



## РЕКОНСТРУКЦИЯ И РАЗВИТИЕ



# Обновленное теплоснабжение

Больше месяца в Костюковичах работает новая котельная. Созданная в целях повышения надежности и эффективности теплоснабжения, она стала первой котельной с электрокотлом, построенной в рамках мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему.



**Ч**то изменилось в городе с началом работы новой котельной? Как ввод в эксплуатацию атомной станции отразится на режимах ее работы? Снизил ли ввод объекта экологическую нагрузку? Об этом и не только — в материале газеты.

### НАЗРЕВШАЯ РОКИРОВКА

Система теплоснабжения города Костюковичи требовала оптимизации по многим причинам. Котельная, первоначально принадлежавшая ОАО «Белорусский цементный завод», была передана на баланс РУП «Могилевэнерго» еще в 2001 г. (при этом основное оборудование введено в работу в 1990-м). Котельная находилась на территории БЦЗ в пяти километрах от города. Передача тепла осуществля-

лась с большими потерями через изоляцию по магистральной тепловой сети воздушной прокладки диаметром 530 мм, введенной одновременно с котельной. К тому же котельная установленной тепловой мощностью 132 Гкал/ч обеспечивала централизованное теплоснабжение жилищно-коммунального сектора и промышленных предприятий города Костюковичи только в отопительный период. В межотопительный период из-за высоких потерь тепла при транспортировке котельная не работала, горячее водоснабжение осуществлялось от котельной «Поликлиника» УКПП «Костюковичский жилкомхоз».

Для снижения тепловых потерь при транспортировке тепловой энергии рассматривался вариант реконструкции тепловой сети. Это позволило бы сократить тепловые потери, вместе с тем потребовал

значительных капитальных вложений, но не решило вопрос горячего водоснабжения города в летний период. Кроме того, старая котельная имела значительную излишнюю установленную тепловую мощность, что увеличивало эксплуатационные затраты.

Системный подход к совершенствованию схемы теплоснабжения города, помимо реконструкции тепловых сетей, потребовал создания теплоисточника в непосредственной близости к потребителю. В связи с этим в сентябре 2017 г. был разработан и утвержден проект строительства нового районного теплоисточника — котельной по улице Сосновая. В процессе проектирования также был учтен ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС, и котельная уже готова принять участие в регулировании графика нагрузки энергосистемы.

### ПРОЕКТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Строительство новой котельной в городской черте г. Костюковичи предусматривалось «Схемой теплоснабжения г. Костюковичи на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.», разработанной РУП «Белнипиэнергопром», взамен подлежащей выводу из эксплуатации в связи с физическим износом и неэффективностью работы котельной Костюковичского района тепловых сетей. С целью регулирования электрической нагрузки энергосистемы после ввода АЭС на новой котельной предусмотрена установка электрокотла.

После заключения договоров и поставки основного оборудования в сентябре 2018 г. был заключен договор на выполнение строительно-монтажных работ. Генподрядчик — ЗАО «ЭнергоРемонтСервис»

(г. Бобруйск). Пусконаладочные работы проводили специалисты ОАО «Белэлектромонтажналадка» и филиала «Могилевские тепловые сети» РУП «Могилевэнерго».

На котельной установлено: три водогрейных газодизельных котла КВГМ 11,63-150Н мощностью по 10 Гкал/ч и один электродный водогрейный котел КЭВ 10 000/10 мощностью 8,6 Гкал/ч, подключенный по независимой схеме с пластинчатым теплообменником, бак-аккумулятор, подключенный по независимой схеме с теплообменником, вакуумный деаэрактор, 4 сетевых насоса и 2 насоса рециркуляции. Оборудование химводоподготовки состоит из подогревателей сырой и химически очищенной воды, установок непрерывного умягчения и дозирования химических реагентов.

Окончание на с. 2



## Обновленное теплоснабжение

**Окончание.**  
**Начало на с. 2**

Для защиты тепловых сетей предусмотрен гидрозатвор с баком перелива.

Установленная мощность новой котельной — 38,6 Гкал/ч, что полностью обеспечивает тепловую нагрузку города, а расположение в городской черте позволяет работать в межотопительный период, отпуская тепло для целей ГВС. Кроме того, за счет ввода нового и более совершенного оборудования сократятся затраты и существенно возрастет надежность теплоснабжения г. Костюко-

вичи. Основной вид топлива — газ, в качестве резервного предусмотрено использование дизельного топлива.

Для обеспечения максимальной загрузки электродвигателя котла в ночное время суток на котельной установлен бак-аккумулятор рабочим объемом 1170 м<sup>3</sup>, который будет ночью заряжаться, а днем отдавать тепловую энергию потребителям. Круглогодичная работа электродвигателя с баком-аккумулятором в ночной период за счет потребления электроэнергии с атомной станции не только обеспечит теплом, но и снизит экологическую нагрузку на жителей города

путем снижения выбросов в атмосферу.

### ПЕРСПЕКТИВА РАБОТЫ

Мероприятия программы по снижению технологического расхода тепловой энергии на ее транспорт в тепловых сетях в Костюковичах не ограничиваются исключительно вводом в эксплуатацию котельной. На протяжении 2020–2021 гг. будет выполнен демонтаж тепловой сети диаметром 530 мм и протяженностью 4,9 км, а также реконструкция тепловых сетей в черте г. Костюковичи протяженностью 2,9 км.

Планируется реконструкция ЦТП-1 и ЦТП-2 с заменой подогревателей и установкой системы автоматического регулирования теплового потока на нужды ГВС, разработка эксплуатационного температурного графика на отопительный период 2020–2021 гг. от новой котельной, а также разработка температурного графика для настройки систем автоматического регулирования отопления потребителей и оказание помощи в их настройке. Кроме этого, будет создана автоматизированная система контроля и учета тепловой энергии потребителей города

с возможностью определения фактических тепловых потерь в результате сведения баланса отпущенной и потребленной теплоэнергии.

Демонтаж участков надземной магистральной теплосети, реконструкция тепловых сетей, оптимизация режимов теплоснабжения при работе новой котельной в совокупности обеспечит снижение потерь на 4,97 тыс. Гкал в год. На 2020 г. отпуск тепловой энергии планируется в объеме 65,366 тыс. Гкал (из них 4,935 тыс. Гкал — от электродвигателя).

Подготовила  
Лилия ГАЙДАРЖИ  
Фото автора

### НОВЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ

С 9 января на должность заместителя директора по капитальному строительству филиала «Оршанская ТЭЦ» РУП «Витебскэнерго» назначен Юрий Владимирович БЕРЕСНЕВ.



Юрий Владимирович родился в 1970 г. в г. Орша Витебской области. В 2018 г. окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию по специальности «Сельское строительство и обустройство территории».

Трудовую деятельность начал в 1991 г. каменщиком ПМК-73 Стройтреста №18 г. Орша. С 1994 по 2003 г. работал мастером, прорабом в строительных управлениях Стройтреста №18, с 2006 по 2018 г. — производителем работ, главным инженером строительно-монтажного поезда №724, с 2018 по 2019 г. — начальником строительного управления №41 ОАО «Оршанский стройтрест №18».

## На Днепре построена береговая насосная станция для Могилевской ТЭЦ-1

Генеральный подрядчик по объекту — филиал «СУ Могилевской ТЭЦ-2» РУП «Белэнергострой» — приступил к строительным работам в середине осени 2017 г. В сооружении насосной станции принимали участие еще два филиала предприятия — «УС Минской ТЭЦ-5» и «УМ «Белэнергостроймеханизация». Заказчиком выступил филиал «Могилевские тепловые сети» РУП «Могилевэнерго».

Этот объект стал первым в истории нашей организации, когда строителям пришлось в прямом смысле уходить под воду почти на 16 метров. А все потому, что здание береговой насосной станции с помещением для электрического оборудования и шкафов управления состоит из подземного и верхнего строений. Подземная часть — это своеобразный колодец диаметром 6 и глубиной 16 метров на берегу глубоководного Днепра. Соорудить его было делом не из простых, но строители РУП «Белэнергострой» с задачей справились и получили дополнительный колоссальный опыт в возведении гидротехнических сооружений.

В насосной установлено три погружных насоса: два — с электродвигателями мощностью по 75 кВт каждый и один — насос осушения. Также там установлен мосто-



вой подвесной кран грузоподъемностью 2 т. Технологическая схема работы насосной станции следующая: в приемный колодец подводится вода по самотечным водоводам от оголовка, находящегося в водозаборном ковше на реке Днепр, а затем распределяется между приемными камерами насосов. На входных окнах железобетонных камер предусмотрены шибберные задвижки с электроприводом.

Поддача воды от затопляемого водозаборного оголовка к насосной станции идет по двум стальным самотечным трубопроводам. Для контроля и измерения уровня воды в реке проложен стальной трубопровод, который соединяет водоприемный ковш и приемные камеры насосной. Контроль происходит в надземной части насосной станции в специальном колодце. На площадку ТЭЦ вода подается по

двум напорным водоводам, где они подключаются к существующим сетям Могилевской ТЭЦ-1. Система управления береговой насосной станции выполнена на базе микропроцессорной техники и входит в АСУ ТП Могилевской ТЭЦ-1. Это автоматизированная система контроля и управления, работающая в реальном времени. Режим функционирования системы непрерывный с периодическими осмотрами и проведением регламентных работ.

Могилевская ТЭЦ-1 обеспечивает электроэнергией и теплом коммунально-жилой сектор, промышленные предприятия и административно-бытовые здания и сооружения юго-западного района Могилева. До строительства береговой насосной станции источником технического водоснабжения была вода из реки Днепр. Она поступала на площадку от эксплуатирующихся долгие годы водозаборов №1 и 2 ОАО «Химволокно». За последние десятилетия город расширился, появилась новая инфраструктура, водозаборы ОАО «Химволокно» утратили работоспособность, потребность в технической воде для Могилевской ТЭЦ-1 стала весьма актуальной. Потому решение о строительстве собственного водозабора оказалось своевременным.

Марина ПАВЛОГРАДСКАЯ,  
помощник генерального директора

# Климовичский РЭС: автоматизация распределительной сети 10 кВ

Несмотря на то, что распределительные электрические сети 6–10 кВ являются основным звеном, определяющим надежность электроснабжения потребителей, они не всегда обеспечивают ожидаемую потребителями непрерывность электроснабжения. Доля аварийных отключений потребителей, связанных с повреждениями в распределительной сети 6–10 кВ, составляет около 65% всех аварийных отключений. Среди основных факторов, влияющих на отключения большого числа потребителей электроэнергии в аварийных ситуациях, следует выделить традиционно сложившуюся работу сетей по радиально-лучевым схемам, недостаточный уровень автоматизации распределительных сетей среднего напряжения, который позволял бы выделить поврежденный участок и перепитать потребителей.

Современный подход к автоматизации подстанций среднего напряжения предполагает создание интегрированной системы автоматизации, включающей в себя информационно связанные подсистемы: защиты, управления, мониторинга и диагностики оборудования, учета, связи и т.д.

Задачами управления распределительной сетью, решение которых непосредственно зависит от наличия и возможностей систем автоматизации, установленных на подстанциях среднего напряжения, являются:

- определение места повреждения в сети;
- повышение оперативности проведения переключений в сети;
- оперативный контроль и управление электрооборудованием;
- планирование режимов;
- расчет и оптимизация режима сети;
- управление нагрузкой и регулирование напряжения в сети;
- при необходимости оперативная оптимизация топологии сети;
- обмен телеинформацией со смежными уровнями диспетчерского управления;
- определение и снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях.

Для решения этих задач системы автоматизации, установленные на подстанциях среднего напряжения, должны обладать следующими основными функциями:

- сбор информации о положении коммутационных аппаратов;



- измерение значений фазных токов и напряжений;
- управление коммутационными аппаратами;
- сбор информации о повреждениях в распределительной сети;
- сбор информации о техническом состоянии оборудования подстанций 10/0,4 кВ, ВЛ и КЛ;
- сбор информации об условиях работы оборудования подстанций среднего напряжения;

- управление режимами работы оборудования;
- предоставление персоналу возможности доступа к собираемой информации и функциям управления и т.д.

Естественным ограничением уровня автоматизации подстанций 10(6)/0,4 кВ и установки управляемых коммутационных аппаратов на опорах воздушных линий долгое время являлась стоимость предлагаемых решений по автоматизации. Однако стоимость системы не является величиной, пропорциональной функциональности этой системы автоматизации. Для того чтобы реализовать вышеперечисленные функции, совершенно не обязательно строить на подстанциях среднего напряжения дорогостоящую систему, подобную системам АСУ ТП, применяемым на подстанциях высокого напряжения. Достаточно правильно интегрировать в единое информационное пространство все существующие микропроцессорные устройства, организовать сбор сигналов по основному и вспомо-

гательному оборудованию, доустановить локально необходимые элементы автоматизации (реклоузеры, управляемые выключатели нагрузки, выключатели с микропроцессорными защитами и др.).

Следует отметить, что в реальности неоправданно большое количество управляемых коммутационных аппаратов (реклоузеров, выключателей) приводит к необоснованным затратам и может не только не повысить надежность сетей, но и, наоборот, увеличить аварийность, уже за счет дефектов, отказов в самих устройствах и в установленных в сетях дополнительных разъединителях. Кроме того, дополнительное оборудование требует периодического осмотра, обслуживания, ремонта, проведения электрофизических испытаний в соответствии с требованиями нормативных документов, а следовательно, приводит к дополнительным трудовым и материальным затратам в период эксплуатации оборудования.

Учитывая собственный опыт и основываясь на опыте других филиалов РУП «Могилевэнерго» в реализации проектов по автоматизации распределительной сети, в рамках выполнения утвержденной комплексной программы развития автоматизации Белорусской энергосистемы на период 2018–2022 гг. специалистами филиала «Климовичские электрические сети» был проведен анализ минимальной потребности в управляемых коммутационных аппаратах (реклоузерах, управляемых выключателях),

индикаторах токов короткого замыкания и других элементах для автоматизации сетей Климовичского РЭС и определено их количество. В 2019 г. подготовлено задание на проектирование объекта «Автоматизация Климовичского РЭС», на основании которого филиалом «Инженерный центр» были выделены три очереди строительства объекта и разработана проектно-сметная документация на одну из очередей — объект «Автоматизация распределительной сети. 1-я очередь», которая включает в себя:

- автоматизацию ВЛ 10 кВ с установкой автоматизированной системы локализации аварийных повреждений и увязкой в существующую систему телемеханики Климовичского РЭС;

- секционирование сетей 10 кВ с обеспечением функции защиты от токов короткого замыкания, дистанционного управления с диспетчерской Климовичского РЭС с установкой реклоузеров, ячеек с управляемыми выключателями и устройствами релейной защиты, индикаторами токов короткого замыкания, шкафов телемеханики;

- оснащение ТП системой удаленного контроля доступа, предусматривающей передачу сигнала в диспетчерскую Климовичского РЭС о несанкционированном проникновении посторонних лиц в электроустановку и срабатывание звуковой (световой) сигнализации на месте.

В рамках проекта должно быть установлено следующее оборудование: 27 реклоузеров на опорах ВЛ 10 кВ, 48 камер КСО-366М, КСО-366, КСО-394 с выключателями, 10 комплектов устройств релейной защиты, 17 комплектов индикаторов короткого замыкания, 3 выключателя на шинных мостах, 14 ТП планируется оборудовать системой удаленного контроля доступа, установить 16 шкафов телемеханики. Сметная стоимость строительства объекта «Автоматизация распределительной сети. 1-я очередь» — 1562,8 тыс. руб. По состоянию на 01.01.2020 в Климовичском РЭС уже установлены следующие элементы автоматизации распределительной сети: 9 реклоузеров, 13 ячеек с управляемыми выключателями, 2 ячейки с управляемыми выключателями нагрузки, 51 комплект индикаторов токов короткого замыкания, 39 ТП оборудованы системой удаленного контроля доступа.

Следует отметить, что в дальнейшем второй очередью проекта должно быть предусмотрено: программное обеспечение

оперативно-информационного комплекса (ОИК) диспетчера Климовичского РЭС, замена диспетчерского щита с возможностью выдачи на него информации телемеханики. Третьей очередью строительства «Автоматизация распределительной сети Климовичского РЭС» предусматривается модернизация существующей АТС «Меридиан» до уровня IP-УПАТС, замена устаревшей системы записей диспетчерских переговоров, модернизация системы пожарно-охранной сигнализации, устройство видеодомофонной связи между диспетчером и центральным въездом на базу Климовичского РЭС с установкой электронной системы регистрации рабочего времени персонала и служебного транспорта.

В настоящее время филиалом «Энергоремонт» осваивается производство реклоузеров и ячеек с выключателями, которые будут установлены в рамках реализации проекта. В целях снижения затрат все работы по монтажу, наладке оборудования объекта «Автоматизация распределительной сети. 1-я очередь» планируется выполнить силами специалистов филиала «Климовичские электрические сети». Для этого персонал филиала имеет необходимые компетенции и опыт реализации хозспособом аналогичных проектов в Мстиславском и Хотимском РЭСах.

Реализация проекта «Автоматизация распределительной сети. 1-я очередь» позволит минимизировать перерывы в электроснабжении и снизить время отыскания поврежденного участка, а также обеспечит экономии трудовых ресурсов и транспортных затрат при производстве переключений, повысит безопасность персонала. Кроме того, автоматизация распределительной сети даст возможность повысить ресурс головных выключателей 10 кВ на питающих подстанциях Климовичского РЭС, уменьшить количество протеканий токов коротких замыканий по головным участкам линий. Проектом предусмотрена замена части физически изношенного и морально устаревшего оборудования. Внедрение нового оборудования позволит диспетчеру Климовичского РЭС дополнительно дистанционно контролировать положения коммутационных аппаратов 10 кВ, а также оперативно управлять отдаленными коммутационными аппаратами, установленными в точках нормальных разрывов.

Александр ОРЕХОВ,  
заместитель главного инженера  
филиала «Климовичские ЭС»  
РУП «Могилевэнерго»

Там, где кончается терпение,  
начинается выносливость

КИТАЙСКАЯ ПОСЛОВИЦА

ТЕЛ./ФАКС: (+375-17) 290-00-00, 290-07-07  
WWW.AES.BY

# Опыт внедрения компьютерного тренажера на базе оборудования Новополоцкой ТЭЦ

Специалистами ОАО «Белэнергоремналадка» на базе котлоагрегата ТГМ-84А ст. №5 и турбоагрегата ПТ-65/75-130/13 ст. №1 Новополоцкой ТЭЦ был создан компьютерный тренажер – универсальный программно-технический комплекс для обучения и тренировки оперативного персонала ТЭС.

Данный тренажер базируется на полномасштабной всережимной математической модели объекта управления со всеми основными системами и элементами. Кроме того, в разработанном тренажере реализуется достаточно полная система моделирования и управления котлом и турбиной на всех основных режимах их работы в условиях штатных и нештатных ситуаций. Тренажер дает оперативному персоналу станций глубокое понимание режимов работы энергетического оборудования и знания об управляемых технологических процессах.

Программное обеспечение тренажера состоит из трех модулей: математической модели объекта управления, генерирования отказов и экзаменатора.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** объекта управления представляет собой комплексную систему, построенную по модульному принципу и объединяющую в себе несколько сотен всевозможных функциональных технологических элементов. Общее число моделируемых режимных параметров – более 1000; регулирующих и запорных органов – более 300; параметров настройки и моделирования – более 10 000. В основе модели лежат уравнения физики, описывающие тепло-, гидро- и газодинамические процессы. В тех случаях, когда процессы описываются сложными математическими выражениями и большим объемом эмпирических данных, используются приближенные зависимости, обеспечивающие требуемую точность моделирования и оптимизацию объема программы и скорости расчетов. Приближенные методы моделирования базируются на принципах теплового и гидродинамического подобия.

Каждый элемент модели может быть оперативно настроен на конкретную характеристику, соответствующую реальному или предполагаемому состоянию оборудования. За

счет этого достигается параметрическая гибкость модели. Точность моделирования статических и динамических процессов обеспечивается на таком уровне, при котором машинист визуально не видит существенного различия в протекании процессов на модели и реальном объекте. Таким образом, полномасштабная всережимная математическая модель имитирует объект управления практически во всем многообразии его свойств и обеспечивает получение всей необходимой информации о технологическом процессе.

Одной из первостепенных задач тренажера является противоаварийная тренировка персонала, для чего используется **МОДУЛЬ ОТКАЗОВ**. Модуль работает по законам теории вероятности и «выбрасывает» в некоторый момент времени случайный отказ из списка заданных отказов. При этом на тренажере происходит имитация и развитие аварийной ситуации по аналогии с процессами на реальном оборудовании. Задачей машиниста является оперативная локализация отказа и определение места его возникновения.

Отказы, предусмотренные тренажером, систематизированы и разбиты на группы: датчики, регулирующие органы, САР, насосы, свищи в теплообменниках и прочие. Общее число отказов, заложенных в тренажер, – не менее 500. Модуль отказов имеет гибкую систему настройки задачи, обеспечивающую ориентацию тренажера на конкретный спектр отказов в соответствии с целями тренировки.

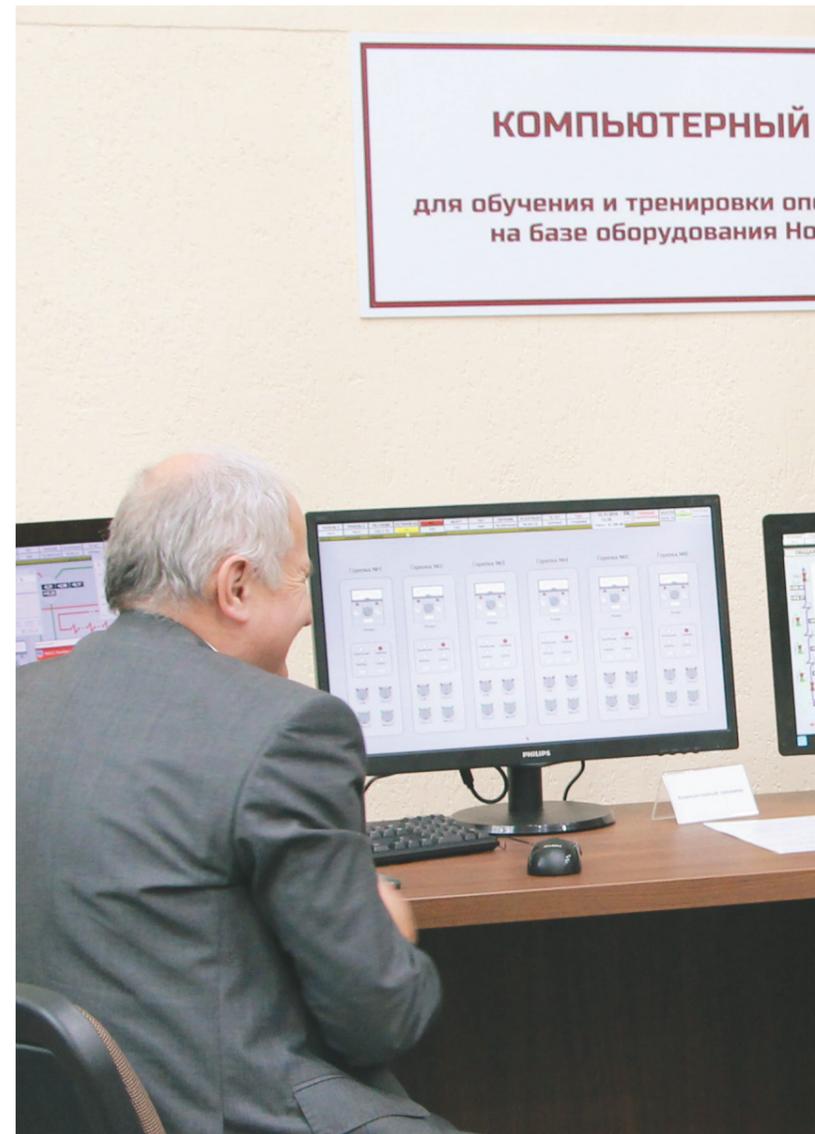
**МОДУЛЬ ЭКЗАМЕНАТОРА.** Котел и турбина являются сложными динамическими объектами управления, поэтому в каждой конкретной ситуации машинисту приходится принимать индивидуальные решения с учетом состояния и условий работы оборудования, выдерживая заданные значения режимных параме-

тров. С учетом того, что главным условием «эффективной» имитации реальных ситуаций является их неоднозначность и непредсказуемость, на практике оказывается очень сложно строго регламентировать действия оперативного персонала в каждой конкретной ситуации. Ведь при возникновении быстро развивающейся аварийной ситуации машинист не действует строго по пунктам инструкции, а принимает решения на уровне подсознания, оценивая состояние объекта в целом, по мере локализации последствий отказа и поиска причины его возникновения.

Именно тренировка гибкости и автоматизма мышления машиниста в нештатных ситуациях и является задачей компьютерных тренажеров. Для этого разработан обобщенный критерий оценки действий машиниста, базирующийся на системе штрафных и призовых баллов за точность выдерживания технологических параметров и быстроту поиска отказа. Оценка действий машиниста производится по нескольким сотням параметров путем расчета обобщенного балла по 1000-балльной шкале оценок.

В концепции тренажера не предусмотрен компьютерный инструктор, который мог бы предоставить подсказку в той или иной ситуации. Предполагается, что машинист тренируется самостоятельно и только при возникновении вопросов обращается к инструктору-администратору. Объясняется это сложностью создания «инструктора» для неоднозначных и непредсказуемых ситуаций, которые моделируются на тренажере. Вместо этого предложен механизм самоконтроля по балльным критериям качества. Такой подход позволяет оперативному персоналу самому последовательно в процессе тренировок отыскивать оптимальный режим поведения в той или иной ситуации. В этом случае машинист более свободен в своих действиях и может в большей степени реализовать свои психологические особенности как субъект управления.

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРЕНАЖЕРА.** Для работы с тренажером используется манипулятор типа «мышь», клавиатура и монитор компьютера. Техно-



логическая схема управления представлена на экране монитора в виде мнемосхем и панелей управления, имитирующих аппаратуру реальных щитов управления. В тренажере в полном объеме представлен компьютерный вариант всех показывающих и регистрирующих приборов, а также средств управления математической моделью котла и турбины.

Тренажер обеспечивает возможность моделирования технологического процесса в различном темпе в зависимости от принятого периода вывода информации на монитор. В течение этого времени производится полный расчет математической модели объекта, вывод информации на монитор и прием управляющих команд оператора. При этом процесс моделирования выполняется с постоянным шагом расчета во времени, равным одной секунде.

В тренажере реализованы следующие режимы работы во времени:

- пошаговый, когда после каждого шага моделирования процесс останавливается до ввода команды на выполнение очередного шага. Режим используется при необходимости спокойного неторопливого разбора и анализа протекающего процесса;
- в замедленном режиме (вдвое медленнее реального) для начальной тренировки;
- в «реальном» времени для эксплуатационной тренировки оперативного персонала;
- в ускоренном режиме для изучения и ускорения (уменьшения фактического времени переходного процесса во время тренировок) технологического процесса.

В зависимости от цели и поставленной задачи на тренажере могут быть обеспечены следующие режимы работы и тренировки:

- штатный (автоматический, ручной и комбинированный режимы управления котлом и турбиной);
- пуска или останова;
- аварийный (моделирование и локализация аварийных ситуаций);
- наладочный (настройка задач, параметров работы котла, турбины и основных САР);
- экзаменационно-игровой (проведение тренировки с вычислением балла качества работы по результатам выполнения задачи);
- «свободного плавания», когда машинист имеет возможность по собственному усмотрению имитировать выполнение тех или иных задач в условиях штатных и аварийных ситуаций. В этом режиме балл качества работы не рассчитывается.

**КАК ПРОИСХОДИТ ТРЕНИРОВКА.** Режим плановой тренировки предназначен для отработки типовых штатных и нештатных ситуаций, представленных в виде списка типовых задач. Продолжительность одной тренировки зависит от задачи и может длиться от 10 минут до нескольких часов.

Если тренировка противоаварийная, то в определенный момент времени выпадет заранее неизвестный отказ, который влечет за собой развитие событий на тренажере аналогичным образом, как это происходит на реальном объекте. При этом могут начать срабатывать те или иные сиг-



нализации и защиты. Задачей машиниста является быстрая оценка ситуации по имеющейся информации на панелях управления и мнемосхемах и проведение необходимых действий по локализации отказа. Так как события развиваются в реальном времени, то на принятие решений остаются считанные секунды, т.е. ситуация по этому параметру максимально приближается к аварийной.

Для подтверждения того, что машинист действует в аварийной ситуации осознанно, предусмотрен специальный режим «диагноза» ситуации. Как только машинист разобрался, что произошло, он должен нажать кнопку «Диагноз» и выбрать из представленного списка возможных отказов тот, который произошел. Если выбор был правильный и достаточно быстрый, то начисляются призовые баллы, в противном случае — штрафные. На время нахождения в режиме «диагноза» моделирование технологического процесса приостанавливается.

После выполнения задачи и завершения тренировки программа рассчитывает обобщенный балл качества. Результат автоматически заносится на магнитный диск в графу результатов данного машиниста. Программа обеспечивает сохранение 9 последних результатов по каждой задаче с указанием даты тренировки и производит расчет рейтингового балла по совокупности показанных результатов. Это позволяет

машинисту анализировать собственные результаты и самостоятельно определять необходимую интенсивность тренировок для преодоления проходного балла. Такой подход должен обеспечить реализацию главной функции тренажера — обучение персонала, а не его экзаменование. Более того, необходимость в непосредственном экзамене на тренажере отпадает, так как инструктор в любое время может проанализировать результаты каждого машиниста и скорректировать его подготовку в нужном направлении. Таким образом, контроль функциональной готовности может быть организован не по экзамену-лотерее, а по совокупности результатов, показываемых за продолжительный период времени.

Внедренный на Новополоцкой ТЭЦ компьютерный тренажер позволит обеспечить высокопрофессиональную подготовку оперативного персонала, а тем самым повысить безопасность, надежность, экономичность и продление срока службы технологического оборудования. В настоящее время специалистами ОАО «Белэнергоремналадка» аналогичный тренажер разрабатывается на Витебской ТЭЦ.

**Владимир ТИМОШЕНКО,**  
ведущий инженер  
по наладке котлов  
ОАО «Белэнергоремналадка»,  
**Геннадий КИШКИС,**  
руководитель группы  
реализации проектов АСУ ТП  
ОАО «Белэнергоремналадка»

## Получено свидетельство

**Свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности вручено гомельчанам.**

Служба автоматизации технологических процессов филиала «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго» получила свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности (НЦИС) о регистрации разработанного

программного обеспечения «АИСТ М2М Сервер». Данное программное обеспечение предназначено для предоставления удаленного доступа к счетчикам «АИСТ» различных моделей производства филиала «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго» клиентам (ПО верхнего уровня) посредством межмашинного взаимодействия (англ. Machine-to-Machine, M2M).

РУП «Гомельэнерго»

## Налажен метрологический контроль

**В БелГИМ налажен метрологический контроль средств измерений параметров солнечных элементов.**

Метрологический контроль средств измерений параметров солнечных элементов налажен с текущего года в Белорусском государственном институте метрологии. Новый вид услуг включает измерение параметров, поверку/калибровку имитаторов солнечного излучения, эталонных солнечных панелей, измерителей солнечной освещенности.

Для проведения метрологического контроля средств измерений параметров солнечных элементов в БелГИМ установлены пиранометр SMP22-A производства фирмы Kipp & Zonen и эталонная солнечная панель с кварцевым окном MODEL: 91150V производства фирмы Newport.

Пиранометр SMP22-A относится к клас-

су «вторичный эталон» (согласно ISO 9060 «Энергия солнечная. Технические условия и классификация приборов для измерения полусферического и прямого солнечного излучения»). Расширенная неопределенность калибровки прибора составляет 0,81%. Пиранометр применяется совместно с мультиметром Agilent 3458A. При этом расширенная неопределенность передачи единицы энергетической освещенности составляет не более 0,95%.

Метрологический контроль средств измерений параметров солнечных элементов может проводиться как в лаборатории БелГИМ на оптической скамье при освещении различными искусственными источниками освещения (лампа накаливания, светодиод и т.п.), так и в полевых условиях, по месту установки поверяемого/калибруемого оборудования.

Подготовила Лилия ГАЙДАРЖИ

## Реализация проектов по установке водогрейных электрокотлов

**Наряду с другими организациями ГПО «Белэнерго» ОАО «Белэнергоремналадка» активно участвует в мероприятиях по режимной интеграции Белорусской АЭС в баланс энергосистемы в рамках реализации областных инвестиционных программ.**

В настоящее время персонал БЭРНа задействован на пяти объектах, где устанавливаются водогрейные электрокотлы, в качестве субподрядной организации — на Могилевской ТЭЦ-2, Бобруйской ТЭЦ-2, Лукомльской ГРЭС, Рогачевской котельной; в качестве генерального подрядчика — на Гродненской ТЭЦ-2.

На Гродненской ТЭЦ-2 все основное и вспомогательное оборудование смонтировано и передано под нанесение тепловой изоляции. Монтаж технологических трубопроводов завершен, ведутся работы по их промывке и проведению гидравлических испытаний. Запланированы работы по монтажу электрооборудования и оборудования КИПиА. В здании, где установлены электрокотлы, выполняются отделочные работы, начато устройство постоянной подъездной дороги взамен временной. Все строительные и пусконаладочные работы планируется завершить в марте 2020 г., а ввод объекта в эксплуатацию запланирован на апрель 2020 г.

На Бобруйской ТЭЦ-2 и Могилевской ТЭЦ-2 уже установлены на фундаментах электрокотлы, подогреватели, насосы и вспомогательное оборудование, проводятся монтажные работы, осуществляется обвязка оборудования технологическими трубопроводами.

В рамках реализации проекта «Реконструкция схемы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС» выполняется комплекс строительно-монтажных работ по монтажу тепло-механического оборудования. В данный момент электрокотлы установлены на фундаментах, однако подогреватели, насосы и вспомогательное оборудование временно не монтируются, так как тепловой контур здания не закрыт, а монтаж оборудования допускается при температуре не ниже 5°C. Одновременно специалистами БЭРНа ведутся работы по монтажу двух паровых котлов ГМ-50.

Кроме того, между ОАО «Белэнергоремналадка» и ОАО «Электроцентрмонтаж» подписан договор строительного субподряда на выполнение строительно-монтажных работ по технологической части по объекту «Установка электрокотлов на Рогачевской котельной по адресу г. Рогачев, ул. Белинского, 21». К работам планируется приступить в феврале 2020 г.

**Алеся ТАНЧУК,**  
начальник бюро маркетинга ОАО «Белэнергоремналадка»



# Амбиции атома и роль возобновляемой энергетики

Газета «Энергетика Беларуси» периодически рассказывает о перспективах использования того или иного вида топлива в мировой энергетике. В этом номере речь пойдет об атомной, возобновляемой энергетике и системах хранения энергии.

«Синдром Фукусимы» мировая атомная энергетика пережила. Однако повышение технических требований, ограничения по безопасности, политические мотивы (Германия и Япония) привели к тому, что многие проекты АЭС были отложены и остановлены. Тем не менее удобство обеспечения устойчивой базисной нагрузки высокого качества сохраняется в странах с высоким уровнем потребления. В этой ситуации Китай и Индия пытаются выполнять свои «Парижские обязательства по климату» 2015 г. не только солнечными панелями, но и новыми АЭС. Далее следует вопрос о технической, организационной готовности к конкуренции на мировых рынках. Здесь важную роль играет государственная поддержка продвижения своего экспорта. Это, прежде всего, Россия и США. В настоящее время ГК «Росатом» выглядит на рынке весьма убедительно, но конкуренция будет обостряться всеми средствами, включая политические.

При этом во многих странах, активно строивших АЭС в предыдущем столетии, достаточно остро стоит вопрос об окончании срока эксплуатации энергоблоков, которые, как правило, составляют 40 лет. Из 451 действующего в мире энергоблока 91 эксплуатируется более 40 лет. В результате по все большому числу энергоблоков принимаются решения о продлении сроков их службы до 60 лет, а в США уже планируется в 2020 г. подача первых заявок об увеличении срока эксплуатации реакторов до 80 лет. Однако, несмотря на принимаемые решения, к 2040 г. в любом случае предстоит вывод более половины ныне действующих атомных мощностей, которые не во всех регионах будут компенсированы

вводом новых блоков.

На мировом рынке ядерных технологий в последние годы существенно возросли количество и разнообразие участников и их предложений: с одной стороны, это открывает более широкое поле возможностей, но с другой — усиливает конкурентное давление, с которым в полной мере столкнулись прежние лидеры.

Структура состава строящихся АЭС в мире показывает, что поставщики из развитых стран — Франции, США, Японии — занимают лишь около 20% рынка, как по мощностям, так и по количеству реакторов. Если же принимать во внимание только международные проекты (строительство АЭС в другой стране), то из них на рынке остается только французская Framatome (бывшая Aegva). ГК «Росатом» контролирует около четверти мирового рынка, если исходить из общих объемов строительства. Если же рассматривать только международные проекты, то доля корпорации и вовсе приближается к половине. Китайские и корейские производители теперь тоже не только могут производить реакторы для своих стран, но и выходят на мировые рынки.

Россия занимает первое место в мире по объемам строительства АЭС за рубежом. Портфель проектов ГК «Росатом» охватывает страны Европы, Азии, Ближнего Востока и Северной Африки. Сооружаемые ГК «Росатом» АЭС в Бангладеш, Беларуси, Египте и Турции станут первыми АЭС в истории этих стран. Возводимые ГК «Росатом» энергоблоки №3–6 АЭС «Куданкулам» в Индии, энергоблоки №2 и 3 АЭС «Бушер» в Иране и энергоблоки №7 и 8 Тяньваньской АЭС в Китае станут дополнением к уже построенным там российской стороной объектам атомной генерации.

Низкая доля ведущих атомных корпораций развитых стран в структуре строящихся проектов недостаточна для выводов о востребованности их услуг и перспективах компаний, но хорошо иллюстрирует тенденции изменений атомной отрасли. С одной стороны, прежние лидеры остаются в числе поставщиков основных текущих проектов или участвуют в консорциумах; кроме того, стоит учитывать и перспективные проекты, такие как Westinghouse в Индии. С другой стороны, роль этих компаний действительно сокращается.

В конце 2018 г. агентство Reuters опубликовало информацию о том, что японские Mitsubishi, Hitachi и Toshiba отказываются от проектов в Турции и, вероятно, в Великобритании (хотя Mitsubishi позднее заявила, что рассматривает возможность продолжения работы). По экспертным данным, Саудовская Аравия, ОАЭ и ЮАР также не сочли возможным выбрать именно японские проекты. В то же время Framatome и Westinghouse также переживают период собственной реструктуризации и низкого числа заказов (тем более зарубежных).

Специфической проблемой японских производителей становится отсутствие достаточного опыта строительства АЭС в условиях отказа от активного развития атомной отрасли в Японии после аварии на АЭС «Фукусима». В энергетике США немного другие проблемы с тем же итогом: атомная энергетика становится менее конкурентоспособной в условиях избытка дешевого газа. В итоге с 2012 г. в стране были остановлены 6 реакторов из 104, и еще 13 могут закрыться в перспективе до 2025 г. Франция долгие годы строит новейший реактор Flamanville 3 с не-

однократным сдвигом сроков.

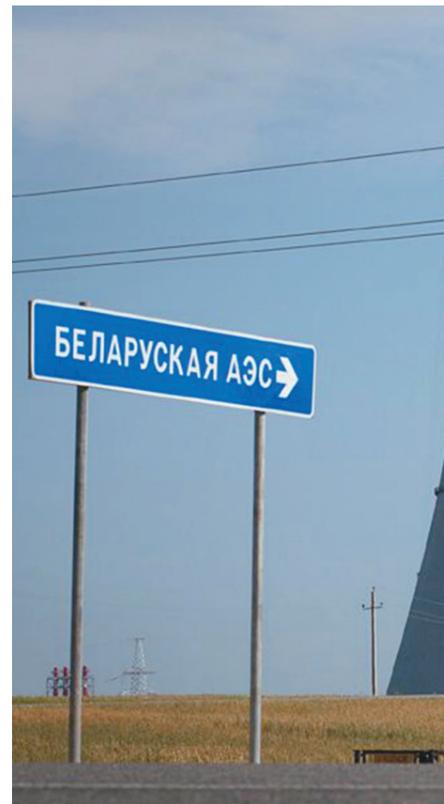
Таким образом, конкуренция поставщиков ядерных технологий на международном рынке продолжается, и ее средства выходят далеко за пределы исключительно рыночного соперничества по цене и качеству услуг. Появление на рынке все более широкого круга потребителей из развивающихся стран заставляет пересмотреть политику внедрения ядерных технологий. Но на рыночные позиции прежних экспортеров из развитых стран активно претендуют другие игроки, в том числе ГК «Росатом».

## ВИЭ

За последние 15 лет значительные субсидии, направленные на увеличение использования возобновляемых источников энергии, привели к резкому сокращению затрат на технологии ВИЭ с быстрым ростом доли переменных источников выработки электрической энергии. Несмотря на взрывной рост производства электрической энергии из ВИЭ и значительное сокращение выбросов для надежных поставок «зеленой» энергии требуются значительные инвестиции для обеспечения гибкости и устойчивости энергетических систем.

Наращивание ВИЭ-генерации продолжает опираться на государственную поддержку, но масштабы распрощания требуют корректировки. В мировой политике стимулирования ВИЭ намечается увеличение гибкости и стремление к комплексной реализации, растет внимание к мероприятиям по развитию удаленных и изолированных энергосистем.

По данным REN21, в 2018 г. в мире установленные мощности возобновляемой генерации, включая гидроэнерге-





тику, достигли 2378 ГВт, что на 8,3% больше, чем в 2017 г. (исключая гидроэнергетику — 1246 ГВт, что больше значений 2017 г. на 15,3%). Электрогенерация остается основным направлением поддержки альтернативных ВИЭ, в то время как меры их продвижения в теплохладоснабжении и на транспорте запаздывают. Так, национальные цели по ВИЭ в электрогенерации обозначены в 146 странах мира, в теплохладоснабжении — в 48 странах и на транспорте — в 42. Несмотря на то что в отдельных случаях ВИЭ уже демонстрируют конкурентоспособность, драйвером их развития продолжает выступать политика. Стимулы к внедрению ВИЭ-генерации по состоянию на конец 2017 г. внедрены в 128 странах (для сравнения — на транспорте их ввели 70 стран, а в теплохладоснабжении — только 24).

В отношении ВИЭ базовые сценарии прогнозов вновь были пересмотрены в пользу увеличения их роли в перспективном энергетическом балансе. Без учета гидроэнергетики и традиционного использования биомассы ожидаемое потребление ВИЭ выросло на 7–13%. Предположительно к 2040 г. оно увеличится в 5–6 раз. ВИЭ внесут основной вклад в удовлетворение роста спроса на электроэнергию, который по базовому сценарию МЭА в 2017–2040 гг. увеличится на 60%, в результате чего электроэнергия займет около четверти конечного потребления энергии. Столь существенный рост производства электроэнергии позволит частично решить вопрос всеобщего доступа к энергии и искоренения энергетической бедности. Однако потенциал электрификации существенно больше, а электробаланс базового сценария МЭА, где уголь сохранит за собой ведущую роль в качестве топлива, не позволит снизить выбросы парниковых газов в электроэнергетике. В то же время сценарий МЭА перехода к устойчивому развитию мирового энергетического комплекса

(Sustainable Development), где эти проблемы во многом решены, потребует на 30% большего объема инвестиций в сектор электроэнергетики, что неизбежно приведет к росту цен на электроэнергию для конечных потребителей.

В технологической сфере основные проблемы увеличения доли ВИЭ связаны с растущими сложностями интеграции в энергосистему больших объемов распределенных по сети источников, многие из которых имеют нерегулируемый режим работы (ветровые, солнечные установки). Увеличение на порядок возобновляемой генерации требует интенсивной перестройки магистральных и распределительных сетей, а также наличия значительного резерва тепловых мощностей либо накопителей, которые большую часть времени остаются недогруженными. Таким образом, в настоящее время конфликт между новыми технологиями и прежней организацией энергосистемы демпфируется исключительно за счет экстенсивных мер — инвестирования в сети и резервы мощностей. Однако по мере роста мощностей ВИЭ это становится все сложнее.

В рыночной сфере проблемы, обусловленные развитием ВИЭ, связаны в первую очередь с тем, что электроэнергия на базе ВИЭ, поступающая на спотовый рынок во все больших объемах (с почти нулевыми переменными издержками), приводит к фундаментальным изменениям рыночного равновесия, которые проявляются в учащающихся периодах крайне низких, нулевых или даже отрицательных цен. Это ведет к неуклонному снижению цен на электроэнергию, не создавая устойчивых рыночных сигналов для инвестиций.

К настоящему времени, однако, накопился значительный ряд новаций как в самой электроэнергетике, так и в смежных сферах, каждая из которых сама по себе не является революционной, но совместное внедрение которых может

разрешить этот конфликт и привести к полной смене традиционного облика энергосистем и электроэнергетического рынка.

### СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Основной задачей накопителей энергии является оптимизация производства электроэнергии за счет выравнивания графика нагрузки на электростанциях и других объектах электроэнергетической инфраструктуры. Использование подобных систем позволяет отказаться от резервирования крупных генерирующих мощностей при сохранении надежности энергосистемы, а при определенных условиях может привести и к снижению стоимости производимой электроэнергии. По данным Министерства энергетики США, установленная мощность систем хранения энергии в мире в 2018 г. увеличилась по сравнению с 2017 г. на 12% и достигла более 190 ГВт.

Наиболее крупные совокупные мощности по накоплению и хранению энергии сосредоточены в Китае (19% от мирового объема), Японии (17%), США (14%) и странах Европы (Испания, Италия, Германия и другие). Несмотря на разнообразие видов систем хранения энергии, доля гидроаккумулирующих мощностей (ГАЭС) в совокупной мощности систем хранения энергии составляет 96%. ГАЭС преимущественно используются в связке с ГЭС и АЭС, что также повлияло на их распространение в различных странах. Другие виды систем хранения энергии (электрохимические аккумуляторы, системы со сжатым воздухом, тепловые накопители и т.д.) из-за ограничения существующих технологий и экономической целесообразности использования распространены в гораздо меньшем масштабе. При этом в зависимости от конкретных условий и целей хранения энергии выбор типа накопителей энергии может зависеть от требований к выдаваемой мощности, длительности хранения энергии, удельных затрат, КПД, срока службы и количества циклов заряда, территории размещения и воздействия на окружающую среду.

Растущая актуальность использования систем накопления и хранения подталкивает различные страны к созданию стимулов для их развития и устранения различных барьеров. Это касается поддержки развития технологий, разработки норм и стандартов, а также создания и совершенствования регуляторных норм для возможности участия накопителей в рынке мощности. Примером последнего является активное развитие законодательства в области энергетики в США и странах Европы.

Ожидается, что дальнейший рост рынка хранения энергии в мире будет обусловлен развитием генерации на основе ВИЭ, которая характеризует-

ся нестабильностью выработки электроэнергии (например, солнечная и ветроэнергетика), распределенной генерацией, «умными сетями» и рынком электромобилей. Причем эксперты ожидают в долгосрочной перспективе изменения структуры мощностей накопителей с уменьшением доли ГАЭС, хотя крупные планы по их строительству также существуют, например, в Китае.

Международное агентство возобновляемой энергетики (IRENA) в базовом сценарии прогноза «Накопители электроэнергии и ВИЭ: стоимость и рынки до 2030 года» ожидает, что к 2030 г. относительно 2017 г. глобальные мощности по хранению энергии вырастут на 42–68%, а в случае активного развития ВИЭ — на 155–227%. Во втором случае IRENA ожидает, что доля ВИЭ без учета крупных ГЭС в мировом конечном потреблении энергии к 2030 г. удвоится, достигнув 21%. При этом гидроаккумулирующие мощности вырастут примерно на 40–50% во всех сценариях, но могут занять от 45% до 83% в структуре глобальных мощностей хранения энергии, в зависимости от развития других видов технологий накопления энергии.

Важную роль в изменении их структуры может сыграть развитие батарейных накопителей. Их стоимость, по ожиданиям IRENA, может сократиться на 50–70% к 2030 г., а календарный срок службы и количество циклов заряда без значимого износа существенно увеличатся. При этом IRENA, как и МЭА, не ожидает, что батарейные накопители смогут в ближайшей перспективе исключительно в виде промышленных накопительных установок массово заменить существующие альтернативы балансировки энергосистем, особенно газовые электростанции. Однако батареи имеют преимущество в использовании для регулирования частоты в энергосистемах, а также в возможностях их относительно быстрого производства и возведения таких установок в различных масштабах. Кроме того, от развития технологий производства батарей напрямую зависят перспективы развития электромобилей, которые также могут занять в электроэнергетических системах роль источника электроэнергии в период пиковых нагрузок.

Таким образом, накопители энергии могут стать важным элементом электроэнергетики в будущем. Динамичное развитие технологий в этом направлении может заметно изменить энергосистемы. Это в определенной степени негативно скажется на спросе на ископаемые топлива, так как накопители станут все больше замещать тепловую генерацию в роли балансировщика в электроэнергетических системах.

Обзор по материалам  
Международного энергетического  
агентства, Аналитического центра  
при президенте Российской  
Федерации, Международного  
агентства по возобновляемым  
источникам энергии IRENA  
подготовил  
Антон ТУРЧЕНКО

# ЗОЖ стартовал в Жлобинских электрических сетях

Коллектив Жлобинских сетей начал новый год со стремления внедрять в свою жизнь здоровые привычки. Проект рассчитан на весь календарный год — по одной привычке на месяц.

— Мы предлагаем начать с простых вещей: правильно питаться, следить за своим здоровьем, больше двигаться и постепенно не просто отказаться от вредных привычек, а прийти в гармонию с собой и



своими близкими, — рассказал председатель профсоюзного комитета Александр ЗАЯЦ. — Так, в декабре текущего года наши усилия планируем завершить привычкой заботиться о близких, научиться благода-

рить их и весь окружающий мир за всё хорошее, что с нами происходит.

Начали работники ЖЭСа с контроля за потреблением жидкости. «Январские праздники с сопутствующими им за-



стольем и малоподвижным образом жизни пагубно влияют на наше здоровье. Перестроить свой организм на рабочий режим и ранние подъемы — не самое простое занятие, но вполне реальное, если начать внедрять здоровые привычки в свою жизнь уже сегодня», — так охарактеризовала старт проекта инструктор-методист по спорту предприятия Анастасия КОВАЛИЦКАЯ.

Желающим присоединиться даны рекомендации по питьевому режиму, нормы расчета суточного потребления жидкости. Участникам проекта предлагается контролировать ежедневное потребление воды и получать статистику с помощью приложения Waterbalance на своем мобильном телефоне.

— Ожидаем, что фанатами ЗОЖ к концу года станут все работники электрических сетей, — высказал пожелание профсоюзный лидер.

Анна МАВИЧ

# АРТ-опоры появятся в Брянской области

Жителям Брянской области надоели обычные скучные электроопоры, установленные в регионе. Они обратили внимание на то, что во многих городах России уже появились креативные арт-объекты в виде опор линий электропередачи, ставшие местными достопримечательностями и центром притяжения туристов.

Один из самых известных арт-объектов в Калининграде — волк Забивака — символ чемпионата мира по футболу. В Белгороде 26-метровая опора выполнена в виде герба города — льва и парящего над ним орла.

В начале декабря прошлого года в Воронеже появилась 46-метровая 122-тонная опора в виде красного маяка. В Калуге опору оформили в виде ракеты. Еще один арт-объект — инсталляция в виде богатыря — находится во Владимире.

Брянцы тоже захотели архитектурного креатива. Они обратились в «Россети» с просьбой установить и в городе необычную опору. Об этом 20 января сообщил телеграм-канал «Медиатехнолог». Руководство компании идею поддержало.

bryansktoday.ru



ООО «ТРАНСМАШ»  
Кабельные муфты 1-35кВ.

ГОСТ 13781.0-86 Сертификат ТР ТС

Производственная марка

«ТРАНСМАШ» «Термофит»



Фирменное обучение кабельщиков

24 года в энергетике

ул. Стебенева, 8, г. Минск, 220024, Беларусь  
http://transmash.by/, info@transmash.by  
Тел./факс (017) 365-63-14, (017) 201-92-43  
(029) 675-63-14, (029) 263-63-14

УНП 600345272



ЭнергоСтройАльянс

220018, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Шаранговича, д.19, комн.757  
тел. (+375 17) 259-01-68; тел./факс (+375 17) 259-01-76  
email: energostroyallians@mail.ru, УНП 191100250, ОКПО 378370175000

Поставка электротехнического оборудования для нужд энергетики Республики Беларусь:

- трансформаторы тока и напряжения 10—330 кВ;
- трансформаторы отбора мощности;
- реакторное оборудование;
- оборудование для обработки трансформаторных и турбинных масел;
- промышленная арматура.



"Сузор'е Льва"

Энергетика - "под ключ"

- Производство шкафов РЗА, ПА, ВЧ-связи, телемеханики, АСКУЭ, цифровой связи, АСУТП и др.
- Производство вакуумных релюэзеров 6-35 кВ
- Производство шкафов регистрации аварийных событий
- Модернизация и обновление энергообъектов низковольтным и высоковольтным оборудованием
- Поставка иного электротехнического оборудования
- Проектирование, монтаж, наладка
- Сервисное обслуживание

представитель электротехнических заводов Европы, России и Китая

www.nalodka.by

Республика Беларусь, 220035  
г. Минск, ул. Тимирязева, 65А, пом. 231  
тел./факс: (017) 211-06-12, 211-06-13, 290-89-00.  
e-mail: sl@sl.gin.by

УНП 100045473

ЭНЕРГЕТИКА БЕЛАРУСИ

Регистрационный №790 от 20.11.2009 г.

Учредители — ГПО «Белэнерго» и РУП «БЕЛТЭИ»

Главный редактор — Ольга ЛАСКОВЕЦ

Подписные индексы:

63547

(для ведомств),

635472

(для граждан)

Адрес редакции: 220048, Минск, ул. Романовская Слобода, 5 (к. 311).  
Факс (+375 17) 200-01-97, тел. (017) 220-26-39  
E-mail: olga\_energy@beltei.by

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных объявлений. Редакция может публиковать материалы в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Александр БРУШКОВ  
выпускающий редактор Наталья КУДИНА  
КОРРЕСПОНДЕНТЫ Антон ТУРЧЕНКО, Лилия ГАЙДАРЖИ  
КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА Дмитрий СИНЯВСКИЙ

Отпечатано в Гродненском областном унитарном полиграфическом предприятии «Гродненская типография»  
230025, Гродно, ул. Полиграфистов, 4.  
ЛП № 02330/39 от 29.03.2004 г.  
Подписано в печать 31 января 2019 г.  
Заказ № 144. Тираж 7000 экз.  
Цена свободная.

АРХИВ НОМЕРОВ

