Январь 2018 г.

ЭНЕРГОВЕКТОР

ЛУКОЙЛ
КОРПОРАТИВНАЯ ГАЗЕТА ОРГАНИЗАЦИЙ БИЗНЕС-СЕКТОРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» ПАО «ЛУКОЙЛ»

На пороге перемен 4
Радиальные турбины 8
Именем Джоуля 10
Жульнические счётчики 15

Есть миллион!

В 2017 г. ПАО «ЛУКОЙЛ» впервые добыло на Ярегском месторождении в Республике Коми свыше 1 млн т нефти. По отношению к 2016 г. объём производства на Яреге вырос почти на 20%.

Более чем на 40% увеличена проходка при бурении горизонтальных скважин для добычи по технологии SAGD (термогравитационное дренирование пласта) и почти на 50% – объёмы закачки пара в нефтеносные пласты.

Напомним, что Ярегское месторождение – единственное в России, где нефть добывают как подземным (термошахтным), так и поверхностным способами. Залежи углеводородов находятся на глубинах 165–200 м при низком пластовом давлении, нефть обладает аномально высокой вязкостью и почти не содержит попутного газа. Поэтому основной способ повышения нефтеотдачи – это снижение вязкости сырья с помощью теплового воздействия на пласт. Неудивительно, что нефтяники ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» на Яреге в своей работе всецело полагаются на энергетиков.

В 2017 г. на Ярегском месторождении введены в эксплуатацию газотурбинный энергоцентр мощностью 75 МВт и комплекс парогенераторных установок общей производительностью 300 т в час, годом ранее – пункт подготовки и сбора нефти и водоподготовительная установка ВПУ-700, резко снизившая нагрузку на окружающую среду.

Стандарты для работы

ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» с помощью специалистов блока энергетики ПАО «ЛУКОЙЛ» разработало проекты корпоративных стандартов «Выбор режима заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6–35 кВ» и «Выбор, монтаж и эксплуатация кабельных линий напряжением 6–35 кВ на основе кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с учётом принятой схемы заземления нейтрали». Как объяснил начальник Пермского регионального управления сетевого предприятия Сергей Соловых, в отраслевой нормативной базе РФ подобных документов нет, а проблемы с надёжностью линий возникают.

Начальник управления энергоэффективности и энергообеспечения ПАО «ЛУКОЙЛ» Евгений Фролов сообщил о том, что блок энергетики планирует в 2018 г. внедрить эти документы как стандарты компании.

С огнём в сердцах

Молодые энергетики Западно-Сибирского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» в декабре съехались в Когалым на последнее в 2017 г. заседание регионального Совета молодых специалистов.

Встреча началась с официальной части. Молодёжь приветствовал начальник управления Владимир Хованский. Для ребят это была редкая возможность лично познакомиться с руководителем предприятия и задать ему интересующие вопросы.

Одна из тенденций последних лет – омоложение кадрового состава управления. В 2017 г. году оно пополнилось тринадцатью молодыми специалистами. Всесторонняя программа стимулирования молодёжи даёт им многочисленные преимущества – начиная с единовременного пособия при приёме на работу и заканчивая перспективами карьерного роста в компании.

Прежний председатель СМС Павел Матвеев убедился в этом на собственном опыте. Павлу ещё нет и тридцати, но он уже начальник сетевого района на Повховском месторождении. Ответственная работа, на которую уходит много времени, не позволила Павлу остаться руководителем СМС.

На повестке дня, помимо доклада о проделанной за год работе, стояли выборы нового председателя. Основной кандидатурой была Евгения Конева – инженер по расчётам цеха релейной защиты автоматики грозозащиты и ремонта электрических подстанций. В кругу молодых специалистов Евгения известна как активная участница общественных мероприятий и «генератор» свежих идей. Неудивительно, что большинство коллег поддержали её кандидатуру. В 2018 г. обновлённый Совет молодых специалистов приступил к выполнению новой программы мероприятий.

Вторая часть встречи прошла в неофициальной обстановке. Молодые специалисты посетили океанариум и прошли увлекательный квест, ещё лучше узнав друг друга и ощутив единство коллектива.

В 2018 г. молодым специалистам предприятия предстоит большая работа, которую им поможет осилить командный дух. Юбилейный для ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» год обещает быть богатым на события.

Благодарный регион

Каждый год 22 декабря в России празднуют День энергетика. В этот день принято подводить предварительные итоги года и отмечать лучших работников энергетических предприятий. Следуя замечательной традиции, администрация Астраханской области накануне праздника собрала энергетиков на торжественный приём.

Глава региона Александр Жилкин поздравил аудиторию с профессиональным праздником. «*Сегодня мы чествуем тех, кто трудится не покладая рук для того, чтобы в наших домах горел свет, было тепло и уютно, чтобы бесперебойно работали промышленные предприятия, государственные учреждения, школы, больницы, детские сады. Астраханский энергетический комплекс полностью обеспечивает нужды региональной экономики, развиваются сетевая инфраструктура и генерирующие мощности, благодаря вкладу энергетиков улучшается инвестиционная привлекательность территории*», – сказал Александр Жилкин.

«За многолетний добросовестный труд» Почётной грамотой губернатора Астраханской области отмечены трое сотрудников ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго»:

- Антон Квасов – ведущий инженер технической службы ПГУ-110;
- Дмитрий Куринный – ведущий инженер технической службы ПГУ-235;
- Пётр Чайкин – старший машинист котельного оборудования 7 разряда службы эксплуатации Астраханской ТЭЦ-2.

От имени регионального парламента специалистов поздравил председатель комитета Думы по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству Юсуф Зейнединов. Почётной грамотой Думы Астраханской области награждён Сергей Кутняшенко – старший мастер 1 группы теплового района «Северный» ООО «Астраханские тепловые сети».

Почётными грамотами Министерства промышленности, транспорта и природных ресурсов Астраханской области отмечены:

- Мусфар Субханкулов – инженер 1 категории службы диагностики Астраханской ТЭЦ-2;
- Глеб Шевченко – ведущий инженер технической службы ПГУ-235;
- Сергей Трубицын – слесарь по обслуживанию тепловых сетей 5 разряда теплового района «Южный» ООО «Астраханские тепловые сети».

Здоровье и сила

В середине декабря 2017 г. в физкультурно-оздоровительном комплексе Волжской ТЭЦ прошло традиционное спортивное состязание за Кубок им. Валерия Жиркова, организованное первичной профсоюзной организацией ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго». Под звуки аплодисментов, крики болельщиков, топот ног и шум трещоток за престижные призы боролись пять команд: «ЛУКОЙЛ ВЭ» – сборная ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» и управляемых обществ, «КГПЗ» – спортсмены с Коробковского газоперерабатывающего завода, команда «ВТС» из ООО «Волжские тепловые сети», «Филиал МЭИ» – студенты из Волжского филиала НИУ МЭИ и «Энергоремонт» – сборная одноимённого предприятия.

Состязания проходили в восьми видах: мини-футболе, стритболе, волейболе, шахматах, плавании, дартс, настольном теннисе и гиревом спорте. В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениями и были определены общекомандные места по шести спортивным дисциплинам. На второй день остались четыре матча по мини-футболу и две волейбольные игры.

Сам Валерий Сергеевич Жирков, заслуженный энергетик Волгоградской области, председатель попечительского совета Волжского филиала МЭИ, выступил перед спортсменами с приветственной речью как почётный гость соревнований. «*Очень рад уже в восьмой раз быть в этом зале, видеть лица участников, ощущать ваш задор, спортивный азарт! Приятно, что этот кубок существует и что вы, участвуя в нём, испытываете спортивный азарт и моральное удовлетворение,* – сказал он. – *Поздравляю всех участников соревнований с нашим общим праздником! Неважно, кто займёт призовое место, а кто – нет: в спорте главное – честная борьба и воля к победе. Ребятам спасибо за участие, организаторам – за их труд!*»

Главный приз спартакиады – Кубок им. Валерия Жиркова – завоевали спортсмены Коробковского газоперерабатывающего завода, проявив завидное мастерство в различных видах спорта, волю к победе и умение играть честно, ярко. Они же и в прошлом году получили трофей состязаний.

В гостях у энергетиков

Молодые сотрудники «ВолгоградНИПИморнефти» (филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» в Волгограде) посетили Волжскую ТЭЦ ООО «Тепловая генерация г. Волжского». Делегация из 17 человек побывала на производственных участках теплоэлектроцентрали, включая центральный тепловой щит управления № 1 и главный щит управления станции. Молодые учёные узнали и увидели своими глазами, откуда и как тепло и свет поступают в дома волжан.

Старший начальник смены станции Валерий Горидько и начальник смены станции по электротехническому оборудованию Вячеслав Шибитов в роли гидов рассказали об основных технологических процессах. Так, пар после котла подаётся в турбину при давлении порядка 115 атм и температуре 525 °С. В эксплуатации находятся шесть турбогенераторов, а также семь паровых и два пиковых водогрейных котла.

Теплоэлектроцентраль, электрическая мощность которой составляет 497 МВт, а тепловая – 1217 Гкал/ч, считается опасным производственным объектом. На территории предприятия находятся газораспределительный пункт, куда поступает природный газ, две мазутнонасосные станции с баками хранения мазута и подогревателями, ресиверы с водородом и масляное хозяйство с баками хранения масла.

Пещерный огонь

Американские археологи и климатологи выдвинули любопытную гипотезу о том, что примерно 40–60 тыс. лет назад Земля существовала без защитного озонового слоя (задерживает жёсткое ультрафиолетовое излучение), переживая период повышенной солнечной радиации. В пользу этой гипотезы свидетельствуют многочисленные схожие наскальные рисунки, оставленные пещерными людьми повсеместно вдоль экватора. На этих рисунках человек зажигает сухую ветку, высунув её из пещеры наружу.

Вполне возможно, что климатической аномалией был вызван сам феномен пещерного человека: тогда в низких широтах люди были вынуждены постоянно жить в пещерах и выходить наружу преимущественно в тёмное время суток.

В большой семье

Следуя доброй традиции, в преддверии Нового года работники общества «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕРВИС» при поддержке его первичной профсоюзной организации посетили Каширский специализированный социально-реабилитационный центр для несовершеннолетних «Семья».

Для воспитанников центра 26 декабря 2017 г. была организована праздничная новогодняя программа с вручением подарков и сладкими угощениями. Конечно же, главными героями праздника стали Дед Мороз со Снегурочкой. На всем протяжении встречи дети пели, танцевали, вдохновенно рассказывали стихотворения, заряжаясь чудесным новогодним настроением.

Отличники ГТО

Следуя девизу «В здоровом теле – здоровый дух», сотрудники ООО «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг» в 2017 г. усилили свою физическую подготовку. Результаты оценивали выполнением норм Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне». Сдача нормативов началась ещё в августе на территории Олимпийского комплекса «Лужники», а 9 сентября, в день празднования 870-летия Москвы, продолжилась во Дворце спорта АЗЛК «Москвич». К декабрю 2017 г. все нормативы были сданы.

Работники инжинирингового предприятия проверяли свои возможности в беге на 100 м, 3 и 5 км, прыжках в длину с места, подтягивании, гиревом спорте, стрельбе, плавании на 50 метров, метании спортивного снаряда. В результате четверо энергетиков – Руслан Мусин, Сергей Козаченко, Антон Семенихин и Руслан Исхаков – получили золотые знаки отличия ГТО.

В текущем году физкультурно-спортивная подготовка и сдача нормативов будут продолжены.

Счётчики «поумнеют»

Минэнерго России надеется, что к весне 2018 г. Госдума примет закон, который обяжет энергетиков приступить к массовому внедрению умных счётчиков электроэнергии. Эти приборы будут автоматически передавать показания владельцам квартир и энергокомпаниям. Законопроект уже рассмотрен в первом чтении.

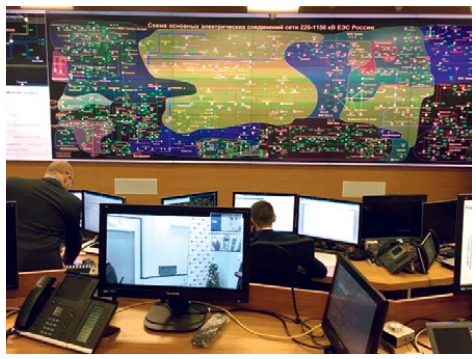
Обходы под контролем

ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» приступило к опытной эксплуатации программно-инструментального комплекса «Мобин», предназначенного для оптимизации и автоматизации процессов обхода на ТЭС, контроля за работой оперативного персонала и снижения значимости человеческого фактора.

Обходчик носит с собой многофункциональный прибор SmartBox (содержит пирометр, виброметр и RFID-сканер) и планшетный компьютер промышленного исполнения. Следуя заранее загруженной в планшет маршрутной карте, работник с помощью SmartBox контролирует состояние оборудования, помеченного RFID-метками, и при необходимости фотографирует дефекты на камеру, встроенную в планшет. По окончании обхода он выгружает собранную информацию на сервер. На основе этой информации программой фиксируются выявленные дефекты оборудования и отклонения в работе систем управления.

Комплекс «Мобин» должен, с одной стороны, облегчить труд обходчиков и повысить достоверность собираемых ими данных. С другой стороны, он сократит объёмы бумажной работы и поможет руководству предприятия улучшить контроль за состоянием основного и вспомогательного технологического оборудования, выявлять дефекты на ранней стадии и иметь более достоверную информацию для принятия решений.

Комплекс «Мобин» будет внедряться на Астраханской ТЭЦ-2, ПГУ-110 и ПГУ-235. Как рассказал заместитель генерального директора – главный инженер ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» Алексей Парфёнов, на Астраханской ТЭЦ-2 тестовые обходы уже охватывают турбоагрегаты, питательные электронасосы с электродвигателями и подогреватели высокого давления. Запланировано расширение схемы обходов по основному тепломеханическому оборудованию, а также введение обходов по газовому, электротехническому и водоподготовительному участкам. Комплекс «Мобин» объединяется с информационной системой более высокого уровня «ЛУКОЙЛ-Maximo», в которой будут готовиться планы по обслуживанию и ремонтам оборудования.



К цифровой экономике

22 декабря 2017 г. в посёлке Солонцы под Красноярском была введена в строй первая в России цифровая подстанция. Министр энергетики РФ Александр Новак по видеосвязи дал команду на её включение.

Пользуясь случаем, глава энергетического ведомства поздравил энергетиков с профессиональным праздником. «*Наша профессия не очень располагает к отдыху, энергетикам всегда приходится быть начеку, но сегодня красноярские коллеги немного приблизили то время, когда ещё одну часть наших забот возьмёт на себя автоматика,* – сказал министр. – *Сегодня лидером в конкурентной борьбе становится тот, кто первым использует в своей работе самые современные технологии. Я рад, что мы реализовали часть большой задачи по цифровизации российской экономики, которую поставил перед нами Президент РФ Владимир Путин*».

Подстанция 110/10 кВ имени М. П. Сморгунова, которую с 2015 г. строили специалисты МРСК Сибири, обеспечит электроснабжение объектов перспективной малоэтажной застройки Емельяновского района Красноярского края, включая один из крупнейших за Уралом многофункциональных торговых комплексов.

Первая цифровая подстанция была открыта под Красноярском не случайно – энергосистема этого региона одна из самых больших в стране, здесь сильные пиковые нагрузки и суровый климат, значит, оборудование пройдёт хорошую обкатку. Со временем опыт красноярцев будет проанализирован, а успешные наработки – тиражированы на других объектах электросетевого хозяйства.

Говорит Чубайс

В декабре 2017 г. в Москве прошла IV Конференция «Будущее возобновляемой энергетики в России», организованная газетой «Ведомости». Компания «ЛУКОЙЛ» обеспечила присутствие на конференции студентов РГУ нефти и газа, которые обучаются на подшефной для «ЛУКОЙЛа» кафедре возобновляемых источников энергии.

Будущие магистры возобновляемой энергетики с интересом прослушали подиумное интервью идеолога энергетической реформы Анатолия Чубайса, а затем – оживлённые дискуссии о проблемах развития ВИЭ в России. **Эв**

На 2018-й и дальше

Шесть тенденций, которые повлияют на облик экономики, энергетики и транспорта

Некоторые мыслители считают, что ни прошлое, ни будущее не стоят нашего внимания. *«Не живите прошлым, не мечтайте о будущем, мысленно концентрируйтесь на настоящем моменте»,* – советовал Конфуций. Тем не менее профессия аналитика, который перебрасывает мостик между прошлым и будущим, уважаема и востребована, особенно в начале года, когда люди по традиции оглядываются назад, читают прогнозы и строят планы. Желая помочь читателям с ориентирами на 2018 г., «Энерговектор» предлагает шесть своих прогнозов, упорядоченных по степени достоверности.

1. ВИЭ взрослеют

За рубежом возобновляемая энергетика переходит на новый уровень. Акценты в развитии новых источников энергии смещаются – вместо вопросов роста мощностей и объёмов генерации на первый план выходят проблемы эффективной интеграции ВИЭ в имеющиеся энергосистемы. Можно сказать, что ребёнок уже вырос, набрался сил и хочет работать, как взрослые.

Вопрос интеграции ВИЭ в энергосистему приобретает актуальность не только ввиду значительного объёма уже построенных генерирующих мощностей, но и в связи с погодной дестабилизацией, которая наблюдается на планете в последние годы.

В России, а она, как всегда, идёт своим путём, внедрение ВИЭ только начинается. При этом мы имеем замечательное преимущество перед другими странами – мы сразу используем отработанные за рубежом технологии и решения, избегая лишних проб и ошибок. По итогам года установленные мощности электростанций на ВИЭ в России покажут хорошую прибавку.

2. Цена денег

Проценты по депозитам вырастут. Это приятная новость для граждан, которые хранят сбережения в банках.

В 2017 г. банковская система столкнулась с необычным явлением, которое нарушило привычную расстановку сил. У граждан и инвестиционных институтов появились альтернативные инструменты для вложения средств – криптовалюты и криптотокены. Под конец 2017 г. их суммарная капитализация быстро росла, приближаясь к 600 млрд долл., а это уже крупная величина, которую сложно игнорировать.

В сравнении с криптовалютными сверхприбылями, которые по итогам 2017 г. исчисляются сотнями процентов годовых, банковские проценты и доходы по облигациям выглядят бледно, а если вычесть инфляцию, вообще кажутся насмешкой. Мы ожидаем, что в 2018 г. фининституты столкнутся с заметным оттоком средств вкладчиков и уменьшением спроса на традиционные инвестиционные инструменты, такие как государственные и корпоративные облигации. Не имея реальной возможности запретить криптовалюты, банковские регуляторы будут вынуждены повышать процентные ставки по гособлигациям и ограничивать объёмы свежей денежной эмиссии. Образно говоря, криптовалютчики отберут печатный станок у центральных банкиров.

Стоимость заимствований для бизнеса, вероятней всего, вырастет не так заметно, как проценты по банковским депозитам, поскольку у предпринимателей появился криптовалютный вариант краудфандинга – механизм ICO. В итоге банковский сектор в целом окажется в сложной ситуации, некоторые крупные игроки могут опрокинуться. Зато реальный сектор в целом выиграет.

3. Нефтедоллар

Нефтедоллар уходит с мировой арены. Китай, который в 2017 г. стал крупнейшим импортёром сырой нефти, во всё больших объёмах покупает её за юани. Вслед за Россией предложение заключить долгосрочные контракты на поставку нефти в юанях получила Саудовская Аравия.

Тем временем уже существует криптовалюта petrodollar, перспективы распространения которой пока не ясны, а Венесуэла недавно объявила о готовящемся выпуске собственной криптовалюты petromoneda, предназначенной специально для международной торговли нефтью. Вполне возможно, что появится нечто аналогичное и для расчётов за электрическую энергию.

4. Самоуправляемые авто

Чрезмерные надежды на скорую революцию в автомобилестроении растают. Дело в том, что пресса и отдельные ИТ-компании слишком забежали вперёд, рассказывая людям о необыкновенных перспективах автомобильного транспорта с автопилотом.

Автосектор всегда неспешно внедрял серьёзные новации, что объясняется необходимостью перестройки массового производства по всей цепочке подрядчиков и субподрядчиков. Причём в данном случае преимущество крупных автомобильных концернов – возможность использовать одни и те же комплектующие при выпуске сразу нескольких линеек продукции – обращается в их недостаток. Аппаратура и программы для автопилота пока выходят дорогими, ненадёжными и явно требуют серьёзной доработки.

Даже если говорить только о программных разработках, то нужны годы. Вспомните, сколько лет прошло от момента выпуска операционной системы Windows 1.0 (1985 г.) до появления на рынке первой действительно многофункциональной, надёжной и удобной её версии – Windows 3.1 (1992 г.). Напомним также, что вплоть до 1995 г. система Windows оставалась лишь программной надстройкой над DOS. Самодостаточной графическая операционная система для PC стала только с появлением Windows 95, то есть через 10 лет!

По аналогии можно ожидать, что первые лет десять автопилоты будет выглядеть, как некоторые варианты надстройки над традиционной системой ручного управления, и только потом появятся по-настоящему оптимизированные комплексные решения.

5. Реформа энергетики

Количество принятых законодательных актов и программ развития отрасли перерастает в новое качество, которое явит себя в 2018 г. А поскольку дисбалансы уже достигли крайней точки, изменения пойдут лавиной, можно даже сказать, взрывообразно. Энергетический ландшафт в итоге может серьёзно измениться.

В первую очередь существенные перемены ожидаются в теплоэнергетике, где начинается переход на ценообразование по принципу «альтернативной котельной». При этом укрепятся позиции единых теплоснабжающих организаций (ЕТО), которые получат права и возможности решать серьёзные проблемы, накопившиеся за последние годы.

В электроэнергетике нормативные перемены не столь кардинальные, как в теплоэнергетике, но их много. Как обычно бывает, принятые законы сработают не совсем так, как задумано. Однако времени корректировать правила игры не будет, а потому регуляторы энергорынка на какое-то время окажутся при сломанных рычагах управления.

Уже под конец 2017 г. было видно, что ситуация выходит из-под контроля властей. Президент России Владимир Путин на своей большой пресс-конференции 14 декабря отметил, что рост коммунальных тарифов в РФ не укладывается в установленные правительством 4-процентные рамки и, *«по последним данным, достиг 8,8%»*.

Отметим, что переход затяжного вялотекущего кризиса в острую стадию полезен и совершенно необходим. Подобно хроническим недугам, которые уходят через серьёзные обострения – с температурой, лежачим режимом и горькими пилюлями, – неблагоприятная ситуация в энергетике будет исправлена после того, как станет просто невыносимой.

6. Технологические прорывы

Пока российские власти будут заняты президентскими выборами, предприниматели продолжат проекты по импортозамещению, автоматизации и внедрению технологических новаций на производстве. Более того, на подходе несколько прорывных технологий, которые в 2018 г. начнут перемещаться из исследовательских лабораторий в производственные цеха.

То, что раньше казалось совершенно невероятным, в ближайшие годы станет обыденным. Например, это могут быть беспроводная передача энергии в домашние электроприборы, молниевые электростанции, где лазер создаёт канал из ионизированного воздуха, по которому грозовая туча разряжается в накопитель энергии, и другие новинки техники и технологий – вплоть до реализации научно-фантастических идей, таких, как антигравитация или отрицательная масса.

«Роснано» сегодня финансирует разработку гравитационного накопителя электроэнергии, при заряде которого грузы поднимаются лифтом на высоту, а при разряде – опускаются вниз. Добавив в эту систему фантастическое антигравитационное устройство, можно было бы кардинально повысить её энергетическую эффективность. **ЭВ**

Принесённые ветром

Прямо на наших глазах рождается новая российская ветроэнергетика

Ещё два года назад будущее российской ветроэнергетики было совсем туманным. Конкурсы на заключение договоров о предоставлении мощности ветровой генерации (ДПМ ВГ) регулярно проваливались из-за отсутствия заявок, а потенциальные инвесторы всё обсуждали, каковы должны быть объёмы заказов, чтобы зарубежные поставщики ветровых турбин охотно пошли на организацию их производства в России. Сегодня ситуация совершенно иная.

Похоже, инвесторы решили, что аппетит приходит во время еды – если Российское государство действительно хочет иметь ветропарки, оно не остановится на ветрогенерирующих мощностях 3,6 ГВт и годовом обороте 1,6 млрд долл. (оценка объёма рынка до 2024 г.). А производителей ветроустановок, видимо, привлекли низкие курсы рубля по отношению к основным мировым валютам. Сегодня выпуск компонентов ветровых турбин на территории РФ, без сомнений, намного более перспективен, чем три-пять лет назад. Впрочем, не всё так просто.

Кто есть кто

На рынок вышли три крупных игрока, выигравшие конкурсы ДПМ ВГ. Сначала отметим госкорпорацию «Росатом», которая скооперировалась с нидерландской компанией Lagerwey – производителем весьма неплохих ветровых турбин. В рамках «Росатома» была создана управляющая компания «НоваВинд». Она на паритетных началах с Lagerwey учредила совместное предприятие Red Wind для локализации производства голландских ветровых турбин в РФ.

Следующий игрок – альянс «Роснано» и ПАО «Фортум» – создал инвестиционный фонд размером 30 млрд руб. для вложений в строительство ветропарков в России. В качестве основного технологического партнёра для проекта была выбрана датская компания Vestas Wind Systems.

Третий игрок рынка – это энергокомпания «Энел Россия», которая привлекла к своему проекту именитого производителя ветровых турбин Siemens Gamesa.

Следует отметить, что прогнозный объём российского ветроэнергетического рынка слишком мал, чтобы на нём могли ужиться три столь крупных игрока. На что рассчитывают компании?

Идеальный исполнитель

«Росатом» в качестве партнёра выбрал небольшую, но высокотехнологичную голландскую компанию с хорошими разработками. Партнёры уже заключили лицензионное соглашение. Основное производство планируется разместить в Волгодонске (Ростовская область), на территории завода «Атоммаш».

Атомную госкорпорацию привлекает возможность не столько заработать на ВИЭ, сколько более динамично развиваться. Во-первых, «Росатом» надеется диверсифицировать свой энергетический бизнес. Не секрет, что после катастрофы на Фукусиме перспективы атомной энергетики во всём мире выглядят не столь грандиозно, как раньше. Во-вторых, госкорпорация рассчитывает получить ценный опыт, в-третьих, загрузить заказами имеющиеся в России огромные производственные мощности, а также нарастить их технологический уровень.

«С моей точки зрения, – объяснял генеральный директор компании «НоваВинд» Александр Корчагин на конференции «Будущее возобновляемой энергетики», организованной газетой «Ведомости», – *договоры о предоставлении мощности неэффективно транслируют мотивацию промышленникам, для которых собственно локализация и задумана. А энергетики боязливо входят в проекты, поскольку берут на себя все риски неисполнения программ локализации. Мы же пошли в ветроэнергетику потому, что у нас в корпорации объединены компетенции и энергетических, и машиностроительных предприятий. Мы решили, что договоримся внутри себя о том, как эти риски перераспределить».*

Если выход в новый сектор окажется успешным, имидж «Росатома» в глазах заказчиков только улучшится, а возможности – расширятся. *«Мы должны научиться организовывать проекты по локализации производства ветрогенераторов, на какой рынок бы мы ни пришли,* – рассказал Александр Корчагин. – *Во многих странах власти хотят видеть подобные программы для местных производителей».*

Добро пожаловать!

Датская компания Vestas примеряет тенденции развития ветровой энергетики, которые уже сложились за рубежом, к молодому российскому рынку. *«Это фантастический рынок, обладающий огромными перспективами,* – рассказал представитель компании Миккель Вилладсен на X Национальной конференции Российской ассоциации ветровой индустрии (РАВИ). – *По производству электрической энергии Россия находится на четвёртом месте в мире, и, следовательно, возобновляемая энергетика в России имеет огромный потенциал развития».* Не желая упускать этот потенциал, датская компания уже открыла представительство в Москве. В Ростовской области у неё будет расположено производство башен, в Нижегородской – производство гондол, а в Ульяновской, на берегу Волги, – лопастей. *«В Российской Федерации мы находимся на начальном этапе, когда очень важно создать производственную экосистему,* – объяснил Миккель Вилладсен. – *Нам нужны местные поставщики различных компонентов и материалов, например, таких, как гидравлические механизмы и конструкционная сталь. Те поставщики, которые пройдут квалификационные испытания и смогут обеспечить нужные объёмы производства при конкурентных ценах, могут рассчитывать на заказы для наших зарубежных проектов».* В общем, датская компания говорит российским предприятиям: *«Добро пожаловать на мировой рынок!»*

Глава «Роснано» Анатолий Чубайс прокомментировал участие госкорпорации в проекте коротко и просто: *«Мы хотим повторить успех, которого достигли в солнечной энергетике».*

Следуя курсом

Компания «Энел Россия» придерживается стратегии итальянской Enel, которая обозначает себя как инновационную, экологичную и прогрессивную компанию. А какой сегодня может быть прогресс без возобновляемых источников энергии?

Сотрудники компании Siemens Gamesa, засучив рукава, работают над проблемами локализации. Как сообщил представитель концерна Олег Шерер, уже найдены два российских предприятия, с которыми ведутся переговоры о квалификации производимых компонентов, *«чтобы в 2019 г. выйти на серийное производство необходимых комплектующих».* Также прорабатываются вопросы поставки российского сырья, такого, как стекловолокно. Олег Шерер отмечает, что квалификация поставщиков не должна вылиться в непреодолимое препятствие, поскольку российские ГОСТы зачастую более строги, чем европейские стандарты.

Научные исследования

Приятно отметить, что новая российская ветроэнергетика, нарождающаяся прямо на наших глазах, не ограничится зарубежными технологиями. Параллельно идут российские исследования и разработки энергетических установок для изолированных энергосистем, расположенных на Дальнем Востоке и в Арктике. Распоряжением Президента России Владимира Путина летом 2017 г. были открыты программы арктических исследований в двух вузах – на Физтехе и в Бауманском университете. Как рассказал директор Института арктических исследований МФТИ Юрий Васильев, программа вуза рассчитана на четыре года, в течение которых должны быть разработаны, изготовлены в виде опытных образцов, испытаны и подготовлены к промышленному производству отечественные ветровые энергоустановки арктического исполнения.

В МФТИ создаются лаборатории по ВИЭ (с акцентом на арктический ветер), накопителям энергии, водородному циклу и топливным элементам, а также системам автономного жизнеобеспечения и арктическим строительным технологиям. *«Для нас ветер – это важная часть комплексной энергоустановки. Одновременно работая с несколькими крупными корпорациями, мы должны создать системы энергообеспечения для опорных пунктов связи, которые будут размещены вдоль Северного морского пути»,* – рассказал Юрий Васильев на X Национальной конференции РАВИ. В дальнейшем вуз сосредоточится на энергосистемах мощностью от 100 кВт до нескольких мегаватт для отдельных поселений.

Тем временем компания «ЛУКОЙЛ» открыла в РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина кафедру возобновляемых источников энергии, где уже идёт подготовка специалистов, которым предстоит создавать и эксплуатировать электростанции на ВИЭ.

Виктор САННИКОВ

Декабрьские тезисы

Бизнес-сектор «Электроэнергетика» ПАО «ЛУКОЙЛ» динамично развивается и меняется вместе с рынком

В преддверии Дня энергетика 19–20 декабря 2017 г. в Москве прошло традиционное совещание руководителей энергетических служб организаций Группы «ЛУКОЙЛ», в котором также участвовали главные инженеры генерирующих компаний, представители сетевого, инжинирингового, сбытового и других энергопредприятий компании.

Программа совещания была насыщенной и разнообразной. Да и как может быть иначе, если всего за два дня энергетики компании должны были подвести предварительные итоги года, ознакомиться с актуальными тенденциями развития отрасли, обменяться опытом и наметить планы на будущее? Не пытаясь объять все темы, расскажем читателям о некоторых докладах, которые прозвучали в первый день совещания.

Нам с ВИЭ по пути

Как мы уже отмечали на страницах «Энерговектора», компания «ЛУКОЙЛ» рассматривает переход на возобновляемую энергетику как долгосрочную тенденцию, которая со временем существенно изменит облик отрасли. Накопив опыт на зарубежных проектах в Болгарии и Румынии, в 2017 г. компания сделала решительный шаг по внедрению ВИЭ в России. Об этом рассказал Максим Карнаухов – первый заместитель генерального директора ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго».

Как отметил Максим Николаевич, в последние годы в Европе вперёд вырвалась ветроэнергетика: именно она сегодня лидирует по объёмам ввода новых генерирующих мощностей. В 2012–2016 гг. были запущены ветропарки мощностью почти 57 ГВт. Далее по темпам строительства следуют солнечные (37 ГВт) и новые газовые (22 ГВт) станции. А вот неэффективные газовые, угольные и атомные электростанции выводятся из эксплуатации. При этом важный приоритет – строящаяся современная газовая генерация, которая позволяет эффективно балансировать «ветер и солнце» в процессе выработки и потребления электроэнергии.

В целом по миру ВИЭ внедряются впечатляющими темпами – установленные генерирующие мощности прирастают на 20–30% в год. Приведённая стоимость производства электроэнергии (LCOE) для ветровых и солнечных станций вплотную приблизилась к аналогичному показателю ГЭС. Более того, к 2030–2050 гг. ожидается снижение LCOE ещё примерно вдвое.

Крупные нефтегазовые компании всерьёз обратили внимание на ВИЭ. Так, Shell решила инвестировать в возобновляемую энергетику около 1 млрд долл. в год, Total – 500 млн в год. Компания Saudi Aramco недавно провела конкурс на строительство солнечной электростанции мощностью 300 МВт, на котором стоимость киловатт-часа энергии упала ниже 2 центов! Компания «ЛУКОЙЛ» уже сегодня имеет на балансе ветровые станции установленной мощностью 84 МВт и солнечные станции мощностью 20 МВт.

На территории завода «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в конце 2017 г. была построена солнечная фотоэлектрическая электростанция мощностью 10 МВт. В проекте использованы незадействованные в производстве земельные участки площадью около 20 га. Из-за того, что эти участки разбросаны по заводской площадке, кабеля и материалов для изготовления свай и опор ушло больше, чем потребовалось бы при строительстве ФЭС в чистом поле, но проект экономически эффективен. Помимо платы за электроэнергию и мощность по ДПМ следует учесть выгоды от использования существующих земель и инфраструктуры предприятия.

Электростанция, включающая 39402 фотоэлектрических модуля и 5 инверторных подстанций, уже производит электроэнергию и выдаёт её в сеть. Плановая выработка – 11,1 млн кВт·ч в год.

На будущее «ЛУКОЙЛ» рассматривает проекты строительства ФЭС в Волгограде, Саратове и Алма-Атинской области Казахстана.

Максим Карнаухов также напомнил энергетикам о том, что компания создала в РГУ нефти и газа кафедру возобновляемых источников энергии, где сегодня обучаются десять человек. *«Мы рассчитываем на то, что эти ребята после получения магистерской квалификации будут работать в дочерних обществах Группы “ЛУКОЙЛ”, развивая возобновляемую энергетику»*, – поделился он.

Блок-станция под боком

Главный энергетик ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» Сергей Агеев обрисовал итоги длительного проекта, который прорабатывался и реализовывался с 2009 г. и недавно успешно завершился. Эту многолетнюю сагу можно назвать: «Возвращение к истокам». Огромными усилиями сотрудников и руководства обществ «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ», «ЛУКОЙЛ-ЦУР», «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕРВИС» и «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго», а также блока энергетики ПАО «ЛУКОЙЛ» Волгоградская ТЭЦ-2 была возвращена нефтеперерабатывающему заводу, вместе с которым и для обслуживания которого она изначально была построена в 1950-х.

Крупное, технологически сложное и опасное нефтеперерабатывающее предприятие, несомненно, должно иметь собственный надёжный источник энергоснабжения. Между тем совсем недавно электроэнергия поступала на НПЗ через те же линии МРСК Юга, что и на соседние заводы, а потому проблемы с их энергоснабжением сказывались на нефтепереработке. Как мы уже отмечали в «Энерговекторе», в 2015 г. Волгоградское региональное управление ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» построило воздушно-кабельную линию для прямого подключения ЦРП завода к Волгоградской ТЭЦ-2.

С 1 марта 2016 г. по договору купли-продажи Волгоградская ТЭЦ-2 перешла в собственность ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», а с 1 августа 2016 г. она работает на нужды НПЗ в режиме блок-станции. Благодаря выводу теплоэлектроцентрали с оптового рынка электроэнергии и мощности завод получает львиную долю потребляемой электрической энергии по себестоимости, а это около 1,9 руб. за киловатт-час, то есть примерно вдвое дешевле, чем при покупке энергии с ОРЭМ. *«Работа по реализации этого решения проводилась в условиях постоянно меняющегося законодательства в области электроэнергетики, а также активного противодействия со стороны сбытовых, электросетевых и других инфраструктурных организаций ОРЭМ»,* – отметил Сергей Агеев.

Экономический эффект получен большой. К концу 2017 г. уже окупились затраты на строительство воздушно-кабельных линий электропередачи, соединивших завод и Волгоградскую ТЭЦ-2.

Рядовые работники ТЭЦ-2 не ощутили никаких перемен: ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» продолжает эксплуатировать теплоэлектроцентраль, но теперь уже не как собственный производственный актив, а по договору с ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» на оказание комплекса услуг.

Синергия кипящего слоя

Дмитрий Столяров, главный инженер общества «ЛУКОЙЛ Энергия и Газ Румыния», рассказал об опыте постройки системы автоматического пуска газомазутного котла из резерва.

Напомним читателям, что в 2010 г. на ТЭЦ энергопредприятия был запущен в эксплуатацию уникальный угольный энергоблок с котлом на циркулирующем кипящем слое (ЦКС). С тех пор электростанция создаёт для завода «Петротел ЛУКОЙЛ» дополнительный синергетический эффект путём сжигания твёрдых остатков нефтепереработки – нефтяного кокса. И поскольку схема энергоснабжения нефтеперерабатывающего завода стала более гибкой, энергетики целенаправленно работают над тем, чтобы аварии в национальных электросетях (а они в Румынии не редкость) не влияли на нормальную работу НПЗ и ТЭЦ.

Энергоблок постоянно работает на единственном котле с ЦКС, что довольно рискованно. Чтобы снизить вероятность аварийной остановки производства, на ТЭЦ была внедрена система подогрева газомазутного котла для его поддержания в горячем резерве. Подогрев организован за счёт утилизации тепла непрерывной продувки котла ЦКС и дренажей сажеобдувки. Температура барабана в котле поддерживается на уровне 250 °С.

Кульминацией проекта стало построение системы автоматического пуска резервного газомазутного котла на случай останова котла с ЦКС, которая позволила свести до минимума человеческий фактор. Конечно, на ТЭЦ проходят противоаварийные тренировки и персонал обучен всем требуемым действиям, но полной гарантии, что люди не ошибутся в шоковой ситуации, нет. Система пуска была разработана и отлажена специалистами общества «ЛУКОЙЛ Энергия и Газ Румыния». Для официального оформления принятых решений был заключён договор с институтом ICPET GA, спроектировавшим газомазутный котёл.

Будущее уже здесь

Дмитрий Столяров также поделился опытом организации виртуальной электростанции, которая сегодня действует на базе предприятия «ЛУКОЙЛ Энергия и Газ Румыния». Напомним читателям, что виртуальная электростанция при правильной организации зарабатывает на рынке вполне реальные деньги. Для этого она включает потребителей, способных регулировать своё потребление, чтобы в удачные моменты предлагать на рынке не потреблённую собственными объектами электроэнергию (то есть виртуально выработанную, откуда название). Разгрузка потребителей в пиковые часы, когда электроэнергия дорога, по системному эффекту эквивалентна дополнительной выработке, но при этом не сопровождается перегрузками линий электропередачи. В состав виртуальной электростанции также могут входить различные генерирующие объекты, что помогает балансировать выработку нестабильных ВИЭ.

Румынская виртуальная электростанция «ЛУКОЙЛа» объединила фотоэлектрическую станцию мощностью 9 МВт, построенную на территории НПЗ в 2013 г., четыре небольшие фотоэлектрические станции сторонних организаций, микроГЭС, лукойловский ветропарк Land Power, ТЭЦ общества «ЛУКОЙЛ Энергия и Газ Румыния» и центр обработки данных. Управляя всеми этими энергообъектами из единого центра, специалисты компании уже сегодня накапливают опыт работы в децентрализованной энергосистеме будущего.

Осторожно, платежи!

Начальник управления координации энергосбытовой деятельности блока энергетики ПАО «ЛУКОЙЛ» Андрей Буянов-Уздальский доложил о том, как меняются правила работы на рынках тепловой и электрической энергии и как они влияют на потребителей. Андрей Юрьевич поднял целый пласт острых проблем, которые объясняются противоречивым характером построенной в отрасли нормативной системы. В качестве основной задачи для этой системы записано (цитата из Закона «Об электроэнергетике») *«использовать рыночные отношения и конкуренцию в качестве одного из основных инструментов формирования устойчивой системы удовлетворения спроса на электрическую энергию при условиях обеспечения качества и минимизации её стоимости»*. Это программное заявление, мягко говоря, не выполняется. Так, в общей структуре платежа потребителя почти половину образует плата за мощность, в составе которой на конкурентный отбор мощности (реальный рыночный инструмент) приходится менее трети. Остальные две трети платежа включают затраты на финансирование ДПМ и сборы разных видов, в том числе практически не относящиеся к электроэнергетике надбавки на развитие Крыма, Калининграда и Дальнего Востока. Судя по всему, скоро к ним добавится надбавка на строительство мусоросжигающих заводов по всей России. Как уже отмечал «Энерговектор», регуляторы и парламентарии превратили электроэнергетику в «дойную корову» (см. № 5/2017 г., с. 8).

Андрей Буянов-Уздальский также напомнил, что потребители оплачивают мощность «вынужденной генерации». В большинстве случаев это ТЭЦ, работа которых на ОРЭМ невыгодна в силу существующей нормативной базы. Не будем приводить другие примеры, которые показывают, что законодательство в электроэнергетике неловко сшито из многочисленных «заплаток», закрывающих различные проблемы. Об издержках подобной системы читатель прекрасно знает. *«Действующая в России нормативно-правовая база, к сожалению, заставляет крупных потребителей уходить с общего рынка электроэнергии»,* – напомнил Андрей Буянов-Уздальский.

Грядёт переворот

Существующая централизованная энергосистема пройдёт через кардинальные трансформации – не только потому, что она слишком дорого обходится крупным потребителям и они «голосуют ногами». Есть серьёзные технологические предпосылки для перехода к распределённой энергетике. Обратите внимание: не распределённой генерации, как принято говорить, а именно к распределённой энергетике. Об этих предпосылках рассказал известный в отрасли эксперт Александр Старченко, на этот раз представившись партнёром фонда First Imagine! Ventures.

Как отметил Александр, все основные положения, на которых основаны современные централизованные энергосистемы, в том числе и ЕЭС России, разваливаются прямо на наших глазах. Считается, что нагрузкой потребителей управлять нельзя – она принципиально стохастична, зато можно централизованно управлять работой крупных электростанций. Однако времена изменились – появились виртуальные электростанции и микросети, тонко балансирующие подключённых к ним потребителей (с помощью Интернета вещей) с тем, чтобы выровнять общий график потребления и исключить пики. А в генерирующем секторе появились крупные солнечные и ветровые станции, управлять которыми невозможно в принципе. *«Сегодня наше государство заключает договоры о предоставлении мощности с владельцами энергообъектов, неспособными гарантировать выдачу этой самой мощности»,* – иронизировал Александр Старченко.

Следующее устаревающее прямо на наших глазах системное положение – нельзя управлять потоками энергии, хотя можно их в некоторой степени регулировать. Это положение становится всё менее актуальным по мере внедрения устройств современной силовой электроники и всё более широкого распространения систем передачи постоянного тока, удобных для подключения фотоэлектрических станций.

Судя по всему, в грядущих распределённых энергосистемах балансировка будет происходить не сверху вниз волей системного оператора, а снизу вверх участниками рынка на местах, которым будет просто выгодно выдерживать равномерный график потребления. Эта и другие тенденции (например, появление накопителей энергии) подтверждают, что вектор развития энергосистемы направлен в сторону децентрализации.

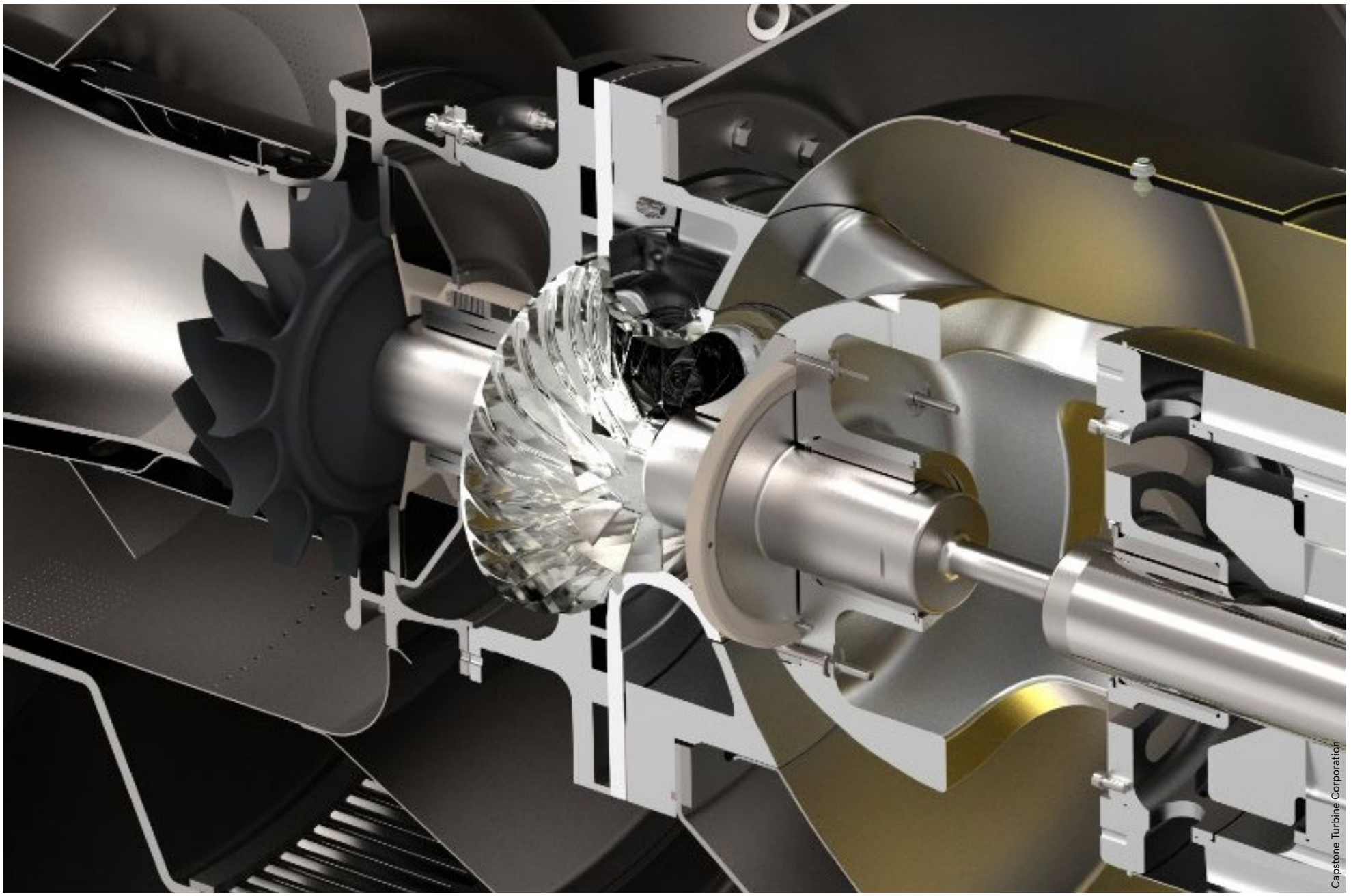
Условия для успеха

Вице-президент по энергетике ПАО «ЛУКОЙЛ» Денис Долгов в своём завершающем слове отметил уникальные условия, в которых развивается энергетика «ЛУКОЙЛа», и соответствующие им большие возможности. *«Внутри вертикально интегрированной компании, где сосредоточены разные виды бизнеса, мы используем самые разные виды топлива и разные технологии – парогазовые установки, газотурбинные ТЭЦ и т. д.,* – объяснил Денис Викторович, – *и приобретаем уникальный опыт, овладевая самыми разными конфигурациями оборудования для производства электрической и тепловой энергии».*

Вполне закономерно, что 2017-й год для энергетиков «ЛУКОЙЛа» ознаменовался большими достижениями. В Республике Коми введена в эксплуатацию промысловая электростанция – Ярегская ТЭС электрической мощностью 75 МВт. Построена первая солнечная электростанция на территории Российской Федерации – уже упоминавшаяся ФЭС в Волгограде. К моменту выхода номера газеты она, возможно, уже будет официально пущена в эксплуатацию. Кроме того, за год была проделана большая работа по импортозамещению, которая даёт хорошие экономические и технологические эффекты.

«В 2017 г. мы наращивали объёмы генерации. Мы ожидаем, что по итогам года производство электроэнергии по компании в целом составит 2% от общего объёма выработки в Российской Федерации. Это серьёзная доля для всего нашего энергетического сообщества и для компании в целом», – отметил Денис Долгов.

Иван РОГОЖКИН


Capstone Turbine Corporation

Конструктивный поворот

Как устроены и работают радиальные газовые и паровые турбины

Феномен распределённой генерации стал возможен благодаря появлению небольших и притом экономически эффективных энергетических установок. В сфере газовых турбин малой мощности сегодня основная тенденция – это снижение общей стоимости владения ввиду повышенной экономичности и сокращения количества деталей и узлов (прежде всего – лопаточных ступеней). В русле этой тенденции развиваются радиальные газотурбинные установки (ГТУ), уже занявшие достойное место на рынке многоагрегатных электростанций мощностью до 10–12 МВт.

Сплошь противоположности

Современные энергетические ГТУ можно разделить на две большие группы: конверсионные (созданные на базе авиационных и судовых газотурбинных двигателей) и промышленные. Первые – более лёгкие, отличаются более точным управлением, меньшими требованиями к вспомогательной инфраструктуре, но также и меньшим ресурсом.

ГТУ второй группы значительно более громоздкие и, как правило, одновальные. Они имеют тяжёлый жёсткий вал, лопатки с постоянным профилем на основном протяжении проточной части, что обеспечивает надёжность, а также снижение стоимости и эксплуатационных затрат. Охлаждаются рабочие и сопловые лопатки турбины в основном внешним воздухом. Подобные ГТУ предъявляют повышенные требования к качеству строительных работ и инфраструктуре, но при этом обеспечивают более продолжительный срок службы.

В обеих группах преобладают осевые ГТУ, в которых потоки газов движутся вдоль оси. Основные поставщики осевых энергетических ГТУ мощностью до 6 МВт – компании Siemens, Solar, Rolls-Royce (после 2014 г. вошла в состав концерна Siemens), Pratt & Whitney, Kawasaki. В России ведущие позиции в этой сфере занимают предприятия, разрабатывающие и изготавливающие авиационные газотурбинные двигатели, например – ОАО «Авиадвигатель» (Пермь).

В осевых установках для достижения необходимой степени сжатия воздуха перед камерой сгорания используются сложные компрессоры, в которых обычно более десяти ступеней. У самой турбины две (и более) ступени, снабжённые охлаждаемыми лопатками сложной конструкции. Воздух, продуваемый сквозь лопатки, должен иметь определённые температуру и чистоту, поскольку засорение охлаждающих каналов чревато снижением производительности и ресурса турбины. Поэтому требуется специальная система подготовки воздуха.

Осевая конструкция также предполагает большие осевые размеры ротора, при этом половина его опор находится в горячей части турбины, что выливается в необходимость применять множество сложных уплотнений, в которых неизбежно происходят потери смазочного масла (угар). При этом приходится использовать дорогостоящие синтетические масла.

Заходим сбоку

Кроме осевых турбин существуют радиальные – в них поток газов движется перпендикулярно оси вала. Мощность таких турбин ограничена их радиальными размерами, а потому не превышает 2 МВт.

Радиальные газовые турбины упрощены до предела. Они имеют одноступенчатый центробежный компрессор и одноступенчатую же центростремительную турбину. Поскольку степень сжатия в них сравнительно невысока, нет необходимости предварительно повышать давление подаваемого газообразного топлива. Рабочее колесо и сопловой аппарат радиальной турбины неохлаждаемые, поэтому требования к цикловому воздуху и топливу не столь жёсткие, как в случае осевых турбин.

Так как турбины радиального типа имеют небольшие осевые размеры, в них применяется консольное крепление ротора с опорами в холодной части, что позволяет значительно увеличить срок эксплуатации подшипников и свести расход масла на угар практически к нулю. А поскольку рабочее тело движется радиально, можно применить камеру сгорания с вынесенными жаровыми трубами. Отсюда – хорошая ремонтопригодность, а также возможность более эффективным и удобным способом приспособить тепловой рекуператор.

В отличие от осевых ГТУ, радиальных на рынке немного. В первую очередь это связано с малым числом конструкторских школ, развивающих данное направление. Одна из них – норвежская.

Давняя история

Конструкция первой радиальной газовой турбины была разработана инженером-механиком Русского флота П. Д. Кузьминским. Построенная им в 1897 г. турбина предназначалась для небольшого катера. В камеру сгорания установки, работавшую под постоянным давлением 10 бар, подавались жидкое топливо – керосин – и смесь воздуха с паром. Продукты сгорания в смеси с паром направлялись к центральной части радиальной турбины, состоявшей из неподвижного и вращающегося дисков, на которых были укреплены лопатки. Первая радиальная газовая турбина, в которой топливо сгорало при постоянном объёме, была построена русским инженером В. В. Караводиным в 1906 г. Эти разработки намного опередили своё время, а потому оказались невостребованными.

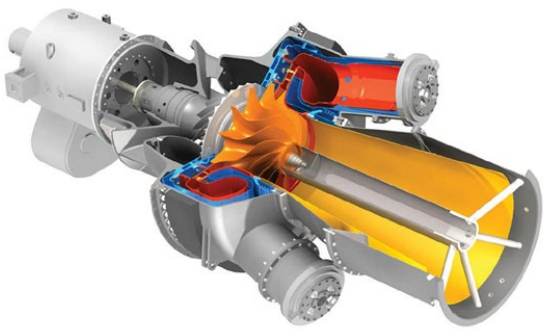
В 1964 г. в Норвегии был спроектирован и выпущен первый в мире радиальный газотурбинный двигатель промышленного применения. Основоположником и руководителем этого направления был инженер Рольф Ян Мовил, который и сегодня совершенствует свои разработки. В 1991 г. вместе с женой Хироко он основал в Нидерландах компанию OPRA Turbines (OP-timal RA-dial Turbines), которая в 2003 г. вывела на рынок современную газовую турбину OP16, обладающую уникальными техническими и эксплуатационными характеристиками.

На заводе норвежской Группы компаний Kongsberg, где начинал свою деятельность Рольф Ян Мовил, было выпущено более 900 радиальных турбин KG2. С 1985 г. профильный завод Kongsberg входит в состав компании Dresser-Rand, которая в 2014 г. была приобретена концерном Siemens. Менее мощные радиальные турбины MT250 и MT333 изготавливаются на заводе FlexEnergy (США), который до 2011 г. принадлежал компании Ingersoll-Rand, длительное время владевшей Dresser-Rand. В MT250 применяются схожие с KG2 основные конструктивные решения – отличия лишь в мощности, размерах и наличии в MT250 рекуператора, обеспечивающего электрический КПД более 30%.

Все энергоустановки норвежской инженерной школы полнорадиальные, одноваль-ные, с планетарными редукторами и синхронными электрогенераторами.

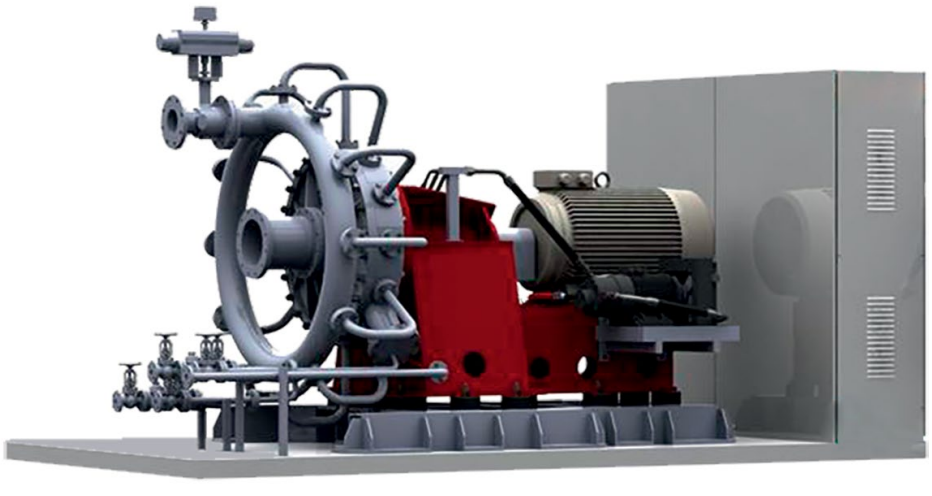
Плоды миниатюризации

Развитие радиальных турбин малой мощности привело к появлению микротурбин. В их основе лежит высокооборотный радиальный газотурбинный двигатель, собранный на одном валу с генератором переменного тока высокой частоты. В преобладающем большинстве случаев микротурбины имеют лёгкий ротор, подвешенный на опорах с газодинамическими подшипниками. Вырабатываемый ток высокой переменной частоты (до 1600 Гц) преобразуется в постоянный, а затем – снова в переменный с частотой 50 или 60 Гц.



Dresser-Rand KG2-3G: проще не придумаешь

Разработка микротурбин подобной конструкции началась в 1990 г. и привела к появлению компактных и чрезвычайно непритязательных к условиям эксплуатации установок. На российском рынке в последние годы прочно обосновались микротурбины производства корпорации Capstone Turbine мощностью 30 кВт (модель C30) и 65 кВт (C65). Они имеют высокооборотный лёгкий ротор на «сухих» опорах с газодинамическими подшипниками лепесткового типа. Для повышения электрического КПД турбины Capstone оснащены оригинальными рекуператорами тепла типа Primary Surface. Недавно в Capstone были созданы более мощные установки – на 200 кВт (C200) – с более тяжёлым ротором. В них применяются те же конструктивные решения, что и на малых машинах C30 и C65. На базе газотурбинных двигателей C200 выпускаются компактные блочные электростанции Capstone серии S мощностью 600, 800 и 1000 кВт.



Радиальная паровая турбина австрийской компании Technopa

В диапазоне мощностей до 1 МВт на российском рынке также доступны 250-киловаттные радиальные установки MT250 компании FlexEnergy. Они серийно изготавливаются с 2004 г. и хорошо зарекомендовали себя при работе на газовом топливе разнообразных видов в самых различных климатических зонах. Установки FlexEnergy выполнены по классической схеме без преобразования переменного тока в постоянный и обратно. Для этого в них применяются высоконадёжный планетарный редуктор, понижающий скорость вращения с 45 тыс. до 1500 об./мин., и синхронный генератор 0,4 кВ/50 Гц.

Опоры турбины FlexEnergy MT250 с подшипниками качения расположены в её холодной части. В сравнении с «сухими» газодинамическими подшипниками они менее требовательны к защите от пыли. Общая система смазки турбины и редуктора предусматривает замену масла раз в год. Кроме того, MT250 оснащена тепловым рекуператором пластинчатого типа Plate-Fin, более эффективным, чем рекуператор Primary Surface. Конструкторами MT250 предусмотрена установка внутри корпуса штатного водогрейного теплообменника, а также дожимного компрессора для природного газа.

Гиганты среди карликов

Радиальные турбины мощностью свыше 1 МВт сегодня выпускают компании OPRA Turbines и Dresser-Rand. Например, энергоблок OP16-3 производства OPRA Turbines имеет электрическую мощность 1,85 МВт и электрический КПД 26%. Он способен работать как на газообразных видах топлива (природный газ, попутный нефтяной газ, биогаз, синтез-газ), так и на жидких (дизель, биодизель, этанол, пиролизное масло, нефть). Турбина имеет четыре камеры сгорания. Степень повышения давления в её компрессоре – 6,7. Компания OPRA Turbines разрабатывает энергоблоки специально для регионов с холодным климатом (до –60 °С). Неудивительно, что более половины её поставок OP16-3 приходятся на Россию, причём суммарная наработка этого оборудования уже насчитывает миллионы часов.

Подразделение Dresser-Rand концерна Siemens выпускает надёжную радиальную газотурбинную систему KG2-3E с электрической мощностью 1,8 МВт и электрическим КПД 16%. Двигатель KG2-3E имеет всего одну жаровую трубу, степень повышения давления в его компрессоре – 4,5. Система следующего поколения KG2-3G характеризуется более высоким электрическим КПД (26%) и пониженными выбросами NO_x и CO, достигнутыми благодаря внедрению специальной технологии дополнительного окисления. Степень повышения давления в компрессоре – 7, количество жаровых труб увеличено до четырёх.

Радиальные газовые турбины, обладающие минимальным количеством ступеней и, соответственно, ответственных деталей и узлов, компактны и надёжны. Они обеспечивают низкую стоимость монтажа и технического обслуживания, межремонтный интервал обычно составляет 8 тыс. ч, ресурс до капремонта – 40 тыс. ч.

Бреющий пар

Существуют и паровые турбины, у которых поток рабочего тела движется в радиальном направлении. Турбины этого типа были предложены ещё в 1910 г. шведскими братьями-инженерами Юнгстрем. Интересно отметить, что радиальные паровые турбины появились значительно позже изобретённой и построенной П. Д. Кузьминским газовой турбины радиального типа.

Известно, что рабочие колёса паровых турбин традиционной конструкции очень требовательны к точности изготовления и соблюдению условий эксплуатации. Такие турбины могут работать лишь в узких технологических режимах (часто только в зоне сухого пара), на высоких оборотах, требуя сложных процедур обслуживания.

Как и в случае газовых турбин, после поворота потока пара на 90° все параметры турбины кардинально изменились.

Компания Technopa GmbH (Австрия) разработала и выпускает паровую турбину S2E50-250 с радиальным движением потока рабочего тела. Концепция весьма оригинальна: в патентованной конструкции турбинные лопатки заменены системой щетинок. Материал щетинок, их сечение, форма и плотность размещения подобраны весьма тщательно по результатам долгих исследований и всесторонних испытаний.

Пар подаётся на щетинки ротора через множество тангенциальных форсунок, причём, по данным компании, в энергию вращения превращается 95% кинетической энергии пара. Как показывают измерения, потери энергии на трение и завихрения рабочего тела минимальны. Щетинки творят чудо: вырываясь из форсунок со скоростью 800 м/с, пар почти полностью отдаёт свою энергию, проходя лишь 8 см вдоль окружности рабочего колеса турбины.

Отработанный пар выходит наружу по архимедовой спирали от центра турбины. Конденсат удаляется через её нижнюю часть. Вал с рабочим колесом установлен на высококачественных подшипниках с фирменной системой смазки и охлаждения. Особое внимание уделено балансировке рабочего колеса. Несмотря на то, что в цикле испытаний и при эксплуатации установок вибрации не превышали заявленных уровней, каждый блок S2E50-250 комплектуется датчиком вибрации, информация с которого выводится на дисплей.

Сравнивая лопатки и щетинки, можно вспомнить о различиях между цельнометаллическими крыльями самолёта и крыльями птиц, сложенными из упругих перьев. Перья с их бородками, составленными из тонких нитевидных образований, без сомнений, намного совершеннее. После этого вывода не вызывает удивления тот факт, что энергоустановка со щетинками обретает многочисленные новые качества. Так, паровая турбина может работать в режиме насыщенного (влажного) пара и допускает частые и быстрые изменения рабочих параметров. Более того, возможны работа при низкой частоте вращения (3000 об./мин.) и регулирование скорости в широких пределах при неизменном КПД.

Согласно данным производителя, время разгона из «холодного» состояния до максимальных оборотов и мощности не превышает 10 мин., причём турбину можно эксплуатировать в горизонтальном и вертикальном положениях.

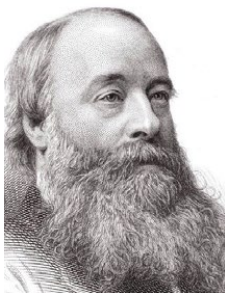
* * *

Таким образом, современные энергетические установки на базе радиальных газовых и паровых турбин мощностью до 2 МВт могут использоваться в самых сложных условиях эксплуатации. А заказчики могут быть уверены в том, что оборудование будет работать долго и стабильно.

Алексей БАТЫРЬ

[Дж]

О великом учёном, связавшем энергию с работой



XIX столетие подарило человечеству целую плеяду талантливых учёных, открывавших обширный мир физических явлений. Одним из них стал Джеймс Джоуль – выдающийся английский физик, который заложил основы термодинамики и опытным путём обосновал закон сохранения энергии. В этом году физики по всему миру будут отмечать 200-летие со дня рождения Джоуля.

Сын пивовара

Джеймс Джоуль родился в Рождественский Сочельник 24 декабря 1818 г. вблизи Манчестера в Англии, в семье зажиточного владельца пивоваренного завода. Как и многие дети обеспеченных родителей в те времена, он получил хорошее домашнее образование, но из-за болезни отца ему не удалось окончить университет – нужно было взять на себя дела на семейной пивоварне.

Большую роль в становлении Джоуля как учёного сыграл его наставник – профессор Манчестерского колледжа Оксфордского университета Джон Дальтон, известный благодаря своим новаторским научным исследованиям и обширным знаниям в самых различных областях. Именно Дальтон за время работы с юношей в 1834–1837 гг. сумел привить молодому Джеймсу Джоулю глубокий интерес к науке, сбору и анализу экспериментальных данных. Сам Джоуль с благодарностью вспоминал: «*Именно при обучении у него у меня появилось желание расширить арсенал моих знаний с помощью оригинальных исследований*». Такие исследования стали характерной чертой для всех будущих работ Джоуля: он всегда предпочитал точный эксперимент построению теорий.

В 1837 г., в 19 лет, Джоуль увлёкся изучением электричества и начал проводить свои первые самостоятельные опыты на отцовской пивоварне. Его привлекала идея замены паровых двигателей электромагнитными собственной оригинальной конструкции, которую Джоуль описал в 1838 г. в журнале Уильяма Стрёджена «Анналы электричества» (Annals of Electricity). И уже в 1840 г. он действительно заменил двигатели на пивоварне, хотя впоследствии признал, что экономический эффект от этого эксперимента оказался скорее отрицательным из-за несовершенства оборудования.

Дальнейшие опыты Джоуля были по большей части связаны с изучением электромагнитных и сопровождающих их тепловых явлений. Для своих экспериментов Джеймс создал специальные термометры, которые обеспечивали точность до 1/200 градуса. Это позволило ему углубиться в изучение тепловых эффектов тока.

В 1840 г. он послал свою работу «Об образовании теплоты с помощью вольтовского (гальванического) электричества» в Лондонское королевское общество. В ней Джеймс Джоуль доказывал, что количество производимой теплоты в проводе с электрическим током прямо пропорционально величинам квадрата тока и сопротивления, а также времени течения этого тока по проводнику. Независимо от Джоуля через год русский физик Эмилий Христианович Ленц открыл этот же закон, поэтому он сегодня известен как закон Джоуля-Ленца. Однако в 1840 г. эта работа не вызвала большого энтузиазма в Лондонском королевском обществе, которое опубликовало лишь краткое изложение полученных физиком экспериментальных данных.

Энергия = работа

Прохладный приём его работы не охладил пыл молодого исследователя. Джоуль мечтал совершить большое открытие и внести свой личный вклад в развитие науки. Несмотря на то, что большую часть времени Джоуль был занят на пивоварне, по ночам он продолжал проводить опыты, постепенно усложняя и развивая их.

Так, Джоуль провёл ряд опытов, в которых он исследовал возможность связать энергию, необходимую для нагрева определённого количества жидкости, с механической работой. В одном из них он измерял увеличение температуры ртути в калориметре при вращении в ней лопастей, которые приводились в движение опускающимися грузами. В начале и конце опыта грузы, лопасти и ртуть в калориметре находились в покое, так что их кинетическая энергия за время опыта не менялась. Зная работу, совершаемую грузами при движении, и измеряя прирост температуры ртути, Джоуль пришёл к следующему результату: отношение работы к количеству теплоты, на которое увеличивалась внутренняя энергия ртути в результате совершения этой работы, представляет постоянную величину.

Позже Джоуль заменял ртуть водой и получил тот же результат. Наконец, вместо сопротивления лопаточек о воду и ртуть физик исследовал в калориметре трение двух металлических деталей. Измерения дали ту же величину, которая была названа «механическим эквивалентом теплоты».

На этот раз Джоуль передал результаты своих изысканий на рассмотрение Британской ассоциации развития науки. И снова его труд не вызвал никакой реакции, а ведущие научные журналы отказались опубликовать результаты его новых исследований.

Помощь друга

Долгое время работы Джоуля не получали поддержки в научных кругах Англии, его даже в шутку называли «*самым известным физиком среди пивоваров*», намекая на недостаточную научную подготовку. К тому же полученные им экспериментальные данные бросали радикальный вызов калорической теории (теплота – это некая жидкость особого рода, содержащаяся во всех телах), которой в те годы придерживались многие авторитетные физики.

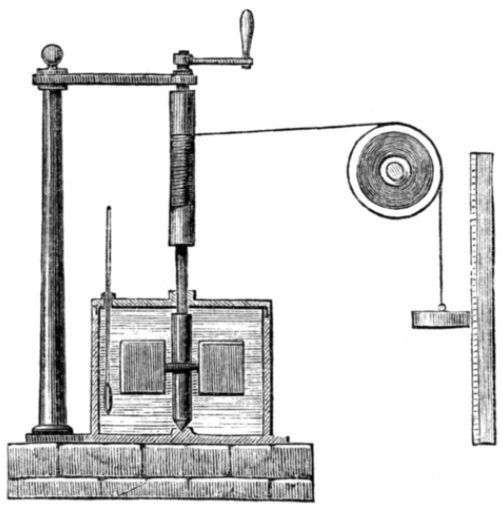


Схема установки Джоуля, на которой он исследовал превращение механической энергии в тепловую

И кто скажет, возможно, мы бы так и не узнали о том, какие важные открытия совершил Джеймс Джоуль, если бы судьба не свела его с другим выдающимся английским физиком – Уильямом Томсоном (лордом Кельвином), бывшим в то время профессором натуральной философии в Университете Глазго.

Учёные познакомились в 1847 г., когда Джоуль представлял Британской научной ассоциации свой четвёртый доклад об измерениях механического эквивалента теплоты и законе сохранения и превращения энергии. В своей лекции Джоуль говорил: «*Вы видите, следовательно, что живая сила может быть превращена в теплоту и теплота может превращаться в живую силу или в притяжение. Все три величины – именно теплота, живая сила и притяжение предметов (к которым я также могу причислить свет), – не связанные между собой механически, взаимно превращаемы друг в друга. Причём при таких превращениях энергия не теряется*».

Выступление было встречено учёными мужами со скукой и недоверием. Однако, к счастью, в зале находился Уильям Томсон, который был восхищён тем, что говорил Джоуль, и начал задавать много вопросов, спровоцировав жаркие дебаты. Правда, Томсон полагал, что Джоуль может быть и неправ. В письме к брату после собрания Томсон писал: «*Я посылаю работы Джоуля, которые тебя поразят. У меня было недостаточно времени, чтобы подробно в них разобраться. Мне кажется, что там пока ещё много изъянов*». Томсон, как и обещал, тщательно проанализировал работу и, признав её правильность, стал верным союзником Джоуля на долгие годы.

Вскоре физики начали совместные изыскания. Они изучали свойства газов, открыв, что при адиабатическом дросселировании газ охлаждается. Это явление, получившее название эффекта Джоуля-Томсона, впоследствии было положено в основу метода получения сверхнизких температур и тем самым способствовало появлению физики низких температур как нового направления естествознания. Учёные также совместно разработали термодинамическую шкалу, названную в честь титула Томсона шкалой Кельвина.

Признание

При поддержке Томсона научное сообщество, наконец, приняло и признало Джоуля. В 1850 г. его приняли в ряды Лондонского королевского общества. А через четыре года Джоуль продал оставшийся ему в наследство от отца пивоваренный завод и, наконец, исполнил свою давнюю мечту – всецело посвятил себя науке.

В 1850 гг. Джоуль опубликовал большую серию статей о совершенствовании электрических измерений, предлагая конструкции высокоточных вольтметров, гальванометров и амперметров. В целом в течение всей своей научной практики он уделял значительное внимание экспериментальной технике, позволяющей получать высокоточные результаты. А методики его экспериментов, подробно описанные в дневниках, используются и по сей день.

За свою жизнь Джоуль опубликовал 97 научных статей, большинство из которых касается приложения механической теории теплоты к кинетической теории газов, молекулярно-кинетической теории и акустике. Все они принадлежат к классическим работам по физике. В 1866 г. Джоулю вручили высшую награду Лондонского королевского общества – медаль Копли, а в 1880 г. – премию Королевского общества искусств – медаль Альберта.

В 1870 гг. учёный стал доктором права в Эдинбургском и Лейденском университетах, получил рыцарское звание от королевы Англии. В 1872 г. его избрали президентом Британской научной ассоциации, а позже, в 1877 г., переизбрали на второй срок.

Джеймс Джоуль умер в 1889 г. И в этот же год II Международный конгресс электриков, признавая огромный вклад учёного в развитие физики, принял решение назвать единицу измерения работы, энергии и количества теплоты джоулем.

Анна МАРЧЕНКО,
руководитель группы наблюдений за ГТС ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго»

Питание по старинке

Как за пять шагов дополнить электронный конструктор удобным источником напряжения

Существуют замечательные пособия для обучения детей электротехнике и электронике – такие, например, как конструктор «Знаток». В «Знатоке» для питания схем имеются два батарейных отсека, рассчитанных на две батарейки АА каждый. Получаются три варианта питания: 3 В, 6 В и ±3 В. Маловато, особенно если начинаешь экспериментировать, выходя за рамки предложенных в печатных альбомах схем.

Тем временем у многих из нас в домах пылятся старые бытовые кассетные видеокамеры, безнадёжно устаревшие после появления устройств цифровой видеозаписи. В таких видеокамерах обычно имеется отсоединяемый аккумуляторный блок, который можно заряжать с помощью прилагаемого сетевого зарядного устройства. Возникает естественное предложение – приспособить подобный блок для работы с детским электронным конструктором. Аккумуляторы вместо места на свалке получат вторую жизнь, а вы сможете расширить варианты питания схем, например, составить из батареек и аккумулятора двухполярный источник ±6 В.

В нашем распоряжении оказалась камера Sony с двумя никель-кадмиевыми аккумуляторами NP-33 (напряжение – 6 В, ёмкость – 800 мА·ч). Поскольку сама камера была неисправна, мы без зазрения совести «раздраконили» её, чтобы извлечь колодку с позолоченными пружинистыми контактами для подсоединения аккумулятора.

В конструкторе «Знаток» детали и проводники соединяются между собой с помощью самых обыкновенных кнопок от одежды – быстро и удобно. И нам нужно было механически и электрически подсоединить контактную колодку от видеокамеры к планке с двумя кнопками. Для этого мы изъяли из набора одну редко используемую деталь – датчик касания. Устроен он крайне просто – на печатной плате вытравлены два вложенных друг в друга гребнеобразных контакта. Прижимая палец к этим контактам, вы создаёте сопротивление между ними. Мы посудили, что без датчика касания вполне можно обойтись, прикасаясь к двум кнопкам двумя пальцами одной руки.

Контактная колодка в видеокамере оказалась распаяна на печатной плате с жестяным экраном. Мы не стали отпаивать колодку от платы (выяснилось, что аккумулятор очень удобно ложится на этот экран), просто перерезали на ней лишние печатные проводники.

Вместо обычных проводов между колодкой и планкой с кнопками мы для жёсткости припаяли полоски лужёной жести, вырезанные из консервной банки. После этого наклеили на планку стикер со знаком плюса. Далее осталось только испытать полученную несложную конструкцию. Всё заработало. Отметим, что для удобства пользования лучше иметь два аккумулятора: пока один работает, другой заряжается. Впрочем, зарядные устройства от плёночных кинокамер «по совместительству» работают как блоки питания, причём к некоторым камерам вдобавок к аккумулятору прилагается батарейный отсек для стандартных химических элементов АА.

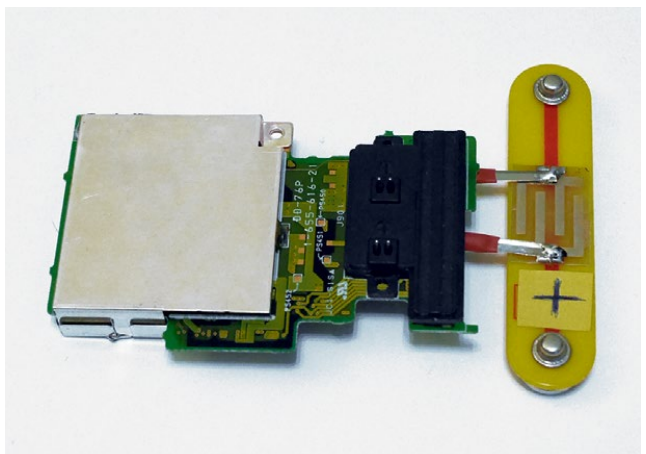
Отметим, что, применяя в обучении ребёнка старый ненужный аккумулятор, вы заодно дадите ему урок рачительного использования имеющихся вещей.

При работе не торопитесь, будьте внимательны, соблюдайте технику безопасности.

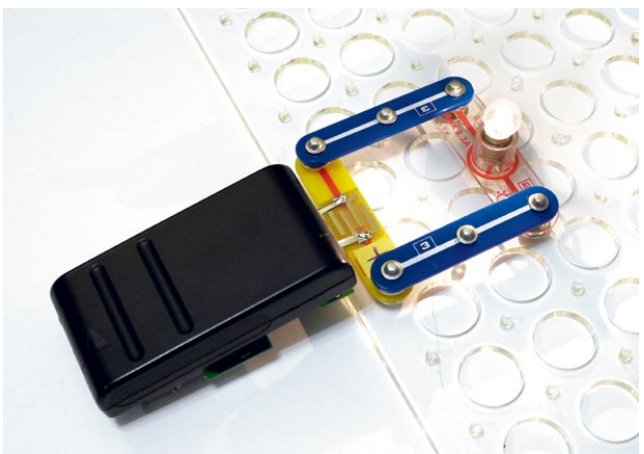
Итак, приступим!

ШАГ 1. Достаньте ненужную старую кассетную видеокамеру (лучше всего неисправную). Убедитесь, что её никель-кадмиевый аккумулятор вполне исправен. Приготовьте паяльник и другие инструменты.

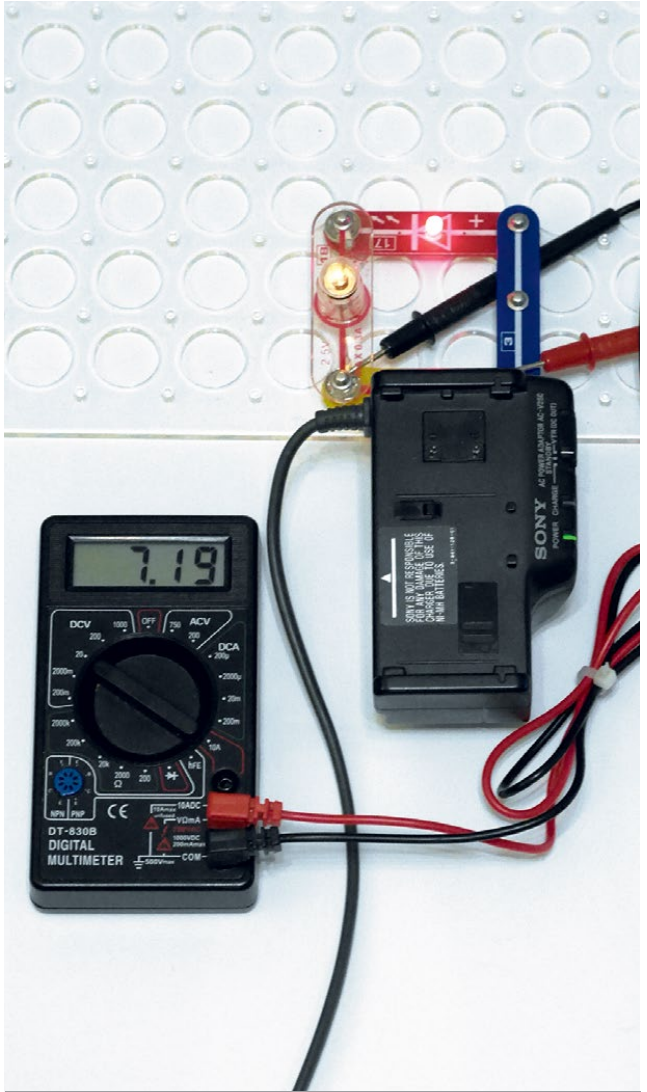
ШАГ 2. Поставьте аккумулятор заряжаться, а из камеры извлеките колодку с пружинными контактами. Если вам жаль разбирать камеру, изготовьте аналогичную колодку самостоятельно.



ШАГ 3. Припаяйте контактную колодку к планке с датчиком касания. Обеспечьте жёсткость конструкции и убедитесь, что ничего не замыкает. Чётко промаркируйте полярность контактов.



ШАГ 4. Проверьте полученную конструкцию на какой-либо простейшей электрической схеме. Фиксирующего устройства для аккумулятора не нужно – он прижимается собственным весом.



ШАГ 5. Опробуйте вариант с питанием напрямик от зарядного устройства. Измерьте напряжение на его выходе – оно может оказаться существенно выше 6 В. Желаем удачи!

Живой светильник

Как сообщило издание Science Daily, американские учёные вплотную приблизились к созданию биолюминесцентных растений.

Некоторые живые организмы светятся в темноте. Изучая это явление, биологи научились его воспроизводить, «активируя» необходимые для этого гены у растений. К примеру, методами генной инженерии был получен табак со светящимися листьями. Исследователи из Массачусетского технологического института пошли другим путём – они использовали методы нанобионики. В лабораториях института были синтезированы наночастицы, которые способны перемещаться внутри листьев и стеблей растений и обмениваться энергией, преобразуя её в свет.

Учёные применили люциферин (который испускает свет), люциферазу (выделенный из светлячков фермент, заставляющий люциферин светиться) и кофермент А (он повышает активность люциферазы, удаляя побочные продукты химической реакции). Все три компонента были упакованы в наночастицы, которые помогают им распространяться внутри растений и предотвращают их чрезмерные концентрации, которые могли бы оказаться токсичными для растений.

Люцифераза была заключена в 10-нанометровые частички двуокиси кремния, а люциферин и кофермент А – в чуть более крупные частички полимера PLGA и хитозана. Для ввода состава внутрь растений приготовили специальный раствор. Листья растений впитали этот раствор через крошечные поры, называемые устьицами, при повышенном давлении.

В итоге учёные получили светящиеся растения, которые излучают свет в 100 тыс. раз интенсивнее генномодифицированного табака. Любопытно, что свечение можно «отключить», добавив ингибитор люциферазы. На конец 2017 г. время свечения не превышало четырёх часов, но учёные из Массачусетса надеются продлить его в несколько раз. Другая задумка – получить спрей, который можно будет наносить на листья растений, придавая им свойство светимости. В идеале подобную обработку нужно будет делать всего один раз.

Да будет газ!

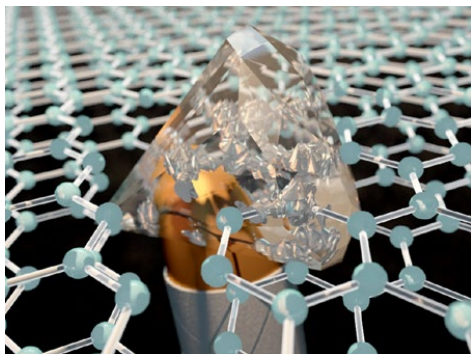
Учёные Национальной лаборатории по возобновляемой энергетике (NREL, США) работают над оригинальным способом получения метана. В восьмиметровом цилиндрическом биореакторе водород и диоксид углерода превращаются в «голубое топливо» с помощью редких микроорганизмов Methanothermobacter thermautotrophicus. Эти бактерии найдены в горячих ключах Исландии, где они существуют в экстремальных условиях – в щелочной среде при температуре порядка 65 °C.

Университет Чикаго провёл селекцию бактерий, которые стали производить больше метана – 96 молекул газа на каждые 100 молекул CO_2. *«Я не устаю поражаться тому, что эти бактерии нормально размножаются и производят метан в столь жёстких условиях»*, – отмечает микробиолог NREL Нэнси Доу.

Патент на технологию принадлежит датской компании Electrochaea. Однако в пилотной установке NREL 700-литровый биореактор усовершенствован – он работает при удвоенном внутреннем давлении (17 атм), что помогает растворению газов в воде, где они становятся доступными бактериям. Биореактор получает водород от 250-киловаттного электролизёра. Получаемый газ накапливается в баллонах под давлением до 850 атм.

Энергокомпания Southern California Gas и Департамент энергетики США совместно спонсируют проект, надеясь построить промышленную систему производства газового топлива, которая будет накапливать солнечную энергию и забирать углекислый газ из атмосферы. Главная задача учёных NREL – удостовериться в том, что технология масштабируется и подходит для условий переменной подачи водорода (солнечные панели работают только днём в ясную погоду). Также нужно отработать загрузку питательных веществ, необходимых для жизни микроорганизмов.

При производстве водорода для топливных элементов обычно требуется его тщательная осушка, на которую при электролизе уходит около 5% затрачиваемой энергии (используется тепловая регенерация водопоглощающего вещества). Здесь же можно производить «мокрый» водород, увеличивая общую энергоэффективность процесса.



Встречайте диамен

Учёные Городского университета Нью-Йорка теоретически предсказали, что два слоя графена могут при комнатной температуре объединяться в тонкую алмазоподобную структуру. Они произвели эксперименты на подложке из карбида кремния и действительно обнаружили трансформацию, после которой материал изменил свои механические свойства и его электрическая проводимость резко снизилась.

«Полученная тончайшая структура имеет прочность и твёрдость алмаза, – отмечает ведущий исследователь, профессор физики Элизабет Риедо. – *Графит и одиночный лист графена реагируют на надавливание, как мягкая плёнка, но когда мы сжали двухслойный графен, вдруг обнаружили чрезвычайно твёрдый материал».*

Структуру назвали диаменом. Компьютерные расчёты точно совпали с результатами опытов. Любопытно, что при наложении трёх и более слоёв графена никакого объединения не происходило.

Power over fiber

Компания Broadcom наладила производство фотоэлектрических преобразователей для передачи энергии по оптоволокну. Подобный способ удобен для питания датчиков в электрических сетях, находящихся под высоким напряжением, на установках подготовки и переработки нефти (во взрывоопасных зонах), в судовом и авиационном оборудовании (топливные и диагностические системы), на вышках сотовой связи, где присутствуют сильные электромагнитные помехи, и т. д.

Для дистанционного электропитания устройств применяется лазер мощностью 1,5 Вт с длиной волны 808 нм. В качестве оптической линии электропередачи рекомендовано использовать многомодовое оптоволокно с диаметром сердцевины 62,5 или 125 мкм. Твердотельный фотоэлектрический преобразователь, максимум чувствительности которого находится вблизи 800 нм, работает в диапазоне температур от –40 до +85 °C и обеспечивает электрическую мощность до 600 мВт, выдавая напряжение 3,7 или 5,6 В.

Главные достоинства предлагаемого решения – это полная гальваническая развязка соединяемого оборудования и исключение электромагнитных помех.

Ламинарный ток

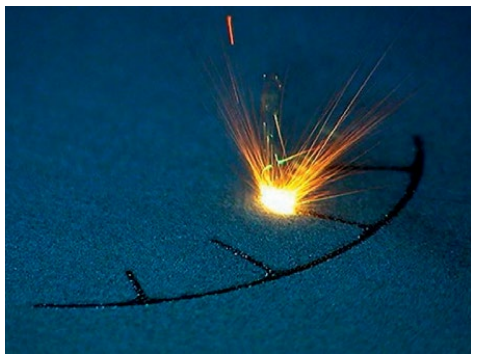
Лаппеенрантский технологический университет (Финляндия) и компании Elenia и Ensto Finland завершили трёхлетний исследовательский проект LVDC RULES, в рамках которого разработаны технологии и модели управления для низковольтных систем распределения энергии постоянного тока (LVDC). Также подготовлены стандарты обучения профильных специалистов. Полигон для апробации решений создан в сети распределительной компании Elenia.

Авторы проекта исходили из того, что до 30–40% наиболее подверженных авариям и неисправностям распределительных сетей можно заменить на более дешёвые и надёжные сети низкого напряжения постоянного тока, обеспечив хороший технологический задел на будущее.

Потребители, конечно же, получат привычное для них переменное напряжение, для чего предусмотрены полупроводниковые инверторы. Эти инверторы питаются от двуполярной сети ±750 В со средним проводом, допускающей как двуполярное, так и однополярное подсоединение потребителей и генераторов. Сеть рассчитана на параллельную работу множества распределённых источников, включая генераторы на основе ВИЭ, и может при необходимости переходить в режим «острова». Компьютерная система предоставляет каждому потребителю информацию о потреблении электроэнергии и её стоимости в реальном времени.

«LVDC – это действительно умная сеть. Она позволяет, помимо всего прочего, учитывать эластичность спроса на уровне отдельных потребителей, экономически эффективно работать объектам генерации возобновляемой энергии и её хранения», – объясняет Томми Кастеенпохья, региональный директор подразделения Ensto Utility Networks по исследованиям и разработкам, а также управлению производством.

«Распределительные системы постоянного тока позволят сократить размеры сетей среднего напряжения и упростить их, а также обеспечить безопасность электроснабжения при сниженных затратах на реконструкцию», – объясняет научный сотрудник университета Теро Кайпиа.



3D-ускорение

3D-печать всё шире внедряется в промышленности, причём ограничивающим фактором зачастую становится уже не качество получаемого изделия, а скорость печати. Как решить проблему? В случае селективного лазерного спекания порошков мощность луча повышать нельзя – порошки начнут испаряться. Роберт Филкинс, ведущий инженер подразделения аддитивных технологий компании GE Global Research, предложил модифицировать производственное оборудование. «*3D-печать напоминает покраску помещения,* – объясняет он. – *Можно всегда пользоваться тонкой кистью, которая позволяет тщательно прорисовывать мельчайшие детали, но это займёт уйму времени. Лучше взять валик, который поможет резко ускорить покраску на ровных стенах, особенно когда вы занимаетесь грунтовкой*».

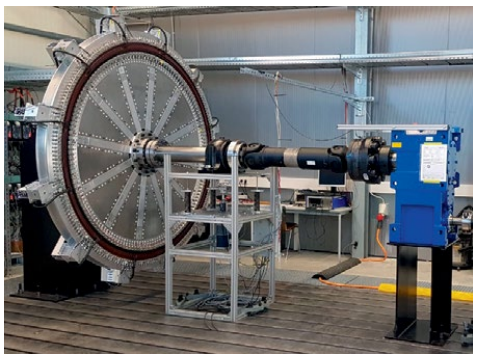
По замыслу Роберта Филкинса, новые 3D-принтеры будут оснащены гибко управляемыми лазерными системами, которые при печати сплошных объёмов будут засвечивать сразу широкий участок порошковой смеси.

ТЭЦ на дому

В Германии успешно завершён государственный проект ene.field, в рамках которого энергетические компании установили в домах частных потребителей более тысячи микроТЭЦ на топливных элементах. В разномастных энергоустановках реализован целый спектр технологических решений, предложенных производственными компаниями Ballard, Bosch, Ceres Power, Elcore, Hexis, RBZ, SenerTec, SOLIDpower, Vaillant и Viessmann. «Энерговектор» писал о схожем более раннем федеральном проекте Callux в сентябре 2014 г.

Потребителям новые технологии понравились: более 90% владельцев микроТЭЦ отмечают тепло в домах, комфорт, надёжность и разумные затраты на эксплуатацию нового оборудования. Энергетические компании поначалу скептически относились к нововведению, но впоследствии обнаружили выгоду в предоставлении оборудования микроТЭЦ в лизинг.

Следующий проект по комбинированной микрогенерации, названный PACE, нацелен на снижение цен. Для этого в Германии планируется с 2020 г. выпускать и устанавливать по 10 тыс. микроТЭЦ.



Энергия кольца

В Институте ветровой энергии и технологий энергетических систем Общества им. Фраунгофера (Германия) испытан прототип кольцевого генератора для морских безредукторных 10-мегаваттных ветровых установок.

Конструкторы генератора нацелились на то, чтобы снизить его массу в три раза, резко сократив массу всей гондолы. Проблема в том, что с увеличением мощности генератора его вес растёт лавинообразно, что выливается в большие расходы на строительство башен и их закрепление на дне, а также дороговизну обслуживания установок.

В новом генераторе используется ротор с неодимовыми магнитами, который имеет форму диска. Зазор между статором и ротором минимизирован с целью повышения индукции (читай: КПД). Инженеры решают непростую задачу: зазор нельзя сокращать до микронных уровней – нужно оставить запас на температурные расширения, вибрации и осевые смещения, которые возможны во время резких порывов ветра.

Изготовленная тестовая модель генератора мощностью 180 кВт оснащена двухметровым алюминиевым ротором. Её статор разделён на 12 секций, каждая из которых снабжена своим инвертором. Напряжённость магнитного поля в пятимиллиметровом зазоре достигает 0,82 Т. В окончательном 10-мегаваттном варианте генератора намечено применить 48 секций, что позволит, соединив инверторы последовательно, подключить ветроустановку напрямик к сети среднего напряжения. Кроме того, разработчики рассчитывают демпфировать вибрации вала, меняя электрические нагрузки на катушки отдельных секций статора. Зазор будет иметь ширину 15 мм, что совсем немного для ротора диаметром 15 м.

Прототип генератора уже прошёл проверку на стенде, показав хорошую управляемость, отличное качество генерируемого напряжения, высокие эффективность и способность подавлять вибрации. Вместо лопастей при тестировании был использован электропривод с редуктором.

На следующем этапе намечено исследовать генератор в виртуальной турбине для выбора способа его охлаждения и отработки различных режимов нагрузки.

Генерация на лету

В НИЦ «Институт им. Н. Е. Жуковского», Центральном институте авиационного моторостроения им П. И. Баранова (ЦИАМ) и других профильных организациях началась разработка технологий для реализации концепции электроприводного регионального самолёта, созданной в 2017 г. по инициативе института и Фонда перспективных исследований.

На авиасалоне «МАКС-2017» специалисты ЦИАМ представили 10-киловаттный демонстратор гибридной энергоустановки. Предполагается, что она будет включать два электродвигателя мощностью по 500 кВт, блок ионно-литиевых аккумуляторов и турбину, которая будет постоянно работать в наиболее экономичном режиме, вращая электрогенератор. Напомним, что в сегодняшних лайнерах турбины при взлёте работают на полную мощность, а в крейсерском полёте используются лишь на пятую часть своих возможностей.

Российская компания «СуперОкс» (производитель ленточных высокотемпературных сверхпроводников) уже разрабатывает для нового самолёта электродвигатели со статорами из сверхпроводящих магнитов, охлаждаемых жидким азотом.

По замыслу разработчиков из Института им. Н. Е. Жуковского, гибридная энергоустановка сначала будет испытываться на земле, а затем – в летающей лаборатории, предположительно – на основе самолёта Як-40. В нос машины вместо радара будет встроен электродвигатель с винтом, а в хвосте вместо центрального двигателя будет размещён турбогенератор. Двух оставшихся двигателей самолёта будет достаточно для того, чтобы испытать гибридную систему на разных высотах и скоростях полёта. Согласно плану, летающая лаборатория должна быть оборудована в 2019 г.

«*Наша задача – выстроить тесную кооперацию между российскими организациями, чтобы сформировать опережающий научно-технический задел для реализации концепции полностью электрического самолёта. Это технологии, которые обеспечат конкурентоспособность будущей российской авиационной техники*», – отметил директор проектного комплекса «Гражданские самолёты» Института им. Н. Е. Жуковского» Сергей Гальперин.

ГелиоТЭЦ

Институт газовых технологий (GTI, США) по заказу агентства ARPA-E разрабатывает комбинированные солнечные энергоустановки для выработки тепловой и электрической энергии. Идея в том, чтобы объединить преимущества фотоэлектрических и концентрирующих тепловых солнечных станций.

В GTI уже созданы два пятикиловаттных прототипа. В первом из них на теплоприёмнике имеется дополнительное зеркало, которое ещё сильнее концентрирует световой поток для того, чтобы нагреть теплоноситель до температуры 650 °С. Во втором прототипе организовано разделение солнечного света по спектру для нагрева жидкости до 600 °С и параллельной генерации электроэнергии с помощью фотоэлектрической панели. В обоих случаях тепло запасается в баке-аккумуляторе и может быть использовано для нагрева чего-либо или выработки электроэнергии.

Команда разработчиков провела технико-экономический анализ предлагаемых технологий и пришла к решению построить тестовую установку мощностью 60 кВт для апробации на калифорнийском предприятии, где периодически требуется тепло для технологических нужд.

Свет без проводов

В Китае начались испытания лазерных систем для освещения улиц и автодорог. В сравнении со светодиодами лазерные диоды обеспечивают более высокую энергоэффективность и в тысячу раз больший удельный световой поток на единицу площади кристалла. Недаром некоторые производители автомобилей (например, Mercedes-Benz и BMW) уже используют лазерные диоды в фарах дальнего света. Более того, лазеры позволяют избавиться от части электрических кабелей и преобразователей напряжения, передавая энергию между фонарными столбами световым лучом. Всё перечисленное поможет сократить потребление энергии на две трети.

Технология разработана компанией Jinjing в г. Фучжоу (провинция Фуцзянь) и испытывается в соседнем Фуцине. Свет синего лазера преобразуется в рассеянный белый свет с помощью люминофорного материала с квантовыми точками. **Эв**

Позитивный настрой

Энергетики «ЛУКОЙЛа» о себе и своей работе

Откуда люди берут неиссякаемые энтузиазм и энергию на преодоление трудностей? Источники душевных сил непонятны, но совершенно ясно, что они позволяют работникам компании совершенствоваться самим и помогать окружающим.

«К будущим победам»

Рассказывает Анна Олеговна ХОЛОДОВА, специалист I категории отдела налогового планирования и трансфертного ценообразования ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Профессию я выбирала далеко не случайным образом. Я окончила экономический факультет и хотела работать по специальности. Знакомая предложила мне попробовать пройти собеседование на предприятии Группы «ЛУКОЙЛ», где требовался как раз экономист. Ну, как не поверить в удачу?

Уже в компании я по достоинству оценила масштабы её деятельности и значение для нашей страны. Для меня важно быть причастной к большому делу, работать в отрасли, основополагающей для державы.

В «ЛУКОЙЛе» я уже четыре года – не так много для трудовой биографии, но значимо для меня как специалиста. У меня системная деятельность. Мне интересен каждый этап моей работы, особенно по душе подготовка годового бюджета. Последним и самым большим проектом, в котором я участвовала в составе рабочей группы, стало создание, внедрение и тестирование форм управленческой отчётности на платформе «1С:ERP».

Говорят, энергетика – это физика плюс экономика. Моя работа пока не пересекается с физической стороной производства. Я думаю, что в этом направлении у меня большие перспективы – за каждой цифрой в отчёте стоят реальные люди и процессы, о которых мне хочется знать.

Сегодня в бизнесе принято жаловаться на чрезмерно сложное и постоянно меняющееся законодательство. Отмечу, что в любой отрасли, не только энергетической, правила сосуществования бизнеса и государства задаёт именно законодательство. И от того, насколько оперативно оно реагирует на глобальные изменения, зависит общий успех. Законодательство будет упрощаться, я уверена в этом.

Коллектив у нас в отделе очень интересный – есть как молодые, так и зрелые сотрудники с серьёзным жизненным и профессиональным опытом. Атмосфера рабочая и очень позитивная: мы учимся и перенимаем друг у друга лучшие качества. При этом у каждого члена команды своя задача. Вся система действует, как часы.

В 2016 г. я завершила большую работу – защитила кандидатскую диссертацию по экономике. В результате смогла не только улучшить практику повседневной работы, но и глубже изучить теорию, набрав базу для дальнейшего совершенствования.

Рутину мы стараемся передавать программам. И я благодарна руководителям нашего общества и коллегам, которые поддерживали меня и всячески помогали, когда я готовила работу «Автоматизация управленческой отчётности планово-экономической группы ООО “ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ” с использованием стандартных программных продуктов». Этот труд в 2017 г. занял I место на XIII Конкурсе ПАО «ЛУКОЙЛ» на лучшую научно-техническую разработку молодых учёных и специалистов по направлению «Экономика, планирование и инвестиции». Главное, на мой взгляд, – это внедрение результатов работы и получение положительного эффекта. Было приятно, что разработку оценили на столь высоком уровне, как ПАО «ЛУКОЙЛ».

Слоган «Всегда в движении!», думаю, хорошо подходит не только всей компании, но и нашему отделу. Мы не стоим на месте, развиваемся. Всё время ищем новые идеи и реализуем их на практике, а также думаем о дальнейшем совершенствовании рабочего процесса.

Анна ХОЛОДОВА (ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)

Когда речь идёт о небольших проектах, мне комфортно работать в паре, где можно быстро принимать решения и пробовать новые идеи. А с большими задачами невозможно справиться без серьёзной команды, которая поддержит и поможет двигаться в правильном направлении.

Сегодня много говорят о криптовалютах. Этот феномен, на мой взгляд, прогнозируемый и в какой-то степени даже неизбежный. Ведь наша жизнь всё больше и больше переплетается с Интернетом, очертить границы между реальностью и виртуальным миром становится всё тяжелее. Единственное, как мне кажется, стоит напомнить, что всякая подобная идея в своём развитии рано или поздно проходит через в кризис. Причём в ситуации с криптовалютами кризис будет не локальным, а глобальным.

Я увлекаюсь нумизматикой. Коллекция у меня небольшая, но в ней есть вещи, которые действительно достойны внимания. Это, например, три греческие монеты II века до н. э., найденные при раскопках на территории нынешней Италии. Приятно держать в руках такую редкость. Также я собираю стеклянные новогодние ёлочные игрушки в виде разных животных. Очень люблю Новый год и Рождество, для меня это семейные праздники, которые пахнут ёлкой и уткой с апельсинами и яблоками.

Я убеждена, что человеку должно быть интересно жить. Нельзя заниматься вещами, которые угнетают или просто не по душе. Нужно посвятить себя тому, что нравится, способствует личному и профессиональному развитию, помогает преодолевать себя и побуждает делать невозможное.

Читателям пожелаю всегда быть в поиске нового, интересного. Пусть по чуть-чуть, пусть понемногу, но каждый новый шаг приведёт лично вас и нашу дружную компанию к будущим успехам и победам.

«Отличный союз»

Рассказывает Вячеслав Сергеевич ШИБИТОВ, начальник смены по электротехническому оборудованию Волжской ТЭЦ-1 ООО «Тепловая генерация г. Волжского».

В энергетику я шёл осознанно. Ещё в школе мне понравилась эта профессия, поэтому выбор вуза был почти без вариантов – Волжский филиал МЭИ. Получив диплом, устроился на Волжскую ТЭЦ, где и работаю до сих пор.

Основное, что меня привлекает в профессии, – это ответственность и профессионализм, присущие энергетикам. Иначе быть не может: мы занимаемся делом не просто полезным для людей, а даже, можно сказать, жизненно необходимым.

Мой отец – электрик. Так что у нас зародилась династия энергетиков. Очень надеюсь, что она продолжится.

Коллектив, в котором я работаю, состоит из настоящих профессионалов, которым по плечу любые задачи. Это и опытные энергетики, отработавшие в отрасли несколько десятилетий, а также совсем молодые люди в начале своего трудового пути. Рабочий процесс отлажен так, что мы ощущаем себя и действуем, словно единое целое. Атмосфера в коллективе товарищеская. Мы всегда готовы помочь друг другу.

Вячеслав ШИБИТОВ (ООО «Тепловая генерация г. Волжского»)

Для человека извне работа оперативного персонала ТЭЦ может представляться однообразной и скучной. Но это иллюзия. Оперативная работа напрямую зависит от состояния и режимов работы сложного оборудования, которые всё время меняются. И предугадать, что как пойдёт, практически невозможно. В нештатной ситуации очень важно быстро реагировать на события: счёт часто идёт на секунды. (Не зря персонал называется «оперативным».) Вот в такие моменты люди и понимают, созданы они для этой профессии или нет.

После перехода предприятия на бесцеховую структуру у нас была создана «могучая кучка» – группа совершенствования эксплуатации и развития оперативного персонала. Она призвана, в частности, отыскивать идеи по улучшению производства. Здесь, как в науке, времена одиночек давно прошли. Любой серьёзный проект требует глубокого всестороннего анализа и потому включает целый коллектив. Вместе можно решать самые сложные задачи.

На предприятиях «ЛУКОЙЛа» много внимания уделяется молодёжи, и я участвую в этой работе как председатель Совета молодых специалистов ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго». Начинать трудиться на новом месте всегда тяжело, и мы помогаем молодёжи адаптироваться на предприятиях. Исходим из того, что «ЛУКОЙЛ» – это одна большая семья – как в мире, так и в пределах одной ТЭЦ.

В ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» действует Школа молодого энергетика, призванная помочь молодым работникам раскрыть свой потенциал. Название неслучайно: ребята целый год обучаются, как в школе. В конце года защищают выпускную работу – собственный проект, направленный на улучшение показателей станции. К сожалению, когда я устраивался на ТЭЦ, школы ещё не было. И я впоследствии пошёл в неё сразу в качестве преподавателя-наставника.

За время работы больше всего запомнились два эпизода. В 2011 г. я стал победителем в корпоративном конкурсе «Лучший по профессии» в номинации «Электромонтёр по обслуживанию электрооборудования». После этого получил долгожданное повышение по службе. В 2017 г. году в составе команды лукойловских энергетиков я участвовал во Всероссийских соревнованиях оперативного персонала ТЭС. Мы завоевали общекомандное первое место, а я также оказался первым в индивидуальном зачёте в номинации «Начальник смены электроцеха».

Замечательно, что в нашей компании молодым работникам доверяют участвовать в серьёзных соревнованиях. Молодёжь, в свою очередь, оправдывает высокое доверие начальства. Получается отличный союз.

Я увлекаюсь спортом, играю в футбол. Также люблю играть на гитаре. Но сейчас свободного времени у меня практически нет. Помимо основной работы и общественной нагрузки я стараюсь успевать помогать дома. У нас с женой двое замечательных детей: дочери – 3,5 года, сыну – 1 год и 3 месяца. Дети так быстро растут и меняются, что мне не хочется упускать возможности общаться с ними.

По жизни основной мой принцип: «*Никогда не останавливаться на достигнутом!*» Я считаю, что человеку всегда есть к чему стремиться, и чем сложнее поставлена задача, тем приятнее будет видеть её успешное решение. Также я за уважение к коллегам – независимо от должности и трудового стажа.

Читателей газеты поздравляю с наступившим 2018-м годом. Хочу пожелать всем благополучия и успехов в этом году. Счастлив тот, кто целей достигает! **Эв**

Противостояние

В каких условиях идёт разработка электрических счётчиков

Подобно тому, как военные специалисты пытаются технически превзойти и как-нибудь перехитрить потенциального противника, некоторые граждане и даже организации проявляют необыкновенную креативность для того, чтобы снизить показания счётчиков электрической энергии. Производители счётчиков оперативно принимают контрмеры.

Просто магнетизм

Невидимая война идёт уже не первый год. Поначалу ушлые потребители пользовались мощными неодимовыми магнитами, размещая их на корпусах приборов учёта. Дело в том, что в электронных счётчиках с циферблатным устройством, которые были широко распространены лет десять назад, есть электромеханический преобразователь – по сути, шаговый двигатель. Если вам доводилось разбирать кварцевые стрелочные часы, вы знаете, как он может выглядеть. В сильном магнитном поле ротор двигателя или электромагнит «залипают» и колёса циферблата перестают проворачиваться.

Мошенничество с магнитами распространялось, как лавина, пока производители счётчиков не начали применять в своих устройствах магнитные экраны.

Натолкнувшись на препятствие, мошенники поначалу попытались пробиться силовым способом. Там, где не справлялся один небольшой магнит, устанавливали три-четыре таких же магнита или один-два более крупных. Приходилось тратиться – сильные магниты, содержащие неодим и ряд других редкоземельных металлов, стоят недёшево. В ответ в некоторых счётчиках даже появились двойные магнитные экраны. Так что «гонка вооружений» потребовала расходов с обеих сторон.

К магнитам также оказались чувствительны те редкие чисто электронные приборы, у которых в катушке трансформатора тока имеется металлический сердечник. Входя в насыщение под воздействием магнитного поля, металлический сердечник понижает чувствительность прибора, а с ней – и показания о количестве потреблённой электроэнергии.

Искусство маскировки

В последние годы «магнитная война» постепенно идёт на спад, вместо неё начинается шпиономания с тайными системами дистанционного управления.

Когда показания общедомового счётчика сильно расходятся с суммарными показаниями индивидуальных, управляющая организация бьёт тревогу. Игнорировать закон сохранения энергии значит терять деньги. И специалисты выезжают обследовать дома, чтобы найти места несанкционированного подключения к электросети и «экономичные» счётчики. Хитрые потребители в таких условиях уповают на скрытность и маскировку.

Поначалу мошенники выбирали простейший вариант – установку внутри счётчика геркона и подделку заводских пломб, чтобы можно было по желанию замедлять или даже останавливать отсчёт. Геркон под воздействием магнитного поля (не обязательно сильного, так что достаточно обычного магнита) замыкает измерительную катушку или другие сигнальные цепи. При этом недобросовестный потребитель рассчитывает на то, что успеет убрать магнит к моменту визита инспекторов. Он также предполагает, что при поверке прибора геркон будет разомкнут и потому счётчик покажет нормальную работу. Понятно, что специалисты управляющей организации и тестовой лаборатории не станут вскрывать опломбированный корпус прибора, чтобы не лишить потребителя заводской гарантии.

Подобный расчёт оправдывался лишь поначалу. Узнав об уловках с герконами, специалисты начали взвешивать счётчики на точных весах (не изменилась ли масса?) и подвергать их воздействию магнитных и низкочастотных электромагнитных полей (не слышны ли щелчки или треск контактов?).

Держи дистанцию

Сегодня противостояние перешло в новую фазу. На диком рынке появились решения по «доработке» счётчиков путём установки небольшой печатной платы с приёмником ИК- или радиосигналов. Такие решения рекламируются как счётчики с пультом. В случае радиоканала обещают радиус управления до 50 м, что позволяет отключить «экономичный» режим с появлением инспекторов. Конечно, подобные разработки – это уже не чудачества отдельных чрезмерно креативных личностей, а коллективная преступная деятельность. Вместе с услугами по «доработке» счётчиков организованные мошенники предлагают наклейки, маскирующие вмешательство, пломбирование «как на заводе-изготовителе» и другие противозаконные деяния.

Пленных не брать!

Чтобы обзавестить счётчиком с системой дистанционного управления, нужно временно демонтировать и разобрать прибор, не нарушив его пломбы, или заменить его на заранее доработанный. Для обоснования необходимости замены совершенно исправных приборов мошенники придумали целый ряд приёмов, напоминающих пытки пленных. Читаем в Интернете: «*Электронный цифровой счётчик удаётся полностью испортить или обнулить с помощью “электрошока”, который используют для самообороны. Электрошокер многократно включают, прикладывая к счётчику в разных местах через прокладку из тонкого изоляционного материала (бумаги, картона и т. п.). При разрядах электрошокера по корпусу счётчика наводки сбивают микропроцессор счётчика, меняют содержимое его памяти или портят маломощные электронные элементы. В результате счётчик либо обнуляется, либо полностью выходит из строя – как повезёт. Если ударить электрошокером по электронному табло, оно заплывёт чёрным и счётчик точно нужно будет менять*».

Другой вариант предусматривает температурное воздействие: «*Испортить электронный или электронно-механический электросчётчик довольно легко, нагревая его до температур 70–90 °С. Добиться этого можно, обдувая прибор горячим воздухом из мощного калорифера. Можно поставить под счётчик электроплитку или даже погреть строительным феном. Там, где электрощит установлен на солнечной стороне здания, летом можно открыть дверцу и укутать счётчик чёрной полиэтиленовой плёнкой, оставив на некоторое время. Можно также добавить немного воды для повышения влажности*». Ещё «умельцы» придумали варианты с зимним замораживанием приборов на влажном воздухе, чтобы внутри образовался лёд, и сжиганием мощными импульсными токами через цепи нагрузки. «*Счётчик также можно “заглючить” сильным электромагнитным излучением*», – пишут они о своих находках.

Следует отметить, что подобным образом мошенники не только уничтожают исправные счётчики, но и портят репутацию их производителям.

Сила интеллекта

Чем же на это отвечают изготовители? Они стараются воспользоваться программными решениями. Так, в новейших моделях встроенный микропроцессор работает всегда, даже когда счётчик обесточен, и фиксирует все случаи вскрытия корпуса (для этого имеется специальный датчик), записывая их в журнал событий вместе с датой и временем. Также программа фиксирует моменты отключений напряжения, смены даты и другие подозрительные события.

В некоторых случаях ушлые потребители находят нетривиальные ходы. Так, один из электронных счётчиков Нижегородского научно-производственного объединения им. М. В. Фрунзе, как оказалось, можно остановить, с силой нажимая на его ЖК-индикатор. Если делать это аккуратно, корпус и сам индикатор прогибаются, но не ломаются, а шестерёнка внутри прибора останавливается. Специалисты предприятия были поражены, когда обнаружили подобную уязвимость своего изделия.

В целом противостояние ведёт к совершенствованию измерительной техники, но лучше бы потребители и производители тратили свои усилия и время на более достойные занятия. **Эв**

Издательство
ООО «Медиа-холдинг "Западная Сибирь"»

Главный редактор
Иван Рогожкин

Консультант
Людмила Зимина

Обозреватель
Павел Безруких

Над выпуском работали
Анатолий Печейкин
Максим Родионов
Мария Хомутская

Фото
Александр Поляков
Виталий Савельев

Отдел рекламы
E-mail: welcome@oilru.com

Редакция
Телефон: +7 (916) 422-95-19
Web-site: www.energovector.com
E-mail: evector@oilru.com

Facebook
http://facebook.com/energovector

Дополненная реальность
http://orbsoft.ru/dop_real/

Ежемесячное издание
Регистрационный номер
ПИ №ФС77-46147
Издаётся с сентября 2011 г.
12+

Подписано в печать
11.01.2018 г.

Цена договорная

Редакция не несёт ответственности за достоверность информации, содержащейся в рекламных объявлениях

Мнения авторов статей не всегда отражают позиции редакции

При перепечатке ссылка на газету «Энерговектор» обязательна

Дизайн-макет:
Максим Родионов

Иллюстрация на первой полосе:
Г. Куртенко

Опять зовёт
просторов ширь
С любовью –
в Западную Сибирь.

НЕФТЯНИК
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА