работ (строительства объекта (выполнения строительных, специальных, монтажных работ) для заключения договора строительного подряда, государственного контракта на выполнение подрядных работ для государственных нужд увеличивается с 12 до 24 месяцев.

Увеличен до 24 месяцев период с даты начала разработки сметной документации до даты фактического начала строительства объекта (выполнения строительных, специальных, монтажных работ) и соответствующего пересчета сметной документации.

Предусмотрена возможность формирования цены предложения подрядчика с использованием прогнозных индексов цен в строительстве, утверждаемых Министерством экономики.

Также регламентированы случаи получения подрядчиком экономии, когда фактическая стоимость подрядных работ оказалась меньше по отношению к неизменной цене при достижении потребительских и качественных характеристик объекта в соответствии с проектной документацией.

Постановление вступает в силу через 3 месяца после его официального опубликования.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.06.2016 № 436**

«О внесении изменений и дополнения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 ноября 2002 г. № 1578 и приостановлении действия отдельных структурных элементов постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Документом внесены изменения и дополнение в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.11.2002 № 1578 «О дополнительных мерах по обеспечению бесперебойного снабжения народного хозяйства и населения республики энергоресурсами».

Постановлением исключено требование к Министерству энергетики по резервированию всех видов премий руководителям и специалистам подведомственных организаций, отвечающих за расчеты с поставщиками импортируемых энергоносителей, с выплатой этих премий после перечисления средств на их оплату.

Установлено, что требования Положения о порядке ограничения или прекращения подачи природного газа, электрической и тепловой энергии потребителям, не обеспечившим своевременную их оплату, не распространяются в части ограничения или прекращения подачи энергоресурсов, кроме прочего, на газо- и энерго-снабжающие организации; в части прекращения подачи энергоресурсов – на энергоисточники (электростанции, котельные и др.), объекты газоснабжения, обеспечивающие газо- и энергоснабжение указанных объектов, за исключением энергоисточников, на которых в соответствии с проектно-сметной документацией предусмотрена система резервного энерго- и (или) топливоснабжения, в том числе местными топливно-энергетическими ресурсами.

Приостановлено до 31 марта 2018 г. действие:

– части второй п. 5 Положения о порядке ограничения или прекращения подачи природного газа, электрической и тепловой энергии потребителям, не обеспечившим своевременную их оплату, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.11.2002 № 1578;

– второго предложения п. 93 Правил электроснабжения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 № 1394.

Постановление вступило в силу с 9 июня 2016 г. Его действие распространяется на отношения, возникшие с 1 января 2016 г.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.06.2016 № 447**

«О возложении ответственности за своевременный ввод в эксплуатацию в 2016 году объектов Государственной инвестиционной программы на 2016 год»

Документом возложена ответственность на руководителей республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов, Минского горисполкома и других организаций за своевременный ввод в эксплуатацию в 2016 г. объектов Государственной инвестиционной программы на 2016 г., утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 28.01.2016 № 30.

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.06.2016 № 458**

«Об утверждении Положения о порядке организации и проведения общественных обсуждений проектов экологически значимых решений, отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, учета принятых экологически значимых решений и внесении изменений и дополнения в некоторые постановления Совета Министров Республики Беларусь»

Постановлением утверждено Положение о порядке организации и проведения общественных обсуждений проектов экологически значимых решений, отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, учета принятых экологически значимых решений.

Процедура проведения общественных обсуждений проектов включает следующие стадии:

– предварительное информирование граждан и юридических лиц об иницировании разработки проектов концепций, программ, планов, схем, проектов нормативных правовых актов;

– организацию и проведение общественных обсуждений проектов концепций, программ, планов, схем, проектов нормативных правовых актов, а в случае заинтересованности граждан и юридических лиц – организацию и проведение собраний по их обсуждению;

– доведение до сведения граждан и юридических лиц информации о принятых решениях.

Организатор общественных обсуждений обязан обеспечить доступ к проекту решения путем его размещения на своем официальном сайте, обеспечения доступа к тексту проекта решения в помещении организатора, отправки проектов концепции, программы, плана, схемы, проекта нормативного правового акта в соответствии с поступившей заявкой гражданина или юридического лица до начала проведения общественных обсуждений.

Постановление вступает в силу с 1 июля 2016 г.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.06.2016 № 469**

«Об установлении заданий по экспорту строительных, инженерных и архитектурных услуг на 2016–2020 годы»

Документом установлены задания по экспорту строительных, инженерных и архитектурных услуг на 2016–2020 гг. Министерству архитектуры и строительства, Министерству связи и информатизации, Министерству транспорта и коммуникаций, Министерству энергетики, Государственному комитету по имуществу, Белорусскому государственному концерну по нефти и химии, облисполкомам и Минскому горисполкому.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.06.2016 № 479**

«Об утверждении Концепции создания системы ситуационных кризисных центров в Республике Беларусь»

Документом утверждена Концепция создания системы ситуационных кризисных центров в Республике Беларусь. Целью Концепции является формирование взаимодействующих ситуационных кризисных центров, обеспечивающих принятие эффективных, надежных и своевременных мер, направленных на предупреждение и ликвидацию последствий ядерных или радиационных аварий на всех этапах функционирования Белорусской АЭС.

В результате реализации Концепции предполагается усовершенствовать Государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в области аварийной готовности и реагирования в случае ядерных или радиационных аварий, в том числе:

- расширить возможности государственных органов и организаций по принятию соответствующих решений в области ядерной и радиационной безопасности;
- создать систему поддержки принятия решений при реагировании на ядерные или радиационные аварии;
- модернизировать оперативную передачу данных о радиационной обстановке при всех режимах эксплуатации Белорусской АЭС между элементами Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае ядерных или радиационных аварий.

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 13.07.2016 № 549**

«О внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2012 г. № 1105»

Документом внесены изменения и дополнения в перечень мероприятий технического (технологического, поверочного) характера, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.11.2012 № 1105, касаются следующих мероприятий технического (технологического, поверочного) характера:

- расследование причин несчастных случаев, техническое расследование причин аварий и инцидентов на опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах;
- обследование теплоисточников на предмет их готовности к работе в осенне-зимний период;
- техническое освидетельствование потенциально опасных объектов, технических устройств;

– техническое освидетельствование оборудования, работающего под избыточным давлением (наружный и внутренний осмотр, гидравлическое испытание);

– оценка соответствия потенциально опасных объектов требованиям технических нормативных правовых актов при проведении приемочных, приемо-сдаточных, периодических испытаний;

– оценка качества монтажа потенциально опасных объектов, технических устройств;

– оценка соблюдения требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, при изготовлении, диагностировании, ремонте опасных производственных объектов, потенциально опасных объектов, технических устройств;

– осмотр автомобильных транспортных средств, перевозящих опасные грузы, на предмет технического состояния, оснащения и оформления, соблюдения маршрута следования;

– специальное расследование несчастных случаев, техническое расследование причин аварий и инцидентов на опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах.

Постановление вступило в силу с 15 июля 2016 г.

► **Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.07.2016 № 563**

«О мерах по реализации Декрета Президента Республики Беларусь от 6 августа 2009 г. № 10»

Документом утверждены:

– Положение о порядке заключения, изменения и прекращения инвестиционных договоров между инвестором (инвесторами) и Республикой Беларусь;

– Положение о конкурсе по выбору инвестора (инвесторов) для заключения инвестиционного договора между инвестором (инвесторами) и Республикой Беларусь;

– Положение о порядке ведения Государственного реестра инвестиционных договоров с Республикой Беларусь;

– Положение о порядке согласования перечня товаров (работ, услуг), имущественных прав, приобретенных на территории Республики Беларусь (ввезенных на территорию Республики Беларусь) и использованных для строительства, оснащения объектов, предусмотренных инвестиционным договором между инвестором (инвесторами) и Республикой Беларусь;

– Положение о порядке возмещения, освобождения от возмещения, предоставления рассрочки (отсрочки) возмещения Республике Беларусь и ее административно-территориальным единицам сумм льгот и (или) преференций, освобождения от уплаты, предоставления рассрочки (отсрочки) уплаты неустойки (штрафа, пени), предусмотренной инвестиционным договором между инвестором (инвесторами) и Республикой Беларусь.

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

► **Постановление Совета Министров от 05.08.2016 № 614**

«О некоторых вопросах экспертизы промышленной безопасности»

Постановлением утверждены:

– Положение о порядке аттестации экспертов в области промышленной безопасности;

– Положение о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности;

– Перечень потенциально опасных объектов и эксплуатируемых на них технических устройств, подлежащих экспертизе промышленной безопасности.

Данные документы приняты в целях реализации Закона Республики Беларусь от 05.01.2016 № 354-З «О промышленной безопасности».

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министерство энергетики Республики Беларусь

► **Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 16.06.2016 № 18**

«Об установлении перечня случаев и (или) жилых помещений, в которых установка приборов инди-

видуального учета расхода газа экономически нецелесообразна либо технически невозможна»

Документом установлен перечень случаев и (или) жилых помещений, в которых установка приборов индивидуального учета расхода газа экономически нецелесообразна либо технически невозможна.

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министерство экономики Республики Беларусь

- ▶ **Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 8.06.2016 № 39**

«О внесении изменений в постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 28 ноября 2014 г. № 84»

Документом утверждена новая редакция приложений 1 и 2 к постановлению Министерства экономики Республики Беларусь от 28.11.2014 № 84 «Об установлении фиксированных значений ставок платы за выполнение работ по технологическому присоединению электроустановок к электрическим сетям».

Постановление вступило в силу с 1 июля 2016 г.

- ▶ **Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 24.06.2016 № 43**

«О внесении изменений в постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 29 марта 2012 г. № 23»

Документом внесены изменения в постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 29.03.2012 № 23 «О тарифе на услугу по передаче и распределению электрической энергии». Установлен тариф в размере 0,04 руб. за 1 кВт·ч по передаче и распределению электрической энергии в отношении юридических лиц, имеющих собственные энергоисточники и передающих произведенную электрическую энергию по сетям ГПО «Белэнерго» своим обособленным (структурным) подразделениям, расположенным в области, совпадающей с областью (г. Минском) – местом нахождения данного энергоисточника.

Постановление вступило в силу с 1 июля 2016 г.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

- ▶ **Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30.06.2016 № 29**

«Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Требования к эксплуатирующей организации по осуществлению радиационного мониторинга в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения атомной электростанции»

Документом утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Требования к эксплуатирующей организации по осуществлению радиационного мониторинга в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения атомной электростанции».

Постановление вступило в силу с 18 июля 2016 г.

- ▶ **Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 18.07.2016 № 38**

«О признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов»

Документом признаны утратившими силу:

– приказ Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11.05.1998 № 44

«О порядке разработки декларации безопасности производственных объектов Республики Беларусь»;

– приказ Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.05.1998 № 49 «О порядке экспертизы декларации безопасности производственных объектов Республики Беларусь»;

– приказ Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 07.07.1998 № 64 «О внесении поправки в Порядок экспертизы декларации безопасности производственных объектов Республики Беларусь»;

– постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.06.2000 № 7 «Об утверждении Правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

- ▶ **Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 20.07.2016 № 41**

«О внесении изменений в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14 апреля 2009 г. № 16 и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов»

Документом внесены изменения в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14.04.2009 № 16 «О внесении изменений и дополнения в постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 июня 2000 г. № 10 и от 28 июня 2000 г. № 11», а также признаны утратившими силу:

– постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.06.2000 № 11 «Об утверждении Правил организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах»;

– постановление Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15.02.2001 № 6 «Об утверждении Типового положения об ответственном за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

- ▶ **Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 20.07.2016 № 42**

«О признании утратившими силу постановлений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26 августа 2013 г. № 38 и от 12 марта 2015 г. № 7»

Документом признаны утратившими силу:

– постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26.08.2013 № 38 «О некоторых вопросах выдачи (продления срока действия, внесения изменений, дополнений, выдачи дубликата) разрешений (свидетельств) на право выполнения отдельных видов работ (оказания услуг) на потенциально опасных объектах»;

– постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12.03.2015 № 7 «О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26 августа 2013 г. № 38».

Постановление вступает в силу после его официального опубликования.

**Подготовлено на основе данных НЦПИ Беларуси
ведущим юрисконсультантом М.А. БУДНИК**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

1 сентября 2016 года – дата введения в действие **ГОСТ 32204-2013 «Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия»**. Стандарт распространяется на токоприемники, предназначенные для съема постоянного и/или переменного тока с контактной сети железнодорожного транспорта общего пользования, рассчитанной на напряжение по ГОСТ 6962-75 «Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений».

Ряд новых государственных стандартов вступает в силу в Республике Беларусь с **1 октября 2016 года**.

СТБ EN 14511-1-2016 «Кондиционеры, жидкостные охладительные агрегаты и тепловые насосы с электрическими компрессорами для отопления и охлаждения помещений. Часть 1. Термины, определения и классификация» описывает термины и определения для номинальных и эксплуатационных характеристик данных изделий, использующих либо воздух, либо воду, либо рассол в качестве теплоносителя, с электрическими компрессорами для отопления и/или охлаждения помещения. Стандарт распространяется на некоторые собранные в заводских условиях приборы: оснащенные воздушными соединительными каналами; жидкостные охладительные агрегаты, которые могут эксплуатироваться со встроенными или установленными отдельно конденсаторами; приборы с фиксированно настроенной или изменяемой посредством любых устройств мощностью (переменной мощностью); охладители воздуха «воздух–

воздух», которые испаряют конденсат со стороны конденсатора. Также в область распространения входят моноблочные агрегаты, сплит-системы, мульти-сплит-системы; приборы с одно- и двух-канальными системами.

СТБ EN 14511-4-2016 «Кондиционеры, жидкостные охладительные агрегаты и тепловые насосы с электрическими компрессорами для отопления и охлаждения помещений. Часть 4. Эксплуатационные требования, маркировка и инструкции» устанавливает минимальные эксплуатационные требования, обеспечивающие пригодность кондиционеров, тепловых насосов, жидкостных охладительных агрегатов, электрических компрессоров для предусмотренной изготовителем области применения, при использовании их для отопления или охлаждения помещений.

СТБ EN 60969-2016 «Лампы со встроенными пускорегулирующими аппаратами для общего освещения. Эксплуатационные требования» определяет требования к эксплуатационным характеристикам совместно с условиями и методами испытаний трубчатых люминесцентных и других газоразрядных ламп со встроенными средствами для управления зажиганием и стабильной работы. Данные лампы предназначены для бытового и аналогичного общего освещения и имеют номинальную мощность до 60 Вт включительно, номинальное напряжение от 100 до 250 В, цоколи с резьбой Эдисона или байонетные цоколи.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной организации по стандартизации (ISO):

ISO/TR 14749:2016 «Газ природный. Газовый хроматограф в реальном времени для площади поперечного сечения восходящего потока» (принят 15.05.2016);

ISO 10656:2016 «Сварка контактная электрическая. Трансформаторы. Встроенные трансформаторы для сварочных пистолетов» (принят 01.05.2016).

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC TS 62056-1-1:2016 «Обмен данными учета электроэнергии. Набор DLMS/COSEM. Часть 1-1. Шаблон для стандартов по профилям связи DLMS/COSEM» (принят 03.05.2016);

IEC TS 62056-9-1:2016 «Обмен данными учета электроэнергии. Набор DLMS/COSEM. Часть 9-1. Профиль связи с использованием веб-служб для доступа к серверу DLMS/COSEM через службу доступа COSEM (CAS)» (принят 03.05.2016);

IEC TS 62056-6-9:2016 «Обмен данными учета электроэнергии. Набор DLMS/COSEM. Часть 6-9. Преобразование профилей сообщений общей информационной модели (IEC 61968-9) в модели данных и протоколы DLMS/COSEM (IEC 62056)» (принят 03.05.2016);

IEC 60838-1:2016 «Патроны ламповые различных типов. Часть 1. Общие требования и испытания» (принят 19.05.2016);

IEC 60838-1:2016 RLV «Патроны ламповые различных типов. Часть 1. Общие требования и испытания. Включает Redline version (проект документа с показом изменений по сравнению с предыдущей версией)» (принят 19.05.2016).

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) 262 14 20; 269 68 82

НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Издание официальное

Новые издания

- **Противопожарное водоснабжение, первичные средства пожаротушения** (Методическое пособие)
- **Курс лекций по пожарно-техническому минимуму** (Методическое пособие)

Актуальные НПА и ТНПА

- **Закон** Республики Беларусь «О промышленной безопасности»
- **ППБ 01-2014** Правила пожарной безопасности Республики Беларусь (с изменениями и дополнениями)
- **Правила** по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением
- **Правила электроснабжения** (новая редакция)
- **Правила** пользования газом в быту (с изменениями и дополнениями)
- **Положение** о порядке расчетов и внесения платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилыми помещениями государственного жилищного фонда (с изменениями и дополнениями)
- **Правила** устройства электроустановок. Шестое издание, переработанное и дополненное
- **Инструкция** о порядке и условиях оснащения пользователей и производителей электрической энергии приборами учета ее расхода
- **ТР ТС 004/2011** «О безопасности низковольтного оборудования»
- **ТР ТС 032/2013** «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением»
- **ТКП 181-2009 (02230)** «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей». *Переиздание с изменением № 1*
- **ТКП 290-2010 (02230)** «Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках»
- **ТКП 336-2011 (02230)** «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций»
- **ТКП 339-2011 (02230)** «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний». *Переиздание с Изменением № 1*
- **ТКП 385-2012 (02230)** «Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения». *Переиздание с Изменением № 1*
- **ТКП 387-2012 (02230)** «Расследование и учет нарушений в работе объектов энергетического хозяйства потребителей электрической и (или) тепловой энергии»
- **ТКП 388-2012 (02230)** «Правила подготовки и проведения осенне-зимнего периода энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии»
- **ТКП 411-2012 (02230)** «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя»
- **ТКП 427-2012 (02230)** «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок»
- **ТКП 458-2012 (02230)** «Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей»
- **ТКП 459-2012 (02230)** «Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей»
- **ТКП 460-2012 (02230)** «Порядок расчета величины технологического расхода электрической энергии на ее передачу по электрическим сетям, учитываемой при финансовых расчетах за электроэнергию между энергоснабжающей организацией и потребителем (абонентом)»
- **ТКП 547-2014 (02230)** «Нормы продолжительности проектирования электрических подстанций и линий электропередачи напряжением 0,4–750 кВ»

Документы можно приобрести
в редакции Информационно-издательского центра
ОАО «Экономэнерго»:

ул. Чичерина, 19, 220029, г. Минск, тел./факс (017) 286-08-28
e-mail: 2934682@mail.ru, www.energystrategy.by



ЧЕЛОВЕК И БЕЗОПАСНОСТЬ

8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



1–3 ноября 2016

Беларусь, Минск

Защита жизни и здоровья людей

Охрана жилища и имущества

Обеспечение безопасных условий
на производстве, отдыхе и в дороге

Организатор:



ЭКСПОФОРУМ
www.expoforum.by

Лицензия предприятия "Экспофорум", УНП 100702781

тел.: (+375 17) 314 34 30
e-mail: rel@expoforum.by