Январь 2019 г.

ЛУКОЙЛ

# ЭНЕРГОВЕКТОР

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

Прогнозы на 2019 г. 4

В корпоративном центре 6

Пар отечества нам сладок 8

Перспективные ионисторы 14

## Ради чистой энергии

ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго» завершило первый этап крупного проекта по техническому перевооружению и реконструкции Белореченской ГЭС. Это крупнейшая гидроэлектростанция Краснодарского края работает по деривационной схеме, используя перепад высот между реками Белая и Пшиш.

Белореченская ГЭС была спроектирована институтом «Гидропроект» в рамках послевоенной программы по развитию гидроэнергетики. Проектная мощность станции – 48 МВт, а среднегодовая выработка электроэнергии – 193,5 млн кВт·ч. Станция была запущена в эксплуатацию в сентябре 1954 г. Её строительство было завершено в 1955 г. вводом в действие третьего гидроагрегата мощностью 16 МВт. Белореченская ГЭС сыграла большую роль в промышленном развитии региона в 1950–1960 гг. К началу текущего десятилетия оборудование станции по большей части выработало свой ресурс и морально устарело.

В апреле 2017 г. гидроагрегат № 1 был выведен из эксплуатации для реконструкции. В течение 2017–2018 гг. были заменены гидротурбина и генератор на новые, обеспечивающие мощность 24 МВт. Также было реконструировано ОРУ 10/35/110 кВ.

С 27 ноября по 21 декабря 2018 г. были проведены раздельные испытания гидротурбины, гидрогенератора и вспомогательных систем нового гидроагрегата. 22 декабря 2018 г., в День энергетика, начались комплексные 72-часовые испытания с выдачей мощности в сеть. В течение трёх суток новый гидроагрегат обеспечивал максимальную мощность 24 МВт, что было зафиксировано Кубанским РДУ Системного оператора ЕЭС России.

Новый гидроагрегат находится в эксплуатации с 25 декабря 2018 г., а общество «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго» продолжает реконструкцию, приступая к демонтажу гидроагрегата № 3, который также будет заменён на 24-мегаваттный. По плану, он будет включён в сеть до декабря 2019 г.

По окончании проекта ресурс станции будет продлён по меньшей мере на 40 лет и общество «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго» обеспечит более полное использование гидропотенциала р. Белой в районе гидроэлектростанции, увеличив выработку экологически чистой электроэнергии.

## Талантливая молодёжь

В конце 2018 г. в ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» прошла ежегодная VII Научно-практическая конференция молодых специалистов, учёных и студентов. В конференции участвовали молодые работники и руководители подразделений обществ «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» и «Астраханские тепловые сети», студенты, аспиранты и преподаватели кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Астраханского государственного технического университета (АГТУ). Стоит отметить, что ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» давно и продуктивно сотрудничает с университетом, позволяя студентам вуза на практике знакомиться с самыми современными технологиями производства электрической и тепловой энергии и предоставляя возможности для трудоустройства выпускников.

На суд экспертной комиссии, состоящей из технических руководителей и ведущих специалистов энергетических предприятий, были представлены восемь проектов, нацеленных на снижение эксплуатационных затрат, увеличение ресурса работы энергетического оборудования и повышение энергоэффективности производства.

Призовые места распределились следующим образом.

1. Марат Мухтаров и Артём Шабанов с работой «Модернизация элементного коммутатора ЭК-6353 ЩПТ-1, 2 Астраханской ТЭЦ-2».
2. Сергей Путятин («Модернизация дренажной системы клапанов CDP и ST-8 газотурбинных установок ПГУ-110 и ПГУ-235»).
3. Сергей Свекольников и Павел Носорев («Подпитка теплосети за счёт непрерывной и периодической продувки котлов-утилизаторов ПГУ-235»).

Победители получили дипломы и надбавки к должностным окладам.

*«Научно-практическая конференция – это уникальная площадка для обмена опытом, применения знаний на практике. Победители получают признание в качестве профессионалов. Приятно отметить, что большинство представленных разработок направлено на решение актуальных вопросов по снижению эксплуатационных затрат и повышению энергоэффективности производства. Молодые специалисты активно участвуют в развитии предприятия, что было бы невозможно без внедрения передовых технологий»,* – отметил генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» Олег Седлецкий.

## Свидетели истории

Студенты РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, обучающиеся на кафедре «Возобновляемые источники энергии», стали свидетелями исторического события. 12 декабря 2018 г. на конференции газеты «Ведомости» «Будущее возобновляемой энергетики в России» в их присутствии было объявлено о создании Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ).

В состав ассоциации на тот момент вошли Управляющая компания «Роснано», производитель ветровых турбин «Вестас Рус», «НоваВинд» (дочерняя компания концерна «Росатом», специализирующаяся на ветровой энергетике), изготовитель солнечных фотоэлектрических панелей «Хевел Солар Системс» и строительная компания «Вершина девелопмент». Главой свежесозданной организации избран Анатолий Чубайс. Вице-президентом АРВЭ стал первый заместитель гендиректора «Росатома» Кирилл Комаров.

Ассоциация намерена вырабатывать совместные стратегические позиции, участвовать в обсуждении законодательных новаций и других предложений, касающихся развития сектора возобновляемой энергетики.

В ближайшее время АРВЭ займётся формулировкой единой позиции участников и разработкой концепции поддержки ВИЭ в России после 2024 г., а также разработкой проектов нормативно-правовых актов.

## Активные горожане

Молодые специалисты Сервисного центра «Урайэнергонефть» Западно-Сибирского управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» участвовали в IX Общегородском форуме «Урай – наш общий дом». Горожане знают, что именно здесь можно конструктивно поговорить о накопившихся проблемах и обсудить перспективы развития муниципального образования.

На форум прибыли делегации из Кондинского и Советского районов, Югорска и Нягани во главе с руководством муниципалитетов. Понимая, что успешный бизнес – основа для устойчивого социального развития, организаторы провели встречи для обсуждения тем: «Как развить собственное дело?», «Социальное предпринимательство», «Инструменты популяризации предпринимательства».

На форуме общественность Урая решила объявить 2019 г. «Годом инвестиционного развития и бизнеса».

## Сражения на Волге

14 и 15 декабря 2018 г. в Физкультурно-оздоровительном комплексе Волжской ТЭЦ ООО «Тепловая генерация г. Волжского» прошла Спартакиада на Кубок им. В. С. Жиркова, в которой приняли участие команды обществ «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго», «Тепловая генерация г. Волжского», «Волжские тепловые сети», «ЛУКОЙЛ-Коробковский ГПЗ», а также команда Филиала МЭИ в Волжском и сборная Камышинской ТЭЦ и ООО «КамышинТеплоЭнерго».

Спортсмены соревновались в волейболе, мини-футболе, стритболе, шахматах, настольном теннисе, плавании, дартсе, гиревом спорте и бильярде.

Победители спартакиады определились в ходе упорной борьбы, которая не стихала все два дня. Итоги спортивных соревнований – отличное настроение и заслуженные призовые места:

**1-е** – «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго»;
**2-е** – «ЛУКОЙЛ-Коробковский ГПЗ»;
**3-е** – Филиал МЭИ в Волжском.

Спартакиада прошла на высоком организационном уровне и оставила у участников только положительные впечатления.

*«Традиция проводить спартакиады и турниры среди энергетиков существует очень давно. У нас в коллективах много сотрудников, которые увлечены спортом и с удовольствием участвуют в различных состязаниях. Для них это шанс показать свои возможности и мастерство»,* – делится своими впечатлениями председатель первичной профсоюзной организации ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» Светлана Захарова.

## Три года ждут

С момента вступления в силу Федерального закона «О повышении платёжной дисциплины потребителей энергетических ресурсов» прошло три года. За это время платёжную дисциплину укрепили лишь избранные группы потребителей. К такому выводу пришёл «Совет производителей энергии» (СПЭ).

*«Реализация предусмотренных законом мер в полном объёме возможна лишь в отношении промышленных потребителей,* – отмечает руководитель СПЭ Дмитрий Вологжанин. – *За 2015–2018 гг. задолженность данной группы снизилась с 3,6 до 3 млрд руб., при этом задолженность бюджетных организаций и населения продолжает увеличиваться».*

## Генераторы идей

Энергетики «ЛУКОЙЛа» приняли активное участие в V Всероссийском конкурсе «Новая идея» на лучшую научно-техническую разработку среди молодёжи предприятий и организаций топливно-энергетического комплекса.

Конкурс «Новая идея» ежегодно проводится Министерством энергетики Российской Федерации при поддержке общественных и профессиональных организаций. Площадку для молодёжного смотра предоставляет Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов топливно-энергетического комплекса при Минэнерго.

В конкурсе 2018 г. в середине декабря 2018 г. участвовали более 200 молодых специалистов со всей России, которые подготовили свыше 180 работ, распределённых по 16 тематическим секциям.

Западно-Сибирское региональное управление ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» было представлено Евгенией Коневой. От «ЛУКОЙЛ-Ставропольэнерго» выступили Олег Бурячок и Станислав Плевако, а от «ЛУКОЙЛ-Астаханьэнерго» – Виктор Харитонов.

Результаты конкурса будут объявлены в феврале 2019 г.

Помимо защит конкурсных работ была организована образовательная сессия «Управление проектами». Ребята также встретились с Анастасией Бондаренко – статс-секретарём – заместителем Министра энергетики Российской Федерации.

## Праздники – детям

Молодые специалисты Сервисного центра «Кстовоэнергонефть» ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» в рамках благотворительной акции «Вместе поможем детям!» 19 декабря 2018 г. побывали в областном социальном приюте для детей и подростков «Алый парус» (г. Кстово Нижегородской области). На средства, собранные работниками сервисного центра, для детей были приобретены сладкие подарки, фрукты, соки.

И уже ближе к волшебному празднику – Новому году молодые энергетики нарядились в костюмы Деда Мороза и Снегурочки, чтобы поздравить с праздником детей работников сервисного центра. Дети очень радостно встретили гостей, рассказывали стихи, отгадывали загадки, водили хоровод и сделали фото на память.

## Знаки отличия

В канун Дня энергетика работники обществ «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» и «Астраханские тепловые сети» удостоены отраслевых региональных и ведомственных наград.

Награждение состоялось 21 декабря 2018 г. в резиденции главы Астраханского региона. Торжественный приём открыл временно исполняющий обязанности губернатора Астраханской области Сергей Морозов, который поблагодарил тружеников и ветеранов отрасли за надёжное энергообеспечение объектов промышленности и социальной сферы. Он отметил, что энергетика в Астраханской области стабильно развивается. Большое внимание уделяется «зелёным» технологиям электрогенерации. Так, в области работают уже пять солнечных электростанций.

Почётные грамоты работникам и ветеранам отрасли вручили Сергей Морозов, и. о. министра промышленности Сергей Кучумов, председатель комитета Областной думы по строительству Юсуф Зейнединов, а также директор Астраханского филиала ПАО «МРСК Юга» Инвер Натхо.

В числе награждённых – первый заместитель генерального директора ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» Андрей Лопоха. Его профессиональные достижения отмечены медалью ордена «За заслуги перед Астраханской областью»

*«Это наградой оценён не только я лично, но и весь трудовой коллектив обществ "ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго" и "Астраханские тепловые сети". Она подчёркивает высокую значимость и эффективность работы всей нашей команды, результаты которой признаны на самом высоком уровне»,* – отметил Андрей Лопоха.

## Смотри на спектр

Системный интегратор «Крок», специализирующийся на информационно-коммуникационных технологиях, освоил методы диагностики электроприводного оборудования ТЭЦ по спектру потребляемого тока.

Гармоники частоты электрической сети свидетельствуют о проблемах с обмотками асинхронных двигателей, гармоники частоты вращения ротора – о механических проблемах (подшипники, муфты и т. д.).

Спектральные методы удобно использовать на старых системах, не оснащённых датчиками вибрации, температуры и других параметров.

## Огонь не пройдёт

На Краснодарской ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» прошло специальное учение по противопожарной защите «Порядок действий персонала и подразделений ГПС МЧС России при пожаре на маслобаке ГТУ участка ПГУ ООО "ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго"».

В учении были задействованы оперативный персонал Краснодарской ТЭЦ, противопожарное звено нештатного аварийно-спасательного формирования и руководители структурных подразделений ТЭЦ, Краснодарский гарнизон пожарной охраны МЧС России по Краснодарскому краю, дежурный караул ООО «Стандарт безопасности», караул команды № 14 Ростовского филиала ФГУП «Ведомственная охрана Министерства энергетики РФ», 11 единиц специальной техники и 60 человек личного состава городского гарнизона пожарной охраны.

Помимо отработки взаимодействия с Краснодарским гарнизоном пожарной охраны МЧС России стояла задача совершенствования теоретических знаний и практических навыков оперативного персонала ТЭЦ.

При подведении итогов учения отмечены хорошая профессиональная подготовка, высокий уровень взаимодействия участников тренировки, а также полное достижение всех поставленных целей.

## Сделай сам праздник

В административном корпусе Ростовской ТЭЦ-2 по традиции из года в год наряжают главную ёлку ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго». В этом году в её оформлении участвовали дети сотрудников. 36 ребят с удовольствием своими руками изготовили новогодние ёлочные игрушки и, конечно же, получили в награду новогодние подарки.

*«Новый год – это волшебный праздник, который с нетерпением ждут дети и взрослые. В конце года особенно тяжело, накопилась усталость, а ещё много дел, которые нужно закончить вовремя. На минутку останавливаясь возле нашей ёлочки, мы видим игрушки, сделанные рукам детей. Это даёт стимул, заряд сил и энергии, а значит, в новом году мы будем стараться ещё лучше работать на благо города, предприятия и наших близких»,* – сказала Людмила Попова, председатель первичной профсоюзной организации ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго».

## Якорный переход

Необычные опоры линии электропередачи в виде огромных якорей высотой 112 м появились в Калининграде. «Якоря» установили на переходе через реку Преголю в месте активного судоходства. Среди первых судов, которые прошли под линией электропередачи между опорами, – барк «Крузенштерн» с высотой мачт почти 55 м.

Каждая опора держится почти на 270 сваях, забитых на глубину 24 м, имеет массу 450 т и включает 5 ярусов. Ширина якорей превышает 16 м. Конструкция способна выдержать ветер до 36 м/с. По всей её высоте смонтировано сигнальное освещение, так что «якоря» хорошо видны в тёмное время суток. Расстояние между опорами – почти 500 м.

Председатель совета директоров сетевой компании «Янтарьэнерго» Игорь Маковский отметил: *«Мы заявились в Книгу рекордов России, потому что это самые высокие на территории РФ стилизованные высоковольтные опоры. Это не просто металлосооружения, это действующая линия электропередачи 330 кВ».*

Проект разработан заводом «Гидромонтаж», единственным предприятием в РФ, которое специализируется на создании нетиповых ЛЭП. Это же предприятие изготовило декоративные опоры в виде снежного барса и лыжников к открытию Олимпиады-2014 в Сочи, и первую стилизованную опору ЛЭП «Янтарьэнерго» в виде волка Забиваки, которую установили под Калининградом к ЧМ-2018.

## Нам нужен ЦК

Минэнерго и Минпромторг создают Центр компетенций импортозамещения в топливно-энергетическом комплексе.

*«Основными задачами Минэнерго будут аккумулирование отраслевых заказов, систематизация знаний и определение приоритетных направлений разработок, разработка технических заданий. Минпромторг, в свою очередь, мобилизует потенциал промышленности, обеспечит государственную поддержку проектам и проконтролирует исполнение заказа»,* – рассказал первый заместитель министра энергетики России Алексей Текслер. Новая структура будет создана на базе Российского энергетического агентства, существующего при Министерстве энергетики. **Эв**

# Вглядываясь в 2019 г.

## Основные тенденции в энергетике и вокруг неё

**Начало года – самый подходящий момент для того, чтобы оценить прошлое и наметить цели на будущее. И в этом читателю помогут свежие тенденции в различных областях общественной жизни и экономики, прежде всего – в мировой и отечественной энергетике, которые редакция «Энерговектора» заботливо собирала по крупинкам.**

### Цена нефти

Цена «чёрного золота», неподвластная прямому влиянию регуляторов, покажет удивительную устойчивость на фоне снижения цен на другие сырьевые товары.

Провал нефтяных котировок в ноябре и декабре 2018 г. объясняется обманчивой ситуацией. В ходе «торговой войны» между США и Китаем последний перестал покупать нефть в Штатах, отчего там образовались избыточные запасы в нефтехранилищах. Отраслевые аналитики и трейдеры, которые традиционно очень пристально следят за этим показателем, спровоцировали понижение биржевых котировок. Тем временем мировой баланс спроса и предложения практически не изменился. Явный избыток нефти в Северной Америке обернулся её скрытой нехваткой в других регионах.

В последние годы нефтяные компании резко сократили капитальные вложения в новые проекты, что привело к дефициту предложения углеводородов на рынках. В 2019 г. потребители почувствуют это на своей шкуре – нефть укрепится в цене. Новое её резкое снижение возможно только в том случае, если мировая экономика провалится и будет «лежать в руинах».

### Новый технобум

Массированная денежная эмиссия, которая поддерживала мировые фондовые рынки с 2009 г., позволила государственным организациям и частным предприятиям вложить серьёзные средства в перспективные исследования и разработки, которые уже дают свои плоды. Как говорится, нет худа без добра. На технологическом фронте ожидаются настоящие прорывы.

Если говорить об электроэнергетике, стоит особо отметить промышленные системы накопления энергии на основе ионно-литиевых и проточных аккумуляторов, которые уже начали внедряться. Также намечается бум в строительстве цифровых подстанций – несмотря на то, что энергетики пока не всегда понимают, каким конкретно образом «цифра» поможет сократить производственные затраты.

### Штабеля энергии

За рубежом вместо электростанций, предназначенных для работы в часы пиковых нагрузок, энергокомпании всё чаще будут строить системы накопления энергии. Пытаясь запрыгнуть в поезд технологического прогресса, российские отраслевые регуляторы решат, что нужно начинать «с головы», то есть с корректировки Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики.

При выборе наилучших технологий наверняка возникнет вопрос о том, стоит ли на пути вверх «перепрыгивать через ступеньки», то есть внедрять электрохимические накопители вперёд гидроаккумулирующих станций, которые во всём мире обеспечивают порядка 98% «складских» энергомощностей.

### Турбины б/у

В связи с быстрым ростом объёмов возобновляемой энергетики за рубежом высвобождаются мощности традиционной топливной генерации. Чтобы сократить операционные затраты, энергокомпании выводят оборудование из эксплуатации и закрывают ТЭС. Расцветает международный рынок бывших в употреблении турбин – как паровых, так и газовых. Стоимость технического обслуживания старого энергооборудования снижается.

### Акватория для ВИЭ

С 1 января 2020 г. Международная морская организация резко ужесточает требования к качеству бункерного топлива для морских судов. Максимально допустимое содержание серы в топливе снижается в семь раз, что грозит удорожанием судового мазута и даже его временным дефицитом.

Следует ожидать, что уже в 2019 г. начнётся повышение стоимости морских перевозок. В результате транспортные компании всерьёз задумаются о применении на торговом флоте сжиженного природного газа, а также альтернативных источников энергии и движителей – вплоть до установки парусов на морские суда.

### Всерьёз и надолго

Правительство России продлит меры господдержки ВИЭ на период 2025–2035 гг. Поставщики ветровых турбин и солнечных панелей вздохнут с облегчением: их производственные мощности наверняка будут загружены заказами.

### Добровольные затраты

В нашей стране резко увеличится количество потребителей, желающих оплачивать «зелёную» электроэнергию по повышенным тарифам. И недаром говорят, что спрос рождает предложение: регуляторы и энергокомпании отреагируют на новый спрос и попытаются создать условия для его удовлетворения.

### Тяга к знаниям

Вслед за РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, где с осени 2017 г. действует кафедра ВИЭ «ЛУКОЙЛа», другие российские технические вузы открывают кафедры возобновляемой энергетики. Специалисты нового направления востребованы во многих энергетических компаниях.

### «Гладкие» токи

На транспорте и в промышленности резко увеличится спрос на решения на основе суперконденсаторов, ионно-литиевых аккумуляторов, маховиков и других систем накопления энергии. Внедряемые устройства помогают выровнять кратковременные колебания нагрузок на аккумуляторы, питающее энергооборудование и электрические сети.

Крупные российские потребители электроэнергии видят, что отраслевые регуляторы и сетевые компании хотели бы обязать их оплачивать резервную сетевую мощность. Складывается ситуация, в которой имеет смысл минимизировать мощность технологического присоединения к электрическим сетям, сглаживая пики энергопотребления на производстве всеми возможными способами.

### Потребители активизируются

В России начнутся эксперименты по предоставлению услуг в сфере управляемого энергопотребления. Для Системного оператора ЕЭС России возможность выдавать команды на сокращение энергопотребления – отличная альтернатива загрузке низкоэффективных энергоблоков в пиковые часы. Кроме того, это позволяет сократить затраты на строительство новых электростанций и сетей. Крупные потребители всерьёз заинтересуются возможностью участвовать в работе энергетического рынка.

### Улыбнитесь за свет и воду

Во многих странах регуляторы разрабатывают системы цифровой идентификации граждан на основе биометрической информации. Идея в том, чтобы упростить процедуры регистрации и учёта для получения услуг в различных сферах, включая здравоохранение, образование, банковское обслуживание, страхование, связь и т. д. Сдав биометрические данные для распознавания по уникальным чертам (голосу и лицу), гражданин сможет, например, заказывать госуслуги через Интернет без личного присутствия в Центре обслуживания.

Сбербанк уже начал сбор шаблонов лица и голоса для Единой системы идентификации и аутентификации (ЕСИА). Как конкретно ЕСИА будет использоваться в системе расчётов за коммунальные услуги, ещё не решено, но общий вектор развития ясен.

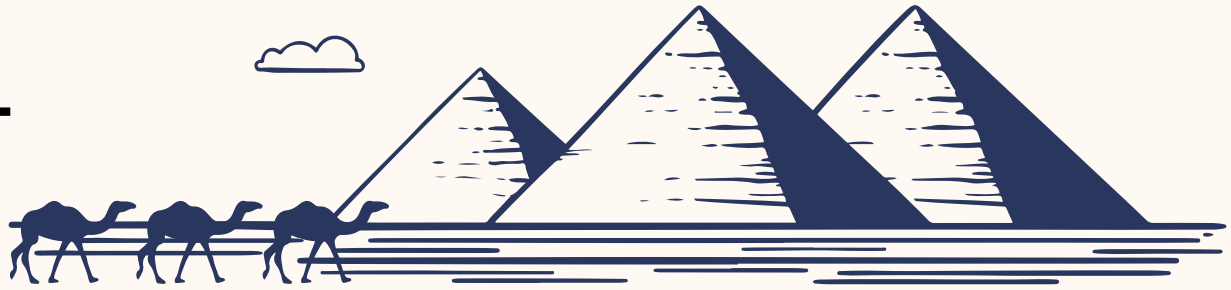
### Космическая метла

Учёные уже давно бьют тревогу насчёт огромного количества мусора, который «болтается» в околоземном пространстве. Это части ранее запущенных ракет-носителей и спутниковых систем – мелкие и крупные. Все они движутся с большими скоростями, грозя повредить действующие и перспективные космические аппараты.

В 2019 г. аэрокосмические агентства крупных промышленно развитых стран начнут переходить от слов к делу, запуская проекты по разработке средств сбора и уничтожения космического мусора. **Эв**

# Когда Солнце не греет

## От эмпирических фактов – к физическим законам



**Говорят, история повторяется, только каждый раз несколько по-иному. Похоже, библейский сюжет про Иосифа, который правильно истолковал сон фараона в Древнем Египте, сегодня реализуется в науке с группой Валентины Жарковой – профессора астрофизики в Нотрумбрийском университете (Англия).**

Иосиф догадался, что семь тучных коров, которых фараон во сне увидел на берегу реки, означают семь урожайных лет, а вышедшие за ними семь тощих коров – это знак хронических засух и неурожаев. Опираясь на эту догадку, фараон приумножил своё могущество. В урожайные годы по его приказу строили хранилища и скупали избытки зерна у крестьян, а в неурожайные – поддерживали собственное голодное население и продавали зерно приезжим купцам за большие деньги. За правильное толкование вещего сна и дельные предложения по созданию продовольственных запасов фараон назначил Иосифа крупным государственным чиновником, в нынешней терминологии – министром сельского хозяйства.

Валентина Жаркова с коллегами – физиками, математиками и астрономами – сумела построить математическую модель, которая хорошо описывает солнечную активность и позволяет сделать точные прогнозы на будущее. Однако прежде чем приводить эти прогнозы, расскажем, как учёные пришли к своей находке.

### Двойное динамо

Солнечные пятна, как правило, проявляются парами, что объясняется возникновением в короне магнитных диполей. Чтобы объяснить закон распределения пятен (вариаций магнитного поля) по широтам, коллектив исследователей под руководством Валентины Жарковой впервые применил модель двойной динамо-волны. Сначала Валентине пришла идея о том, что колебания магнитного поля нашего светила нужно анализировать по компонентам, то есть примерно так, как делается в оптике, где свет разлагают на спектральные составляющие. Учёные разделили магнитное поле на множество компонентов. Далее с помощью численных методов с нахождением собственных чисел учёные обнаружили, что магнитные волны на Солнце генерируются парами, притом самая главная пара отвечает за дипольные изменения поля, которые наблюдаются как раз при изменении солнечной активности.

Магнитные волны с немного различающимися частотами, то складываясь, то вычитаясь по амплитуде, проявляются на поверхности светила в разных зонах, которые перемещаются от одного полюса к другому. В результате образуется причудливая солнечная активность, законы которой учёные не могли найти много десятилетий.

Исходя из модели двойной динамо-волны, группа Валентины Жарковой ввела численные данные по трём 11-летним солнечным циклам в компьютерную программу Eureka.

Исследовали ждали пару лет, чтобы выяснить, насколько хорошо полученные ими формулы представят реальность, которая разворачивалась в рамках 24-го солнечного цикла. Как выяснилось, по отношению к измерениям магнитного поля Солнца модель даёт ошибку не более 3%, а взятая по модулю сумма величин обеих магнитных волн хорошо согласуется с данными о наблюдении пятен на Солнце.

**Солнечная активность по формулам**

*Источник: Валентина Жаркова.*

И программа, проведя символический регрессионный анализ, основанный на Гамильтоновой инвариантности, выдала точные аналитические формулы, описывающие эволюцию обеих магнитных волн. С исходными данными, не разделёнными на главные спектральные компоненты, программа Eureka не справлялась – просто зависала.

При взгляде на формулы исследователям стало понятно, почему провалились почти 150 попыток предсказать солнечную активность: обе волны формируются как произведение двух косинусов, причём в качестве аргумента одного из них фигурирует третий косинус. Столь сложной закономерности никто представить не мог.

### Поверено историей

Формулы солнечной активности, полученные группой Валентины Жарковой, подтвердились на большом количестве исторических данных за три последних тысячелетия. В частности, они правильно показывают зафиксированный в истории минимум Маундера, который длился примерно с 1645 по 1715 гг. Согласно Википедии, за весь тот период было насчитано лишь около 50 солнечных пятен.

Убедившись в точности моделей, исследователи отважились обнародовать свои прогнозы на будущее. Валентина Жаркова отмечает, что волны, которые различаются по частоте на небольшую величину, при наложении создают биения. Этот эффект используется, например, при настройке фортепиано с помощью камертона. И минимумы солнечной активности – малые ледниковые периоды – повторяются как раз с частотой биений – см. рис. Между тем модель показывает, что на следующем 25-м цикле солнечная активность заметно снизится по отношению к текущему 24-му циклу, а на 26-м – упадёт ещё на порядок.

### Окна в космос

Следует отметить, что поток светового излучения от Солнца во влиянии на климат Земли, как ни странно, играет вторую роль. Сильнее действует магнитное поле Светила, представляющее собой экран для всей Солнечной системы. Когда оно ослабевает, усиливаются потоки космических лучей, которые разрушают облачность. Облаков становится меньше, и атмосфера остывает от того, что тепловая энергия в виде излучения уходит в космос. Этот эффект легко объяснить на бытовом уровне. Чтобы согреть помещение зимой, нужно включить в нём радиатор отопления. Но если при этом оставить открытым окно (особенно расположенное на крыше!), результата не будет. Кстати, сильное влияние магнитного поля Солнца на климат отмечено на других планетах Солнечной системы, таких, как Марс и Юпитер. В моменты, когда на Земле было жарко, на Марсе интенсивно таяли полярные шапки, а на Юпитере бушевали тайфуны. Безо всяких выбросов углекислоты, между прочим.

### Большое переохлаждение

Таким образом, у нас плохая новость – грядёт похолодание в виде малого ледникового периода, причём резкое и достаточно скоро – уже в 2020–2053 гг. Хорошая новость – это похолодание окажется не таким долгим, как минимум Маундера, который растянулся аж на 60 лет.

Подобно библейскому Иосифу, Валентина Жаркова даёт рекомендации правительствам. Период летней вегетации заметно сократится. (В 2018 г. во многих регионах России после майских заморозков гражданам пришлось заново высаживать картошку. Дальше подобных случаев, видимо, будет больше. – *Прим. ред.*) В 2028–2032 гг. возможен дефицит продовольствия. К этому периоду всем странам необходимо создать продуктовые запасы для людей и запасы кормов для животных. Вероятно, для предотвращения бедствий понадобится плотное межгосударственное сотрудничество.

Следующая плохая новость – увеличится интенсивность космических лучей, которые достигают поверхности Земли. Следовательно, усилится опасность различных генетических нарушений. Но на эту тему тоже есть хорошая новость: фуллерен $C_{60}$, о котором «Энерговектор» рассказывал читателям в сентябре 2018 г., оказался очень хорошим средством от радиации. Недаром НАСА приобрело одну из двух крупных лабораторий, которые занимаются синтезом фуллерена $C_{60}$ в США.

* * *

Для России, где зима всегда наступает неожиданно, грядущее похолодание будет некстати. Теплоснабжение в некоторых посёлках и малых городах находится в столь плачевном состоянии, что грозит бедствиями даже в условиях глобального потепления, не говоря уж о малом ледниковом периоде. Но нет сомнений: мы героическими усилиями проблемы с теплоснабжением решим… после чего глобальное потепление возобновится.

**Константин ЧЕСТНОВ**

# Структурированный бизнес

## О чём энергетики «ЛУКОЙЛа» говорили на традиционной предновогодней встрече

**В преддверии Дня энергетика 19–20 декабря 2018 г. в Москве состоялась Конференция руководителей энергетических служб организаций Группы «ЛУКОЙЛ», в которой также участвовали главные инженеры генерирующих обществ, представители сетевого, инжинирингового, сбытового и других энергопредприятий компании.**

*«В этом году мы отмечаем десятилетие электроэнергетического бизнеса,* – обратился к присутствующим вице-президент по энергетике ПАО «ЛУКОЙЛ» Денис Долгов. *– Десять лет назад компания "ЛУКОЙЛ" приобрела ТГК-8, выделенную из РАО "ЕЭС России" в рамках его реструктуризации. И ТГК-8 явилась центром, вокруг которого постепенно выстраивался консолидированный бизнес. Сегодня бизнес-сектор "Электроэнергетика" ПАО "ЛУКОЙЛ" построен по принципу вертикальной интеграции и чётко структурирован. У нас есть производство электрической и тепловой энергии, передача, сбыт, имеется инженерный блок в лице общества "ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг", сервисный блок, включающий "ЛУКОЙЛ-Энергосервис" и "ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ", и другие структуры».*

Денис Долгов назвал основные достижения бизнес-сектора.

- Реализована плановая стратегия его развитиия.
- Сформированы сплочённые коллективы высокопрофессиональных работников.
- Обретены ценные компетенции в областях энергоинжиниринга, эксплуатации станций и сетей, энерготрейдинга и сервиса.
- Благодаря динамичному развитию бизнес-сектора компания «ЛУКОЙЛ» по выработке электроэнергии вышла на уровень 2% общего производства в Российской Федерации.
- В 2018 г. запущен в эксплуатацию первый в РФ промышленный объект возобновляемой энергетики «ЛУКОЙЛа» – солнечная электростанция мощностью 10 МВт на территории Волгоградского НПЗ. Запланировано дальнейшее точечное развитие возобновляемой энергетики.

*«Сегодня я могу с полной уверенностью сказать, что нам по плечу любые задачи, которые руководство компании ставит перед энергетиками»,* – отметил Денис Долгов.

## В нормативных рамках

На предприятиях добычи, переработки и сбыта главные энергетики отвечают за всё, что связано с энергообеспечением. И они внимательно слушали доклад начальника Департамента энергообеспечения и эксплуатации Дмитрия Юркевича об изменениях в отраслевой нормативно-правовой базе, которая постоянно усложняется.

Дмитрий Юркевич сосредоточился на теме технического регулирования и управления надёжностью, отметив, что, с одной стороны, государство подталкивает предприятия к переходу на риск-ориентированные модели, с другой стороны, усиливает контроль. В течение ближайших полутора лет Министерство энергетики разработает порядка 40 новых документов – методики, нормы, инструкции, правила и требования.

Среди наиболее важных документов Дмитрий Юркевич назвал Постановление Правительства РФ от 13 августа 2018 г. № 937 – оно установило порядок технологического функционирования Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем. Стоит отметить, что эти правила распространяются как на объекты электроэнергетики, так и на энергоустановки потребителей.

Как объяснил Дмитрий Юркевич, новый комплекс требований фактически выносит внутренние регламенты Системного оператора в части диспетчерского управления и противоаварийной автоматики наружу и тем самым создаёт огромную дополнительную нагрузку на энергетические компании и потребителей, затрудняя им текущую работу и планирование на будущее. Отраслевые ассоциации долго пытались противодействовать прохождению нормативных документов, которые портят климат для реального производства в России, но после крупной системной аварии вмешалось Правительство РФ, приняв правила своим постановлением.

Ещё одна законодательная напасть – объекты промысловой генерации мощностью свыше 25 МВт тоже должны получать паспорта о подготовке к ОЗП. Государственные ведомства и Системный оператор понимают, что это досадная ошибка, и стремятся её исправить, но корректировка постановления Правительства – дело долгое.

Дмитрий Юркевич также подробно рассказал, как идёт переход на новую систему оценки готовности объектов к ОЗП, основанную на индексах технического состояния оборудования. Эти индексы подсчитывают сами энергокомпании, и Минэнерго им доверяет, но если индексы разойдутся с фактической статистикой аварийности, тогда на объекты будут направляться ведомственные комиссии, чтобы на месте оценить размер бедствия.

Также обсуждался насущный вопрос перехода с планово-предупредительных ремонтов на ремонты по техническому состоянию оборудования. Здесь государство расставило точки над "i": наконец-то определены условия перехода, который в перспективе поможет энергокомпаниям экономить немалые средства.

Дмитрий Юркевич поблагодарил энергетиков «ЛУКОЙЛа», которые активно участвовали в подаче предложений по корректировке отраслевых нормативно-правовых актов. От компании поступило свыше ста предложений, которые рассматривались в Минэнерго, Совете производителей энергии, Системном операторе и других профильных организациях.

## Активные потребители

Начальник управления координации энергосбытовой деятельности Андрей Буянов-Уздальский в своём докладе обрисовал ситуацию с законодательным регулированием на рынках тепловой и электрической энергии. Речь шла, в частности, о лицензировании деятельности энергосбытовых организаций, технологической и аварийной брони (величины максимальной мощности энергопринимающих устройств у потребителя) и механизме ценозависимого потребления. Действуя по схеме ранжирования мощностей, Системный оператор по мере роста спроса загружает всё более дорогие станции. В результате в моменты пикового потребления цена на всём рынке определяется запросами производителей энергии, которые имеют не самое эффективное оборудование.

Раньше потребители могли только воздерживаться от покупки дорогой электроэнергии в часы пиковых нагрузок, а сегодня они могут участвовать в механизме ценозависимого снижения потребления (ЦЗСП), понижая свою мощность по командам Системного оператора. Такой потребитель как бы конкурирует на ОРЭМ с производителями энергии, получая аналог платы за мощность (в данном случае – за готовность в нужный момент снизить своё потребление).

Механизм ЦЗСП эффективен для всей экономики потому, что затраты невелики (плату получают лишь несколько участников), зато все потребители в ценовой зоне экономят немалые средства на стоимости электроэнергии в часы пиковых нагрузок.

Возможность ЦЗСП была узаконена Постановлением Правительства РФ № 699 ещё в июле 2016 г., но сам механизм ценозависимого потребления для участников оптового рынка запущен только в 2018 г. Компания «ЛУКОЙЛ» интересуется возможностью ЦЗСП. В настоящее время идёт проработка механизма для розничных потребителей через агрегаторов спроса. Запуск пилотного проекта ЦЗСП на розничных рынках ожидается в 2019–2021 гг.

Андрей Буянов-Уздальский отметил ещё одно важное законодательное нововведение: потребители первой категории надёжности теперь должны обзавестись резервными источниками питания. Раньше им было достаточно иметь два независимых присоединения к внешним сетям.

## Личная ответственность

Начальник управления эксплуатации систем энергоснабжения ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» Олег Будыкин сделал доклад с психологической подоплёкой – о результатах внедрения систем видеофиксации работ повышенной опасности на энергообъектах.

С июля 2017 г. система внедрена во всех подразделениях энергосетевой компании. Видеорегистрация проводится при работах по наряду-допуску, когда сотрудник выполняет сложные переключения коммутационными аппаратами и устройствами релейной защиты на подстанциях и воздушных линиях 6–110 кВ.

Записи с видеорегистраторов выборочно просматривают технические руководители сервисных центров и региональных управлений предприятия, а также персонал отделов промбезопасности и охраны труда. По результатам просмотров принимаются решения о дисциплинарных взысканиях к тем сотрудникам, которые допустили нарушения инструкций.

По результатам внедрения системы видеофиксации сделан однозначный вывод: личная ответственность персонала повысилась. Теперь сотрудники понимают, что не могут допускать недоработок и огрехов – все действия остаются на видеозаписи. Теперь энергосетевое предприятие планирует распространить практику видеофиксаций на объекты тепловодоснабжения и водоотведения, где сотрудникам также приходится выполнять немало работ повышенной опасности.

## Ценный опыт

Начальник Пермского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» Сергей Соловых поделился результатами внедрения системы комбинированного заземления нейтрали в заводской распределительной сети 35 кВ в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез». В этой сети применяется кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, который при массе достоинств обладает некоторыми серьёзными недостатками. Например, его изоляция восприимчива к высокочастотным перенапряжениям и разрушается при однофазных замыканиях на землю, которые в результате переходят в двух- или трёхфазные короткие замыкания. Для проблемы был найден комплекс технических решений, внедрённый на предприятии в 2017 г. Как показал опыт эксплуатации обновлённой распределительной сети, эти технические решения себя оправдывают.

С большим интересом энергетики выслушали доклад заместителя генерального директора – главного инженера ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» Олега Баландина. Речь шла о фотоэлектрической солнечной электростанции, её строительстве, устройстве и опыте эксплуатации, которого набираются волгоградские энергетики компании.

С момента пуска эксплуатацией Волгоградской СЭС занимается оренбургское сервисное предприятие, а с 1 февраля 2019 г. эту задачу берёт на себя «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго».

Отметим, что компания «ЛУКОЙЛ» выбрала оптимальный подход к размещению объектов возобновляемой энергетики. Предприятия нефтепереработки, построенные 50–60 лет назад, имеют избыточные земельные площади. Технический прогресс не стоит на месте, так что современные технологические установки гораздо более компактны, чем те, что строились на НПЗ в прошлом веке. После поэтапной модернизации на предприятиях образовались лишние гектары земель, которые лежат в бухгалтерских балансах мёртвым грузом. И если очистить площадки от старых конструкций и провести на них дорогую рекультивацию почв, вряд ли кто-то захочет приобрести участки земли рядом с работающими технологическими установками.

В этих условиях строительство ВИЭ-объектов на территориях существующих предприятий – самое удачное решение в рамках стратегии устойчивого развития, которой придерживается компания «ЛУКОЙЛ».

## Актуальные тренды

Несколько докладов, которые сделали представители сторонних организаций, были посвящены современным тенденциям в электроэнергетике. Во-первых, это цифровизация. Перед энергетиками «ЛУКОЙЛа» выступил Дмитрий Скворцов – представитель московской компании PLC Technology, которая производит интеллектуальные элементы для цифровых подстанций. Согласно PLC Technology, грани между системами РЗА, измерений, управления и контроля размываются, переходя из аппаратуры в алгоритмы для программируемых контроллеров. Дорабатывая их программы, можно будет гибко менять и расширять возможности систем передачи и распределения энергии, минимизируя вложения в новую аппаратуру.

Более широкий взгляд на цифровизацию отрасли изложил Виктор Дозорцев, директор Департамента высокотехнологичных решений компании Honeywell, которая тесно сотрудничает со многими энергетическими гигантами, включая «ЛУКОЙЛ». Среди наработок Honeywell есть системы накопления экспертизы, которые позволяют работать с проблемой нехватки высококвалифицированного персонала. Такие системы сохраняют информацию о действиях персонала (он работает в компьютерных шлемах) и накапливают ценный опыт, оставляя его внутри компании, даже если специалист вышел на пенсию или уволился.

Цифровые подстанции – дело будущего, а экологический контроль на ТЭС нужно налаживать уже сегодня. Представитель ООО «Техноаналит» Александр Петров подробно рассказал о нормативной базе в этой области. На газовых электростанциях требуется контролировать атмосферные выбросы оксидов азота (в пересчёте на диоксид азота) и монооксиси углерода, а также сбросы охлаждающей воды. Для неё нужно отслеживать косвенные показатели: температура, кислотность, электрическая проводимость и содержание нефтепродуктов. Александр Петров также познакомил аудиторию с готовыми решениями по автоматическому экологическому контролю для ТЭС.

Ещё одна актуальная тенденция в отрасли – передача технического сервиса сторонним организациям. Здесь особняком стоит швейцарская компания Sulzer – она самостоятельно разрабатывает, восстанавливает и производит компоненты основного энергооборудования, включая такие ответственные детали, как лопатки газовых турбин (см. «Энерговектор», № 12/2018, с. 6–7). В России действует совместное российско-швейцарское предприятие «Зульцер Турбо Сервисес Рус» – оно берёт на себя долгосрочное обслуживание энергетических газотурбинных установок Siemens и General Electric. С помощью российских партнёров из «РОТЕКа» компания «Зульцер» организует удалённый мониторинг работы энергооборудования и прогностику его технического состояния (см. «Энерговектор», № 11/2018, с 7).

## На пороге цифровизации

В конце совещания Денис Долгов сообщил, что президент ПАО «ЛУКОЙЛ» Вагит Алекперов дал поручение о создании программы цифровизации компании. Проект этой программы формируется, и в него уже включены многочисленные инициативы, касающиеся блока коммерческой генерации. Насчёт промысловой энергетики инициатив пока меньше, хотя среди них есть знаковые. Например, общество «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» предложило построить цифровую подстанцию 110/35/6 кВ. Решение о её строительстве уже принято, и на него даже получено разрешение. Первая цифровая подстанция «ЛУКОЙЛа» получит название «Чашкино». **ЭВ**

# Проектная локализация

## ООО «ЛУКОЙЛ–Энергоинжиниринг» оптимизирует конструкцию парогенераторных установок и подходы к их строительству

**Чтобы извлечь из недр высоковязкую нефть, её нужно растопить. Существуют различные способы разогрева нефтеносных пластов, в том числе парогравитационный дренаж и другие. Используя подобные методы, компания «ЛУКОЙЛ» быстро наращивает нефтедобычу на Ярегском нефтяном месторождении в Республике Коми.**

На лицензионном участке ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» в ноябре 2018 г. была пущена в эксплуатацию новая парогенераторная установка (ПГУ). Согласно плану, ещё две аналогичные установки будут введены в эксплуатацию на Яреге в феврале и октябре 2019 г.

Строительство новых тепловых мощностей по договору с ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» ведёт общество «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг», накопившее солидный опыт проектирования и возведения объектов энергетики в различных регионах деятельности Группы «ЛУКОЙЛ». Новые парогенераторные установки дополняют технологические комплексы ПГУ «Север», ПГУ «Центр» и ПГУ «Юг».

В данном проекте ООО «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг» выполняет функции заказчика для ряда подрядных организаций. Инжиниринговое предприятие обеспечивает организацию, выполнение и контроль работ на всех этапах, начиная с поиска компоновочных решений, подготовки генерального плана, проведения инженерных изысканий, проектирования и заканчивая пусконаладочными работами и вводом объектов в эксплуатацию. Общество «ЛУКОЙЛ-Коми» получает готовые объекты «под ключ».

### Опыт, сын ошибок трудных

Каждая новая ПГУ включает два барабанных котла Е-30-2,4Г производства Подольского машиностроительного завода единичной мощностью 30 т пара в час. После котлов пар с давлением 2,4 МПа и температурой 224 °С поступает в общий коллектор, откуда направляется потребителю и на распределительное устройство собственных нужд. Оттуда пар идёт на деаэратор и подогреватели химочищенной воды.

Новые энергообъекты разительно отличаются от ПГУ, введённых в эксплуатацию на месторождении в конце 2016 г. Тогда были применены зарубежные решения. Паровые котлы производства американской компании Victory Energy размещены под открытым небом, что затрудняет их обслуживание и ремонт в условиях Крайнего Севера. Трубопроводы, несмотря на греющие кабели и термоизоляцию, зимой обрастают слоем льда и промерзают. Опыт эксплуатации таких установок показал, что они имеют пониженные надёжность и эффективность.

### Комфортные условия

Новые ПГУ отличаются, в первую очередь, компоновочными решениями: всё оборудование находится внутри здания, где созданы комфортные условия для работы персонала. Следует отметить, что ключевой элемент ПГУ – паровой котёл Е-30-2,4Г – спроектирован и произведён Подольским машиностроительным заводом специально для этого проекта. С целью обеспечения надёжной работы ПГУ на воде нестабильного качества в котле реализована схема трёхступенчатого испарения, что позволило минимизировать риск повреждения труб радиантной части топки (там он наиболее велик) за счёт правильного распределения потоков котловой воды с различным солесодержанием.

С момента пуска в ноябре 2018 г. новая ПГУ работает на полную мощность

Сертификационные испытания первого котла Е-30-2,4Г проведены на свежепостроенной ПГУ «Север» Нижегородским центром технической диагностики, экспертизы и сертификации. Вспомогательное оборудование для новых ПГУ поставляется различными отечественными предприятиями.

Единая операторная. Весь комплекс ПГУ «Север» под контролем

*«Мы спроектировали и построили установку, учитывая климатические условия эксплуатации оборудования на Яреге и качество воды, которая подаётся в котлы»*, – объяснил заместитель директора по техническому перевооружению и реконструкции ООО «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг» Иван Давидёнок.

### Шаг за шагом

Было бы ошибкой считать, что специалисты общества «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг» нашли оптимальные решения сходу. При проектировании Ярегских ПГУ использован опыт работ на Усинском нефтяном месторождении (см. «Энерговектор», № 6/2017, с. 7), где впервые взамен импортных паровых котлов были применены новые паровые котлы отечественного производства, спроектированные для работы в условиях Севера.

Сотрудники инжинирингового предприятия также извлекли из копилки компетенций интеграцию локальных АСУ в единый программно-аппаратный комплекс, способы сокращения технологических связей и повышения удобства обслуживания за счёт компактного расположения вспомогательных систем в блочном исполнении (контейнер примыкает к зданию ПГУ). Некоторое оборудование (такое, как КТП и узел подготовки газа) поставлялось в контейнерах готовыми технологическими блоками, что помогло обеспечить высокое качество, оптимальную стоимость и минимальные сроки монтажа. Как результат, **с момента подготовки строительной площадки до запуска первого объекта в эксплуатацию прошло всего девять месяцев.**

Несмотря на столь короткий срок строительства, пуск новой ПГУ прошёл без нарушений режимов работы и отказов подсистем, серьёзных недостатков не зафиксировано. С момента завершения пусконаладки новая ПГУ работает на полную мощность.

### Больше, чем импортозамещение

При использовании импортного оборудования компании часто вынуждены приспосабливать имеющиеся модели к собственным нуждам – мало кто может позволить себе сделать за рубежом индивидуальный заказ. В результате выбирается не оптимальный вариант, а близкий к требуемым условиям. В случае же отечественного производства ситуация иная. Российские машиностроители сегодня готовы разработать и изготовить продукцию по индивидуальному заказу. И это справедливо в отношении энергетических котлов. Более того, в данной сфере отечественные предприятия не только обладают всей номенклатурой технологий и ноу-хау, но и имеют возможность в кратчайшие сроки выполнять ремонтные работы и замену узлов, что помогает сократить внеплановые простои оборудования.

В результате затраты на обслуживание отечественных ПГУ за весь срок их эксплуатации оказываются ниже, чем у импортных аналогов. Также значительно снижается риск не вписаться в бюджет проекта из-за перемен в макроэкономической ситуации.

### Слаженно и быстро

Дирекция по строительству объектов генерации в Ухте насчитывает 14 сотрудников, которые, кроме строительства ПГУ, курировали монтаж воздушных линий и подстанций для нужд Ярегского месторождения, а также капитальные ремонты ПГУ с импортными котлами. Возглавляет дирекцию Николай Владимирович Литвиненко. Чтобы выдержать короткие сроки проекта, весь коллектив работает слаженно и напряжённо.

Эксплуатацию ПГУ «Север» обеспечивает ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ». Теперь эксплуатационный и обслуживающий персонал работает в тёплом помещении. В рамках проекта в здании свежезапущенной парогенераторной установки организована единая операторная, откуда налажено управление всем комплексом ПГУ «Север», включая пять ранее построенных блоков. Благодаря единой операторной эксплуатация новой ПГУ организована без увеличения численности персонала. **Эв**

# Энергия стартапов

## Несколько инновационных проектов, связанных с энергетикой, от компаний – участников Slush 2018 (4–5 декабря 2018 г., Хельсинки)

**Международная встреча высокотехнологичных стартапов и инвесторов Slush в столице Финляндии отсчитывает свою историю с 2008 г. Её название (английское слово, означающее жидкую грязь пополам с мокрым снегом) и время проведения (глубокая осень, переходящая в зиму) выбраны так, чтобы подчеркнуть отличие климатических условий Северной Европы от знаменитой Кремниевой долины: стартапов встречает «не калифорнийское солнце, а честная холодная слякоть». И, несмотря на унылую погоду, а, может быть, благодаря ей мероприятие год от года набирает силу.**

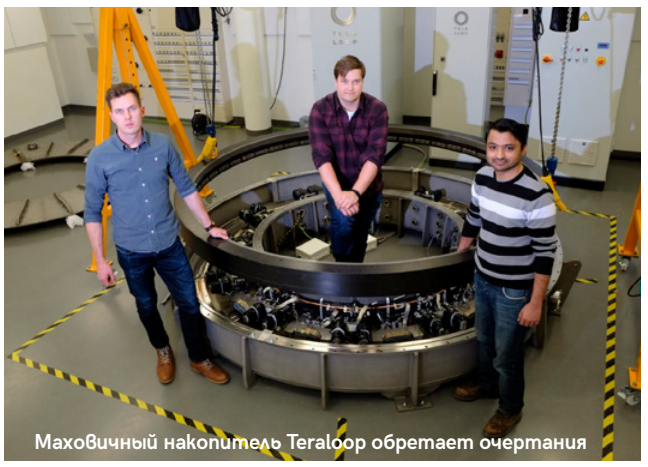
В рамках Slush традиционно организуются выставка, конференция и конкурс инновационных проектов Slush 100, три финалиста которого в конце мероприятия представляют свои проекты на главной сцене. И если первые встречи были локальными, для компаний из стран Северной Европы и России, то сегодня Slush собирает инноваторов со всего мира, что подчас приводит к любопытным последствиям. Так, в прошлом году разработчик промышленной технологии выращивания «мяса из пробирки» Memphis Meats и венчурный инвестор DFJ, которые стали партнёрами на Slush 2016, сообщили о заключении сделки на 17 млн долл. Сумма, конечно, серьёзная, но для участников Slush отнюдь не сверхъестественная. Удивляет то, что офисы обеих компаний находятся в районе бухты Сан-Франциско, менее чем в часе езды друг от друга!

Похоже, в Кремниевой долине недостаёт своего события, подобного Slush. В Восточной Азии так и рассудили, и уже несколько лет аналогичные ярмарки стартапов проходят в Токио, Шанхае и Сингапуре. Тесно связан со Slush, несмотря на разницу концепций, и российский «Стартап-тур».

### Летучий чистильщик

Из 3600 с лишним стартапов, зарегистрировавшихся на Slush 2018, порядка 120 в качестве сферы своей деятельности (не обязательно единственной) указали энергетику. Традиционно консервативная отрасль не пользуется бешеной популярностью у инноваторов, но живой интерес у них определённо есть. А одна из связанных с энергетикой компаний – латвийская Aerones – вышла в финал Slush 100. Правда, первое место и приз миллион долларов жюри присудило другому претенденту – израильскому стартапу Meeshkan с приложением, автоматизирующим создание моделей машинного обучения, – но в случае Aerones речь всё равно должна идти о существенно более крупных суммах, и соответствующие инвестиции, скорее всего, появятся.

Разработка Aerones – инновационный многовинтовой дрон с высокой (до 200 кг) грузоподъёмностью, предназначенный для технического обслуживания зданий и сооружений (до сих пор тяжёлые дроны предлагались только



Маховичный накопитель Teraloop обретает очертания

в качестве средства транспортировки грузов или людей). Устанавливаемые на аппарате насадки – «роботизированные руки» – позволяют выполнять такие задачи, как мойка, чистка и покраска всевозможных поверхностей. Дрон не автономен – электричество и вода подаются с земли – и благодаря этому может неограниченно долго оставаться в воздухе; нет необходимости периодически сажать его для подзарядки и заправки, останавливая работу.

Эксплуатацию дронов предполагается организовать по модели HaaS (Hardware as a Service, оборудование как услуга) через сеть франчайзинговых сервисных предприятий. Потенциальный рынок здесь огромен, и в первую очередь компания решила сфокусироваться на ветрогенераторах, в обслуживании которых имеются три операции, выполняемые с помощью дрона впятеро быстрее, чем без него. Это очистка лопастей турбин ото льда зимой, от грязи летом и нанесение на них специального покрытия от коррозии и обледенения (которое требуется ежегодно обновлять). Одновременно работа становится и более безопасной – человек находится внизу. Лидеры ветроэнергетической отрасли – и производители оборудования, и генерирующие компании – отнеслись к предложению Aerones с большим энтузиазмом. О готовности сотрудничать с Aerones также сообщили порядка 200 фирм, занимающихся техническим обслуживанием турбин. Впрочем, планы компании по развитию бизнеса на ближайшие полтора года не идут дальше сети из пяти представителей-франчайзи и сотни дронов в воздухе.

Дальнейшие направления разработок Aerones – ещё бóльшая автоматизация работ, освоение новых операций (дрон сможет устранять мелкие механические повреждения турбин) и новых сфер применения. Разработчики намерены предложить свою технологию для тушения пожаров: дрон выдерживает высокие температуры и в считаные минуты долетит и до верхних этажей высоток, куда не дотягиваются пожарные лестницы, и до дома на горе, к которому пожарная машина должна пробираться по извилистой дороге. Рассматривается также перспектива использования дронов Aerones в солнечной энергетике для очистки солнечных панелей и зеркал. В принципе, как уже говорилось, он подходит для обработки любых наружных поверхностей.

### Башни, паруса, подземелья

Технология Aerones – не единственная разработка на Slush, адресованная ветроэнергетикам. Так, шведская компания Modvion предлагает метод строительства башен для ветровых турбин из компактных модулей в форме полукруглых желобов. Модули, изготовленные из материала на основе древесины, вкладываются друг в друга и помещаются по несколько штук в кузове обычного грузовика. Они достаточно прочны, чтобы можно было собрать трубчатую башню высотой до 150 м.

Проект японского стартапа Everblue Technologies кажется полной фантастикой, однако на сайте компании приводятся некоторые расчёты и спецификации. Разработчики предлагают транспортировать энергию, вырабатываемую морскими ветряными электростанциями, не по подводному кабелю, а получая на станции водород и перевозя его в небольших цистернах флотилиями из автономных парусников (каждый несёт одну цистерну). Суда объединяются в сеть, а управляет ими человек-диспетчер, находящийся на берегу.

Воспользуюсь водородом как поводом сказать несколько слов о хранении энергии, которому также было посвящено несколько проектов. Два финских стартапа представили системы, вообще не использующие химические процессы, даже экологически чистые, как в водородных топливных элементах. Первый – мощный маховичный накопитель Teraloop промышленного масштаба. Потери энергии минимизированы благодаря вакууму и технологии пассивной магнитной левитации. Для увеличения скорости вращения применена электромагнитная стабилизация ротора. Вся установка располагается под землёй – ненавязчиво и экологично. Во втором проекте, развиваемом компанией Heliostorage, собранная с помощью солнечных тепловых коллекторов энергия никак не преобразуется, а используется непосредственно для поддержания комфортной температуры в домах. Теплоноситель – этиловый спирт или обычная вода – применяется для прогрева каменистой породы под землёй на глубине 35–45 м. За лето её температура доходит до 70 °C, а с наступлением холодов самый обычный насос начинает прокачивать воду через систему, перенося тепло из-под земли в комнатные радиаторы. Энергии, запасённой летом, хватает на всю зиму. Все процессы автоматизированы, за мониторинг и управление отвечает специальный контроллер.

Напоследок скажу об отечественном изделии, представленном на Slush санкт-петербургской компанией Volts Battery. Это химический аккумулятор, небольшой и вместе с тем очень ёмкий: он ставится на пол или вешается на стену и на несколько часов обеспечивает энергией индивидуальный жилой дом при отключении сети. Когда сеть работает нормально, можно заряжать Volts по ночам, при низком тарифе и использовать днём, снижая таким способом затраты на электричество. Если же установить солнечные панели... но о них – в следующий раз.

**Александр СУХАНОВ**

# Пределы ВИЭ-роста

## Возобновляемая энергетика – это огромный бизнес

**В 1972 г. в США была опубликована знаменитая книга Денниса Медоуза «Пределы роста». В ней видные американские учёные в подробностях изложили одноимённый доклад Римскому клубу о результатах моделирования процессов роста мирового населения и материального потребления. Моделирование было проведено в 1970–1972 гг. в отделе системной динамики Слоуновской школы менеджмента при Массачусетском технологическом институте. И оно показало, что действовавшие на тот момент социально-экономические и политические тенденции приведут к разрушению основ индустриального общества. Авторы просчитали 12 сценариев и выяснили, что мир с большой вероятностью движется к крупной гуманитарной катастрофе – голоду и резкому сокращению населения планеты к 2100 г.**

Следует отметить, что в 1970-х учёные из Массачусетса не учли будущего технического прогресса. Вскоре случилась революция в сельском хозяйстве, связанная с применением новых синтетических удобрений. Крупным агрохолдингам удалось кардинально увеличить урожайность основных сельскохозяйственных культур, снизив остроту продовольственной проблемы. Однако следует отметить, что удобрения производятся с большими затратами электрической энергии и природного газа, возможности производства которых тоже не беспредельны.

Через тридцать лет авторы повторили моделирование на более мощных компьютерах с учётом свежих данных и пришли практически к тем же выводам, что и прежде: в условиях ограниченных природных ресурсов рост мировых населения и экономики имеют свои пределы. По результатам нового исследования вышла вторая книга – «Пределы роста: 30 лет спустя». Она была воспринята публикой с меньшим скептицизмом, чем первая. В начале нового тысячелетия общество уже понимало, что на ограниченном пространстве земного шара бесконечный рост невозможен.

В итоге «Пределы роста» наделали много медийного шума и помогли нам изменить отношение к вопросам экологии и использования природных ресурсов. Далее за дело взялись политики. Далеко не случайно, что вскоре после опубликования второй книги повсеместно зазвучал термин «устойчивое развитие» и правительства промышленно развитых стран начали организовывать переход на безуглеродную энергетику, появились «зелёные» тарифы и другие стимулы для строительства объектов солнечной и ветровой генерации.

### «Крупный кластер»

12 декабря 2018 г. в Москве на конференции газеты «Ведомости» было объявлено об учреждении Ассоциации развития возобновляемой энергетики – АРВЭ. Как отметил глава «Роснано» Анатолий Чубайс, избранный президентом этой некоммерческой организации, *«речь идёт о возникающем в нашей стране крупном промышленном, научном и образовательном комплексе»*. Насколько крупном?

Давайте попробуем гипотетически оценить предельный размер рынка, например, с точки зрения мощностей солнечной генерации. Предположим, что вся электроэнергия в нашей стране (для простоты возьмём круглое число 1200 млрд кВт·ч в год) вырабатывается без использования углеводородов в равных долях станциями четырёх видов: атомными, гидравлическими, солнечными и ветряными. Тогда солнечные станции должны за год выдать 300 млрд кВт·ч электроэнергии. С учётом коэффициента использования установленной мощности (как показывает практика, на СЭС, находящихся на Юге России, он достигает 15%) потребуется построить гигантские солнечные генерирующие мощности – 228 ГВт! Для сравнения: суммарная установленная мощность всех объектов генерации в рамках Единой энергетической системы России на начало 2018 г. была равна 240 ГВт.

### Поля энергии

228 ГВт – это, конечно, предельный параметр, полученный, исходя из сумасшедшей гипотезы о том, что наше правительство будет с упрямством некоторых европейских стран добиваться полностью безуглеродной генерации. А теперь давайте вспомним, что каждый квадратный метр земной поверхности в виде солнечного излучения получает мощность до 1 кВт, и учтём КПД фотоэлектрических преобразователей – 20%. Тогда нам потребуются солнечные панели суммарной площадью 1140 млрд м$^2$. На каждого жителя нашей страны, которых примерно 150 млн, придётся 7600 м$^2$. Учтя промежутки между отдельными модулями и их рядами, получаем гектар на человека. Представьте, читатель, что вы целый день едете по шоссе, а по обеим его сторонам – бескрайние поля солнечных панелей.

Гипотетические перспективы для бизнеса в сфере солнечной энергетики просто фантастические, нужна лишь помощь крепких лоббистов, включая АРВЭ. Справедливости ради отметим, что у Ассоциации развития возобновляемой энергетики много разных задач, включая приведение существующих нормативов к новым реалиям. Иначе, например, генерирующим компаниям придётся строить заборы и размещать охрану вокруг каждого отдельного ветрогенератора.

Однако давайте вернёмся к солнечной энергетике, которая имеет очевидные физические пределы. Крыш и стен зданий явно не хватит для размещения необходимого количества панелей, особенно если учесть ожидаемый переход на электрический транспорт. В России восточнее Уральских гор можно найти столько свободных земель, что на каждого жителя нашей страны придётся по нескольку гектаров, но Европа свободными пространствами похвастаться не может: полмиллиарда человек размещаются там крайне плотно. Вполне возможно, что пределы роста по солнечной генерации там проявятся уже через 10–20 лет. Недаром Институт солнечной энергетики Общества им. Фраунгофера ведёт в Германии исследовательский проект по использованию земель одновременно для аграрного и энергетического производства (см. «Энерговектор», № 2/2018, с. 12).

### Великая Россия

В последнее время на отраслевых форумах всё чаще звучит тезис о том, что Россия – Великая энергетическая держава. И речь не только о том, что у нас гигантские залежи природного газа, нефти, каменного угля, и о том, что мы занимаем первое место в мире по суммарному экспорту энергоносителей. У нас также имеется огромный потенциал для развития солнечной и ветровой генерации. Не исчерпаны возможности и гидрогенерации. Например, на побережье Охотского моря есть уникальный Тугурский залив, в котором можно построить приливную электростанцию мощностью без малого 8 ГВт! Согласно предварительному проекту, там планируется разместить 1360 однотипных энергоагрегатов с ортогональными гидротурбинами.

Глядя на гигантский потенциал возобновляемой энергетики, в нашу страну пришли сразу три зарубежных производителя ветровых турбин – Vestas, Siemens Gamesa и Lagerwey. Государственная программа ДПМ ВИЭ до 2024 г. экономически не оправдывает локализацию производства ветровых турбин сразу трёх разных производителей, но компании смотрят дальше и шире. На бескрайних просторах России найдётся немало мест, где в перспективе можно построить хорошие ветропарки. Однако и у ветровой энергетики должен быть свой предел роста.

* * *

Деннис Медоуз и его коллеги – соавторы книг, наверное, давно уже на пенсии. Кто же продолжит моделирование, чтобы прояснить, на каком уровне и когда мир упрётся в физические пределы развития ВИЭ и безуглеродной энергетики? **Эв**

# Настольный пылесос

## Как за шесть шагов собрать простейший пылесос для уборки мелкого мусора

**После того, как настольные компьютеры вышли из моды и пользователи пересели за ноутбуки, во многих домах имеются ненужные компьютерные вентиляторы. Чтобы такой вентилятор не лежал без дела, его можно использовать на досуге при изготовлении миниатюрного пылесоса. Для этого потребуются 12-вольтовый блок питания, продуктовый контейнер из пластика и ещё несколько вещей.**

Конечно, вряд ли самоделка сможет собирать мусор лучше заводского пылесоса, но её удобно иметь под рукой, когда, например, из точилки для карандашей высыплется стружка.

Вентиляторы, используемые в компьютерах, питаются постоянным напряжением 12 В. Потребляемый ток, как правило, указан на корпусе вентилятора. Напряжение нужно подавать на чёрный (минус) и красный (плюс) провода. Провода других цветов, предусмотренные для контроля вращения и управления его скоростью, мы не используем.

Если у вас есть выбор, остановитесь на вентиляторе с наибольшим энергопотреблением – он будет создавать более глубокое разрежение. Вентиляторы с размерами сторон 120×120 мм не имеют явных преимуществ перед вентиляторами 90×90 мм: производители компьютеров увеличивали площадь крыльчатки для того, чтобы снизить обороты, обеспечив то же охлаждение при меньшем уровне шума. Преимущества есть у толстых моделей (20–40 мм) в противоположность тонким (10–15 мм), у более тяжёлых (в них используются мощные магниты) и у центробежных вентиляторов, применяемых в серверах. Нам удалось раздобыть центробежный вентилятор, проработавший более 10 лет в «сантехнике» – стоечном серверном модуле производства компании Sun Microsystems.

Вентилятор нужно будет прикрепить снаружи к крышке продуктового контейнера, предварительно проделав в ней большое отверстие и закрыв его сеткой от комаров. Убедитесь в том, что вы монтируете вентилятор правильной стороной, то есть так, чтобы воздух отсасывался из контейнера, а не нагнетался внутрь него. Проследите за тем, чтобы лопасти не задевали за сетку

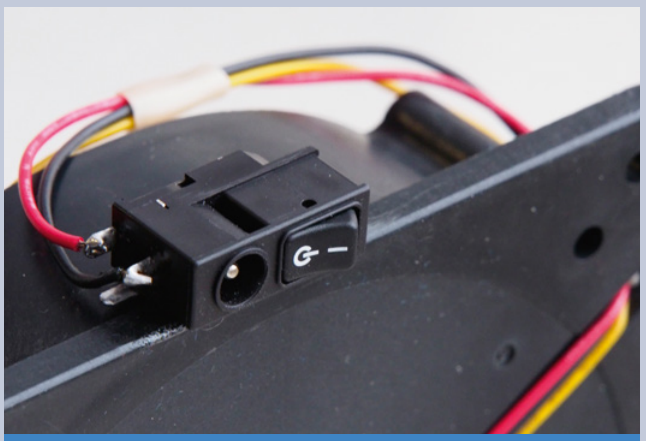
Важно подобрать удобную трубку с внутренним диаметром 15–20 мм – достаточно гибкую и мягкую, но не настолько, чтобы её можно было легко пережать при сгибе. Оптимальная длина трубки – 50–70 см. Трубку нужно будет одним концом вмонтировать в отверстие, проделанное в контейнере.

Для удобства пользования будущим пылесосом рекомендуем снабдить его выключателем и разъёмом для блока питания. Если сможете найти совмещённый вариант (выключатель с разъёмом), остановитесь на нём.

Отверстия в пластмассовом контейнере проделывайте аккуратно – не забывайте, что пластик может треснуть. Рекомендуем сверлить отверстия или проплавлять металлическим стержнем, разогретым над газовой конфоркой.

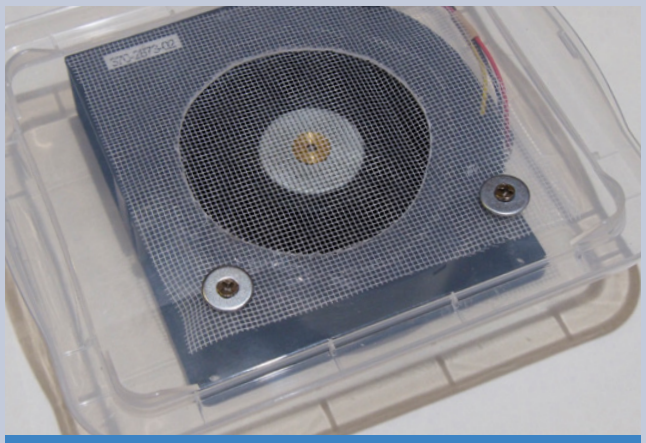
При работе не забывайте о технике безопасности, не торопитесь. Итак, приступим!

**ШАГ 1.** Раздобудьте компьютерный вентилятор, пищевой контейнер, блок питания на постоянное напряжение 12 В, кусок сетки от комаров, разъём с выключателем и гибкую трубку (здесь не показана).

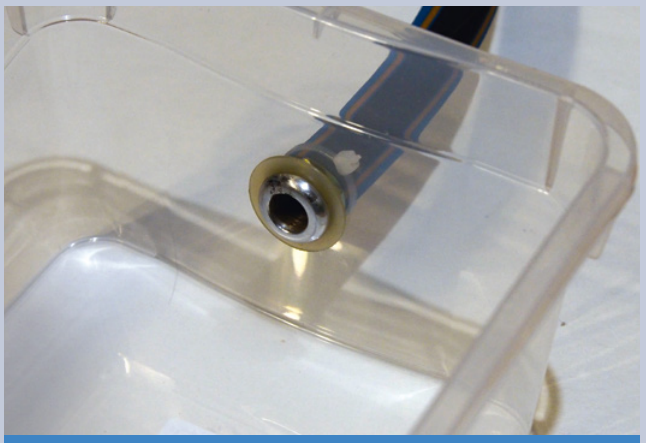


**ШАГ 2.** Припаяйте выключатель с разъёмом к выводам вентилятора. Задействуйте чёрный (минусовой) и красный (плюсовой) провода. Центральный контакт в штекере блока питания – это, как правило, плюс.

**ШАГ 3.** Проделайте в крышке контейнера по центру круглое отверстие диаметром с крыльчатку вентилятора. Для этого прорисуйте окружность и шаг за шагом вдоль неё проплавляйте пластмассу разогретым стержнем.

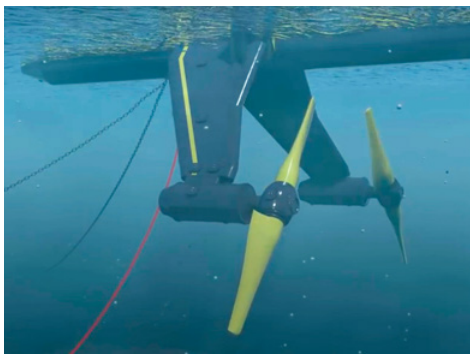


**ШАГ 4.** Прикрепите вентилятор к крышке, предварительно приклеив между ними слой сетки от комаров. Если сетка будет задевать за крыльчатку, добавьте кольцевую прокладку из толстого картона.



**ШАГ 5.** Проделайте на боковой грани контейнера круглое отверстие под шланг. Диаметр отверстия рассчитайте в зависимости от способа крепления шланга – с помощью муфты или отрезка распорной трубки.

**ШАГ 4.** Опробуйте пылесос в действии на стружке от карандашной точилки или мелких бумажках. Если сила всасывания будет слишком мала, поищите более мощный вентилятор на замену. Желаем удачи!



## Yellow submarine

Компания Orbital Marine Power надеется совершить прорыв в приливной энергетике, учтя ошибки и опыт многих разработчиков приливных генераторов, которые не смогли обеспечить окупаемость своих энергоустановок из-за дороговизны технического обслуживания и ремонта оборудования в открытом море.

Плавучий приливной генератор Orbital O2 мощностью 2 МВт, который сегодня проектируется в расчёте на постройку и запуск в эксплуатацию в 2020 г., с виду напоминает всплывшую подводную лодку. Турбины (с роторами диаметром 20 м), расположенные по бокам жёлтой платформы, поднимаются из воды гидравлическими механизмами для инспекций и ремонтов без необходимости использовать крановые суда.

Вся конструкция имеет длину 73 м. Внутри находится электрооборудование, легко доступное для обследования и ремонта. Платформа удерживается в нужном месте акватории тросами, прикреплёнными ко дну. Угол лопастей регулируется, что позволяет быстро перенастраивать гидроагрегаты на изменившееся направление течения, не разворачивая всю платформу.

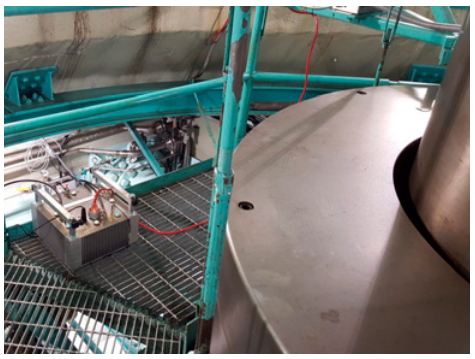
Высокая эффективность генерации должна быть достигнута благодаря большой площади, ометаемой двухлопастными винтами, – 600 м$^2$.

## Вся картина

В Германском аэрокосмическом агентстве запущен проект по оценке возможностей предсказывать выработку солнечных электростанций в различных регионах по оперативным данным с камер наружного наблюдения и спутниковой съёмки.

Главные объекты для наблюдений – облака. Идея в том, чтобы построить динамическую карту облачности на всей территории страны. Используя эту карту, можно прогнозировать затенение солнечных электростанций с целями более эффективного управления энергосистемой и балансировки нагрузок.

Суммарный видеопоток, поступающий с тысяч камер, слишком велик для его передачи, поэтому команда исследователей прорабатывает концепцию умных видеокамер. Они должны взять на себя задачу распознавания образов, чтобы оценивать направления движения облаков и измерять их скорость. Учёные агентства надеются, что заодно помогут метеорологам повысить точность прогнозов.



## Торсионная вибрация

Научно-исследовательский институт электроэнергетики (EPRI, США) и американская компания Suprock Technologies разработали новую систему вибрационного мониторинга для паровых и гидротурбин. Главная особенность системы – способность регистрировать торсионные вибрации и напряжения вдобавок к осевым вибрациям и напряжениям вала.

Сильные торсионные вибрации случаются довольно редко, но «метко» – обычно они сигнализируют о серьёзных проблемах, требующих немедленной остановки оборудования. В частности, торсионные вибрации с частотой 100 Гц возникают в случаях коротких замыканий в обмотках генератора. Кроме того, сильные торсионные колебания провоцируют растрескивание и поломку лопаток.

Чем больше доля нестабильной ветровой и солнечной генерации в энергосистеме, тем чаще случаются изменения частоты в сети. В эти моменты турбины ТЭС и ГЭС подвергаются торсионным возбуждениям. Для того чтобы такие возбуждения не приводили к поломкам оборудования, необходимо избегать резонансов, то есть отстраивать собственные частоты от частот возбуждения.

Датчики компании Suprock Technologies представляют собой небольшие микроэлектронные схемы с плоскими антеннами. Для упрощения монтажа датчики закрепляются на валу с помощью кевларовой ткани или ткани из углеродных волокон, которые заливают эпоксидной смолой. Полученные таким образом структуры выдерживают температуры 65–120 °C и мощные центробежные силы. Питание и передача данных на блок их сбора и обработки организованы с использованием радиосигнала.

## В другом свете

НПО «Орион» (входит в холдинг «Швабе» Госкорпорации «Ростех») представило камеру ультрафиолетового диапазона ULTRA.

Камера, работающая в диапазоне 290–340 нм, предлагается энергокомпаниям для обнаружения повреждений изоляции на линиях электропередачи, в открытых распределительных и защитных устройствах. Согласно разработчику, камера безопасна в использовании благодаря большой дальности съёмки.

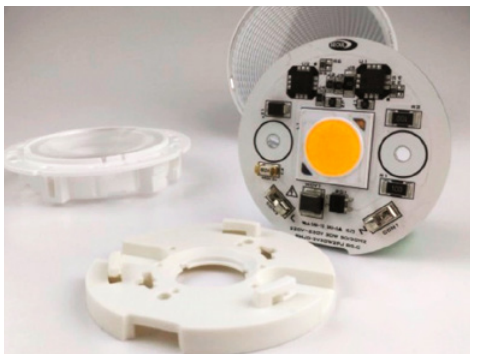
## Ставьте, как попало

Бельгийские и американские учёные построили модель ветропарка, состоящую из ста миниатюрных ветроустановок, и рассмотрели 56 разных вариантов их размещения, чтобы выяснить, как добиться максимальной суммарной мощности. Оказалось, что потери энергии минимальны, если ветряки размещены неравномерно в особом порядке – в таком случае средняя мощность одной установки в ветропарке выходила на уровень 60% от мощности одиночной. При равномерном размещении этот показатель обычно не превышает 50%.

Следует отметить, что задача оптимизации ветропарков нетривиальна. Имеющиеся аналитические модели примитивны, а численное моделирование с использованием уравнений гидродинамики требует слишком больших вычислительных ресурсов. Именно поэтому учёные «оккупировали» аэродинамическую трубу, где разместили макеты ветроустановок, выполненные в масштабе 1:3000. Чтобы приблизить модельное число Рейнольдса к реальному, исследователи заменили крыльчатки перфорированными дисками. Конечно, потоки воздуха после такого диска отличаются от потоков после турбины, но на больших расстояниях разница нивелируется. Используя натурное физическое моделирование, международная команда исследователей смогла вывести несколько общих закономерностей.

В результате учёные порекомендовали увеличивать интервалы между ветряками вдоль преобладающего направления ветра, изменив общую структуру ветропарка (например, можно разместить установки в шахматном порядке). Дополнительные исследования показали, что, допуская небольшие отклонения от идеального шахматного порядка, можно повысить общую мощность электростанции ещё на несколько процентов. Выяснилось также, что в больших ветропарках, где турбины размещены в несколько рядов, усиливается вертикальный перенос энергии.

Тем не менее неравномерная схема размещения установок имеет свои недостатки: при некоторых направлениях ветра эффективность генерации сильно падает.



## Длинные цепи

Южнокорейская компания Seoul Semiconductor разработала технологию и наладила производство многопереходных светодиодов, позволяющих упростить схемы питания и снизить габариты светильников.

На одной подложке микроэлектронными методами формируются цепочки последовательно соединённых светодиодных элементов на основе нитрида галлия. Участки *n*-типа многократно чередуются с участками *p*-типа. Рабочее напряжение получаемых приборов в зависимости от числа светоизлучающих элементов в цепочке варьируется от 21 до 69 В. Питающие токи невелики – 20 или 40 мА, что позволяет обойтись дешёвыми преобразователями напряжения, которые можно монтировать на той же плате, что и сами светодиоды. Энергетическая эффективность светоизлучающих приборов доходит до 120–140 лм/Вт.

Согласно компании, её технология позволяет повысить надёжность светильников, исключив необходимость в монтаже и соединении большого количества отдельных кристаллов. На наш взгляд, в реальности надёжность повышается скорее за счёт исключения сильноточного преобразователя напряжения.

## AC Driverless

Производители светодиодных ламп приняли новую концепцию – AC Driverless. Речь идёт об исключении драйвера (то есть преобразователя напряжения) как отдельного блока. В бытовых LED-лампах он располагается в цоколе, сильно греется и на практике выходит из строя гораздо чаще, чем сами светодиоды.

Новый подход стал возможен и даже необходим потому, что цены осветительных светодиодов постоянно снижаются и стоимость ламп уже определяют другие элементы.

Концепция AC Driverless предусматривает снижение рабочего тока, которым питаются светодиоды. Это означает, что одиночные мощные светодиоды заменяются на серии маломощных или многопереходные приборы (см. выше). Схемы питания упрощаются и располагаются на той же алюминиевой подложке с печатной разводкой, что и светодиоды. Согласно компаниям, которые уже внедрили концепцию AC Driverless, теперь срок службы светодиодных ламп реально доходит до заявляемых 50 тыс. ч.

## Хлёсткий ветер

Проект SmartBlades2 Германского аэрокосмического центра по созданию инновационных лопастей для ветрогенераторов дошёл до стадии полевых испытаний. Лопасти, разработанные в Институте ветроэнергетических систем Общества им. Фраунгофера, снабжены множеством датчиков и установлены на тестовый ветрогенератор Национальной лаборатории возобновляемой энергии (NREL, США) в Роки-Маунтин (шт. Колорадо).

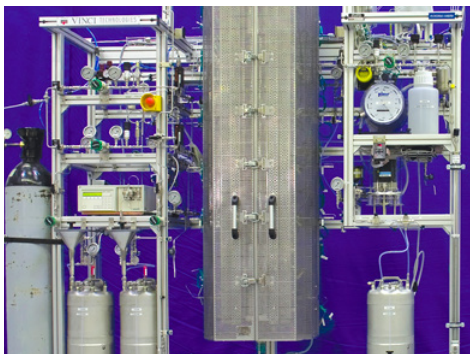
В последние годы конструкторы мощных ветроустановок предохраняют их лопасти от «ударов стихии» с помощью лидаров – систем дистанционного измерения скорости налетающего ветра. По показаниям лидара система управления турбиной меняет поворот всех трёх лопастей относительно их оси. Однако при частых вариациях скорости потока эффективность генерации падает, а сервоприводы в ступице быстро изнашиваются.

Программа тестов должна показать, как поведут себя новые лопасти, способные немного изгибаться и скручиваться под напором воздушного потока. Смогут ли они эффективно демпфировать мощные нагрузки на вал и генератор, которые возникают при резких порывах ветра? На площадке NREL в Роки-Маунтин зимой и весной дуют как раз подходящие ветры.

## Небесный инспектор

В Германском аэрокосмическом центре создан дрон QFly, предназначенный для инспекции гелиотермальных электростанций. Беспилотный летающий аппарат тратит на облёт 50-мегаваттной станции около 4 ч. Следуя по заранее запрограммированному маршруту, БПЛА на подвесных камеры снимает параболические зеркала, концентрирующие световой поток на трубках с теплоносителем.

По окончании облёта специальное программное обеспечение анализирует изображения, определяя, насколько точно каждое зеркало сфокусировано на приёмнике. Качество оптической настройки наглядно представляется на компьютерном экране в виде цветов градиентного перехода. Глядя на экран, прошедший подготовку оператор сможет сразу отметить ошибки, совершённые в ходе строительства или настройки электростанции.



## Пирог с водородом

Учёные-исследователи из учебных и академических институтов Сибири разработали новый материал для получения синтез-газа из биотоплива или попутного нефтяного газа.

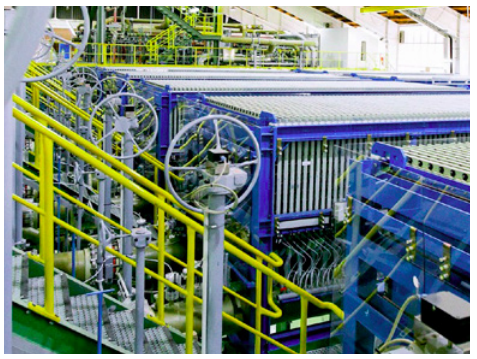
Разработка представляет собой «слоёный пирог»: на подложку из никель-алюминиевого сплава нанесён тонкий слой протонопроводящей мембраны, покрытый катализатором. Мембрана состоит из наночастиц сложных оксидов вольфрама, ниобия, редкоземельных элементов и других металлов (никеля, меди или серебра). В отличие от ранее применявшихся соединений, включающих барий, мембрана устойчива к разложению при взаимодействии с водой и углекислым газом.

*«На поверхности мембраны молекула водорода разделяется на два протона и два электрона, далее оксид обеспечивает высокую протонную проводимость, а металл – высокую электронную. Частицы двигаются в одном направлении. Соединение сложных оксидов и металлов в единый плотный композит возможно благодаря возникающей между ними координационной связи»,* – объяснил Владислав Садыков – заведующий совместной лабораторией новых технологий синтеза функциональных наноструктурированных материалов Новосибирского государственного университета, Института катализа СО РАН и Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН.

Подложку для мембраны по заказу ИК СО РАН изготовили специалисты Института порошковой металлургии им. академика О. В. Романа Национальной академии наук Белоруссии.

*«Нам нужно было для изготовления мембраны создать материал с оптимальными характеристиками. Мы делали 10–20 вариаций состава, испытывали каждый из них и отбирали наиболее перспективные. Предварительное тестирование состава занимает несколько часов, тогда как синтез самой мембраны длится неделю. И только после этого можно приступать к испытаниям в условиях реальной реакции»,* – пояснил младший научный сотрудник ИК СО РАН Алексей Краснов.

По мнению Владислава Садыкова, при условии финансирования работ по промышленному внедрению с помощью нового композита можно решить проблему переработки попутных газов на отдалённых и морских месторождениях.



## Адаптивный хлор

В химической промышленности для получения хлора и едкого натра широко используется электролиз раствора поваренной соли. При этом хлор-щелочное производство потребляет много электрической энергии, например, в Германии на него приходится 2,5% общего потребления.

Учёные из Берлинского технического университета в рамках проекта ChemEFlex оценивают возможность использовать хлор-щелочное химическое производство для балансирования нагрузок в электрических сетях. Вопрос стоит так: возможно ли организовать процесс таким образом, чтобы он оставался коммерчески эффективным при переменной производительности?

*«Этот электрохимический процесс всегда идёт в постоянном режиме. Мы, однако, хотим выяснить, есть ли техническая возможность и экономическая целесообразность привязки производства к флуктуациям стоимости электроэнергии, если останавливать реакторы при нехватке мощностей в энергосистеме и перезапускать при их избытке»,* – объясняет координатор проекта Франциска Клауске. Учёные оценивают, как оборудование будет работать в старт-стопном режиме и как он повлияет на поставки продукции.

## Довольно осцилляций!

Национальные лаборатории Сандиа при Министерстве энергетики США совместно со стартап-компанией Emera Technologies запустили проект по созданию микросетей на постоянном токе для ЖКХ и военных.

Подобные сети имеют ряд потенциальных преимуществ. В частности, в них не требуется синхронизация генераторов перед подключением – достаточно обеспечить требуемое напряжение. Также не нужны системы поддержания постоянной частоты.

Вместо традиционных трансформаторов в микросетях на постоянном токе будут использоваться импульсные преобразователи напряжения, которые автоматически стабилизируют его и содержат схемы самоконтроля. В сеть постоянного тока легко включить аккумуляторные накопители и солнечные панели.

Изначально предполагается, что микросеть постоянного тока должна быть подсоединена к централизованной сети переменного тока, но способна работать и автономно.

## «Миксеры» в работе

В научном журнале Joule опубликована статья учёных из Гарварда, которые исследовали влияние ветровой энергетики на климат. Авторы работы Ли Миллер и Дэвид Кит сообщают, что ветровые парки создают эффекты локального потепления и охлаждения, перемешивая воздух у земли и в более высоких слоях.

По оценкам авторов, если задействовать самые выигрышные для ветровой энергетики площади на континентальной территории США с целью перевести всю электроэнергетику страны на бестопливную генерацию (исходя из сегодняшнего потребления), возникнут возмущения в воздушной циркуляции, которые приведут к повышению средней температуры воздуха вокруг ветропарков на 0,24 °C. Поскольку ночные заморозки станут гораздо менее вероятными, сельскохозяйственный сезон там можно будет продлить на одну-две недели. Количество испарений и осадков прибавится.

Строго говоря, подобные эффекты было бы неправильно называть потеплением. Это, скорее, перераспределение тепла – в других местах на территории США немного похолодает. По данным авторов, солнечная электрогенерация создаёт на порядок меньшие температурные эффекты, поэтому она предпочтительнее для решения климатической проблемы.

## Ветру пора на пенсию?

Результаты статистического исследования, проведённого китайскими учеными, показали, что в последние десятилетия ветроэнергетические ресурсы в Северном полушарии сокращались. Причина – повсеместное уменьшение силы ветров у поверхности земли.

Исследователи из Института физики атмосферы Академии наук Китая совместно с учёными из университета Пердью (США) проанализировали данные метеонаблюдений за 1979–2016 гг. Выяснилось, что за этот период ветровые энергоресурсы сократились на величину более 30% в Северной Америке, Европе и Азии для, соответственно, примерно 30, 50 и 80% ветропарков.

Ещё один тревожный результат исследований: глобальные климатические модели не способны предсказать долгосрочные тенденции изменения доступных ветроэнергетических ресурсов. **эв**

# Ионисторы в энергетике

## Ёмче, быстрее, мощнее – суперконденсаторы оправдывают приставку в своём названии

**Ионисторы, они же электрохимические конденсаторы, они же суперконденсаторы, они же ультраконденсаторы, уже несколько десятилетий успешно применяются в бытовой электронике, компьютерной технике, медицинских и других приборах. Но только недавно их характеристики достигли уровня, необходимого для применения в электроэнергетике.**

### «Активированный» конденсатор

Еще в начале 1950-х инженеры компании General Electric начали экспериментировать с активированным углём, пробуя его в качестве материала для электродов конденсаторов. Активированный уголь обладает пористой структурой и поэтому имеет очень большую удельную поверхность. В 1957 г. был запатентован «низковольтный электролитический конденсатор с электродами из пористого углерода», но автор патента Г. Беккер не смог правильно понять природу происходящих в нём процессов.

В 1966 г. инженеры американской компании Standard Oil Company of Ohio (SOHIO) разработали другой вариант устройства, но даже в 1970-м их патент назывался примерно так же, как у Беккера. В их конденсаторе две ленты из алюминиевой фольги (электроды), покрытые слоем активированного угля и разделённые тонким слоем пористого изолятора, погружались в электролит (водный раствор серной кислоты). Ёмкость такого конденсатора достигала одного фарада, т. е. значительно превышала ёмкость электролитического конденсатора аналогичных размеров.

SOHIO не довела свою разработку до промышленного выпуска, продав лицензию японской компании NEC. Она наладила выпуск ионисторов под торговой маркой «суперконденсатор» и стала устанавливать их в качестве резервных источников питания на свои платы оперативной памяти.

В 1978 г. японская компания Panasonic выпустила «золотой конденсатор» (“Gold Cap”), также завоевавший успех на этом рынке. Однако эти ионисторы обладали высоким внутренним сопротивлением, которое ограничивало возможность быстрого извлечения энергии, а значит, сильно сужало диапазон сфер применения.

В период 1975–1980 гг. профессор Брайан Конвей из Университета Оттавы провёл масштабную исследовательскую и конструкторскую работу по ионисторам на оксиде рутения. В 1991 г. он подробно описал различия между ионистором (он называл его суперконденсатором) и аккумулятором как электрохимическими хранилищами энергии. Повышенную ёмкость суперконденсатора он объяснял поверхностными окислительно-восстановительными реакциями, сопровождающимися переносом заряда между электродами и ионами электролита. Суперконденсатор хранит электрический заряд частично в «двойном слое» Гельмгольца, возникающем на границе между электродом с электронной проводимостью и электролитом с ионной, а частично – благодаря «псевдоёмкости», т. е. переносу зарядов электронами и протонами между электродом и электролитом, происходящему в результате окислительно-восстановительных реакций, интеркаляции (обратимого включения молекулы или их группы между другими молекулами или группами) и электросорбции (абсорбции на поверхность).

В 1982 г. специалисты американского научно-исследовательского института Pinnacle (PRI), работая над задачей по улучшению материалов электродов и электролитов, создали ионисторы с очень высокой плотностью энергии, которые появились на рынке под названием PRI Ultracapacitor.

Спустя десятилетие, в 1992 г., компания Maxwell Laboratories (впоследствии переименованная в Maxwell Technologies) начала развивать технологию PRI под названием Boost Caps. Цель проекта Maxwell – создание ионисторов высокой ёмкости с низким внутренним сопротивлением, чтобы получить возможность питания мощного электрооборудования. Сейчас Maxwell Technologies – мировой лидер в разработке и производстве ионисторов, занимающий на глобальном рынке долю около 40%.

В 1999 г. тайваньская корпорация UltraCap Technologies также начала сотрудничество с PRI, которая к тому времени разработала электродную керамику с очень большой удельной площадью поверхности, и к 2001 г. на рынок был выпущен первый ультраконденсатор, произведённый на Тайване. С этого момента началось активное развитие технологии во многих научно-исследовательских институтах по всему миру.

Недавно группа учёных из Калифорнийского университета в Риверсайде в своих работах показала, что ионисторы нового типа на основе пористой структуры, где частицы оксида рутения нанесены на графен, имеют отличные перспективы. Калифорнийские исследователи обнаружили, что поры «графеновой пены» обладают наноразмерами, подходящими для удержания частиц оксидов переходных металлов. Ионисторы на основе оксида рутения теперь рассматриваются как наиболее перспективные. Работающие на безопасном водном электролите, они обеспечивают увеличение запасаемой энергии и допустимой силы тока разряда вдвое по сравнению с лучшими из имеющихся сейчас на рынке.

Примерно год назад японская компания Spacelink продемонстрировала свою новую разработку. Для достижения высоких технических показателей ионистора на его электроды, выполненные из нанотрубок углерода, наносится тонкий слой оксида металла. Плотность накапливаемой электрической

энергии может достигать 150 Вт·ч/л. Заслуга разработчиков в том, что они смогли создать растворитель, который позволяет вязкому электролиту всасываться внутрь нанотрубок, повышая эффективную площадь соприкосновения с электродными пластинами. Это решение ускоряет химические реакции и обмен зарядами. По своим основным техническим характеристикам (ёмкость – 650 Ф, объём – 520 мл, плотность электрической энергии – 58 Вт·ч/к*г*, масса – 0,5 к*г*) суперконденсатор Spacelink уже может конкурировать с литий-ионным аккумулятором, а по скорости заряда и отдачи энергии опережает его.

Система накопления энергии на ионисторах для метрополитена

## Ключевые характеристики

К преимуществам ионисторов относятся высокая скорость заряда-разряда, устойчивость к сотням тысяч циклов перезаряда по сравнению с тысячами (в лучшем случае) у аккумуляторов, малые масса и габариты по сравнению с электролитическими конденсаторами, низкий уровень токсичности компонентов, допустимость разряда до нуля.

Рабочее напряжение современного ионисторного элемента составляет 1,8–3 В, номинальная ёмкость – до 5000 Ф, масса – до 1 к*г*. Диапазон температур – от –40 до +65 °С. Удельная мощность, запасаемая ионисторами, может достигать 20 кВт/к*г*. Рабочие токи элементов доходят до 1000 А.

Для повышения рабочего напряжения ионисторные элементы соединяют последовательно в цепочки. При этом используются схемы балансировки, которые не допускают, чтобы напряжение на каждом элементе превысило максимально допустимое. Если это произойдёт, элемент выйдет из строя, после чего откажет вся цепочка.

Соединяемые в цепочку элементы должны иметь минимальный разброс ёмкостей – в пределах ±5–8%. Разброс от –20% до +80%, как у некоторых электролитических конденсаторов, недопустим. Из-за наличия схем балансировки, которые потребляют определённый ток, время хранения энергии в ионисторных сборках обычно ограничено несколькими сутками.

## Варианты применения

В настоящее время сфера применения ионисторов быстро расширяется. Благодаря перечисленным преимуществам эти приборы уже используются в тысячах различных устройств и имеют очень хорошие перспективы для ещё более широкого распространения. Ионисторы наилучшим образом дополняют первичные источники энергии, такие как генератор с двигателем внутреннего сгорания, топливный элемент или аккумулятор, которые не могут выдавать кратковременные импульсы высокой мощности. Будущее ионисторного рынка выглядит многообещающе.

Рассмотрим, каким образом ионисторы применяются в разных отраслях.

**Автомобильная промышленность:** аккумулируют энергию торможения и отдают её для разгона, обеспечивают многократный гарантированный запуск двигателя, стабилизацию параметров бортовой сети.

**Железнодорожный транспорт:** аккумулируют энергию торможения и отдают её для разгона, стабилизируют параметры бортовой и контактной сети.

**Производство:** используются в качестве источника импульсной мощности для различных старт-стопных систем и электроприводов.

**Строительство:** в системах рекуперации энергии строительных кранов поддерживают подъёмные операции.

**Авиация:** используются в качестве аварийного источника энергии для экстренного открывания дверей, стабилизации параметров бортовой сети.

При последовательном соединении ионисторных элементов применяются схемы балансировки напряжения (на зелёных платах)

**Бытовая электроника:** в смартфонах и планшетах питают светодиодную вспышку, предохраняя аккумулятор от перегрузки.

**Центры обработки данных** (ЦОД) с системами бесперебойного питания, которые при перерыве электроснабжения до момента запуска аварийных генераторов получают энергию от ионисторов.

Российская компания Titan Power Solutions, выпускающая различные изделия на основе ионисторов, предложила концепцию асимметричного источника бесперебойного питания с двойным преобразованием напряжения. Такой ИБП, помимо аккумуляторов, включает ионисторы. Асимметрия в том, что мощность выходного преобразователя намного превышает мощность входного. Потребителям энергии, которые имеют импульсные нагрузки, создающие сильные броски тока, подобный ИБП поможет снизить мощность сетевых энергопринимающих устройств.

## Помощники для ВИЭ

Накопители энергии становятся важным средством для оптимизации режимов работы систем на основе возобновляемых источников энергии, поддержки малой распределённой энергетики. Накопители также играют существенную роль в повышении качества электроэнергии у потребителей, стабилизируя напряжение и выравнивая графики нагрузок (особенно при наличии нагрузок резкопеременного, импульсного, характера). Весьма перспективно использование ионисторных накопителей для выравнивания графиков выдачи мощности в энергосистемах на основе ВИЭ.

В сфере ВИЭ наиболее распространены и интенсивно строятся солнечные фотоэлектрические станции (ФЭС) и ветроэнергетические установки (ВЭУ). Подобные энергообъекты отличаются непостоянным характером генерации и потому требуют резервирования традиционными источниками энергии или применения накопителей энергии внушительного объёма. В автономных системах электроснабжения на основе ВИЭ стоимость накопителей энергии (аккумуляторных батарей) может доходить до половины стоимости всего оборудования, а срок их службы напрямую зависит от количества и характера зарядно-разрядных циклов в процессе эксплуатации.

И вот здесь-то на помощь приходит ионистор, способный практически неограниченное число раз быстро заряжаться и разряжаться за время от нескольких миллисекунд до нескольких минут, отдавая в нагрузку высокие мощности. Применение ионисторов наиболее эффективно, если требуются накопление энергии и отдача большой мощности на коротких промежутках времени – до 10 с.

С учётом упомянутых выше особенностей ионисторов их использование наиболее целесообразно в гибридных ветродизельных и солнечно-дизельных системах в связке с аккумуляторами. В подобных системах ионисторы берут на себя короткие пики и быстрые колебания мощности генерации и потребления электроэнергии, продлевая срок службы аккумуляторных батарей и сокращая время отклика всей схемы на внешние воздействия.

Применение ионисторов будет эффективным, например, в автономных фотоэлектрических водоподъёмных установках (часто используются для орошения полей), где запуск двигателя насоса сопровождается кратковременным броском пускового тока.

### Аккумулирующие электростанции

В любой электроэнергетической системе должно непрерывно поддерживаться равенство генерируемой и потребляемой энергии. Традиционно для этого отслеживают величину потребления и соответствующим образом подстраивают генерируемую мощность. Однако мощным генераторам большинства типов частая смена рабочих режимов противопоказана – она крайне неблагоприятно сказывается на их работе, снижая надёжность, долговечность и даже приводя к авариям. За примером далеко ходить не нужно: катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. случилась из-за разрушения гидрогенератора, мощность которого регулировали 232 раза за полгода.

Проблему балансировки генерируемой и потребляемой мощностей можно решать включением в энергосистему балансирующих накопителей электроэнергии. На роль таких накопителей в последнее время претендуют ионисторные силовые сборки. Их параметры достигают впечатляющих величин: ёмкость – до 300 Ф, запасаемая энергия – до 50 МДж, рабочее напряжение – до 800 В, ток разряда – до 5 кА, удельная энергия – до 50 кДж/к*г*.

Аккумулирующую электростанцию ёмкостного типа можно строить путём параллельного соединения большого числа однотипных модулей мощностью несколько киловатт каждый. В таком модуле организовано двойное преобразование энергии: сначала переменного тока частотой 50 Гц в постоянный с помощью выпрямителей с дальнейшим накоплением электроэнергии ионисторами, а затем – преобразование постоянного тока в переменный частотой 50 Гц с помощью электронных полупроводниковых инверторов.

Аккумулирующая электростанция собирается из множества (до нескольких тысяч) таких модулей, мощность которых суммируется с помощью трансформаторов. Управление модулями – автоматическое по программе. В результате аккумулирующая электростанция не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, контролируется и управляется дистанционно по радиоканалу или через волоконно-оптическую линию связи.

**Алексей БАТЫРЬ**

Издательство
ООО «Медиа-холдинг "Западная Сибирь"»

Главный редактор
Иван Рогожкин

Консультант
Людмила Зимина

Обозреватели
Павел Безруких
Мария Суханова

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
8.1.2019 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: отрисована по мотивам Eline van Lindenhuizen

ЭВ

# НЕФТЯНИК ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Издаётся с 2004 г. 16+

РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА

ЦИФРА НЕДЕЛИ:

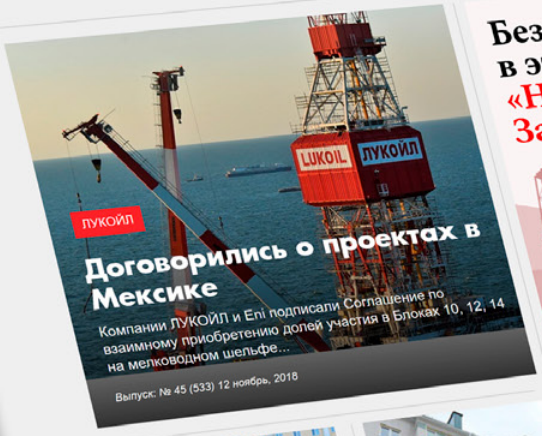
Добыли с начала года в Югре и ЯНАО

79,1 млн тонн нефти

165,3 млрд куб. м газа

ЛУКОЙЛ НОВОСТИ СТАТЬИ ФОТОНЕДЕЛЯ PDF АРХИВ Search

Выпуск: № 14 (502) 09.04.2018




ЛУКОЙЛ

**Договорились о проектах в Мексике**

Компании ЛУКОЙЛ и Eni подписали Соглашение по взаимному приобретению долей участия в Блоках 10, 12, 14 на мелководном шельфе...

Выпуск: № 45 (533) 12 ноябрь, 2018

**Без конкурентов в этом мире «Нефтяник Западной Сибири»**