



# ЭНЕРГОВЕКТОР

ЛУКОЙЛ

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



На пороге  
перемен

4

Радиальные  
турбины

8

Именем  
Джоуля

10

Жульнические  
счётчики

15



## Есть миллион!

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

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

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

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

## Стандарты для работы

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

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

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

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

## С огнём в сердцах

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

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

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

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

На повестке дня, помимо доклада о проделанной за год работе, стояли выборы нового председателя. Основной кандидатурой была Евгения Конева – инженер по расчёту цехов релайной защиты автоматики грозозащиты и ремонта электрических подстанций. В кругу молодых специалистов Евгения известна как активная участница общественных мероприятий и «генератор» свежих идей. Неудивительно, что большинство коллег поддержали её кандидатуру.

В 2018 г. обновлённый Совет молодых специалистов приступил к выполнению новой программы мероприятий.

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

- Антон Квасов – ведущий инженер технической службы ПГУ-110;
  - Дмитрий Куричный – ведущий инженер технической службы ПГУ-235;
  - Пётр Чайкин – старший машинист котельного оборудования 7 разряда службы эксплуатации Астраханской ТЭЦ-2.
- От имени регионального парламента специалистов поздравил председатель комитета Думы по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству Юсуф Зейнединов. Поздравляя всех участников соревнований с нашим общим праздником! Неважно, кто займет призовое место, а кто – нет: в спорте главное – честная борьба и воля к победе. Ребятам спасибо за участие, организаторам – за их труд!
- Главный приз спартакиады – Кубок им. Валерия Жиркова – завоевали спортсмены Кобринского газоперерабатывающего завода, проявив завидное мастерство в различных видах спорта, волю к победе и умение играть честно, ярко. Они же и в прошлом году получили трофей состязаний.

## Благодарный регион

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

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

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

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

От имени регионального парламента специалистов поздравил председатель комитета Думы по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству Юсуф Зейнединов. Поздравляя всех участников соревнований с нашим общим праздником! Неважно, кто займет призовое место, а кто – нет: в спорте главное – честная борьба и воля к победе. Ребятам спасибо за участие, организаторам – за их труд!

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

## Здоровье и сила

В середине декабря 2017 г. в физкультурно-оздоровительном комплексе Волжской ТЭЦ прошло традиционное спортивное состязание за Кубок им. Валерия Жиркова, организованное первичной профсоюзной организацией ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго».

Под звуки аплодисментов, крики болельщиков, топот ног и шум трещоток за престижные призы боролись пять команд: «ЛУКОЙЛ-ВЭ» – сборная ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» и управляемых обществ, «КПГЗ» – спортсмены с Кобринского газоперерабатывающего завода, команда «ВТС» из ООО «Волжские тепловые сети», «Филиал МЭИ» – студенты из Волжского филиала НИУ МЭИ и «Энергоремонт» – сборная одноимённого предприятия.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,

волейболе,

шахматах,

плавании,

дартсе,

настольном теннисе,

и гиревом спорте.

В первый день Кубка состоялись соревнования по всем спортивным направлениям и были определены обладатели кубков.

На второй день остались че-

тыре матча по мини-футболу и две волей-

больные игры.

Состязания проходили в восьми видах:

мини-футболе,

стритболе,</

# На 2018-й и дальше

**ШЕСТЬ ТЕНДЕНЦИЙ, КОТОРЫЕ ПОВЛИЯЮТ НА ОБЛИК ЭКОНОМИКИ, ЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТА**



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

## 1. ВИЭ ВЗРОСЛЕЮТ

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

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

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

## 2. ЦЕНА ДЕНЕГ

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

В 2017 г. банковская система столкнулась с необычным явлением, которое нарушило привычную расстановку сил. У граждан

и инвестиционных институтов появились альтернативные инструменты дляложения средств – криптовалюты и криптотокены. Под конец 2017 г. их суммарная капитализация быстро росла, приближаясь к 600 млрд долл., а это уже крупная величина, которую сложно игнорировать.

В сравнении с криптовалютами сверхприбылями, которые по итогам 2017 г. исчисляются сотнями процентов годовых, банковские проценты и доходы по облигациям выглядят бледно, а если вычесть инфляцию, вообще кажутся насмешкой. Мы ожидаем, что в 2018 г. фининституты столкнутся с заметным оттоком средств вкладчиков и уменьшением спроса на традиционные инвестиционные инструменты, такие как государственные и корпоративные облигации.

Не имея реальной возможности запретить криптовалюты, банковские регуляторы будут вынуждать повышать процентные ставки по гособлигациям и ограничивать объёмы свежей денежной эмиссии. Образно говоря, криптовалютчики отберут печатный станок у центральных банков.

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

# ПРИНЕСЁННЫЕ ВЕТРОМ

**ПРЯМО НА НАШИ ГЛАЗАХ  
РОЖДАЕТСЯ НОВАЯ РОССИЙСКАЯ  
ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА**



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

## ИДЕАЛЬНЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ

«Росатом» в качестве партнёра выбрал небольшую, но высокотехнологичную голландскую компанию с хорошими разработками. Партнёры уже заключили лицензионное соглашение. Основное производство планируется разместить в Волгодонске (Ростовская область), на территории завода «Атоммаш». Атомную госкорпорацию привлекает возможность не только заработать на ВИЭ, сколько более динамично развиваться. Во-первых, «Росатом» надеется диверсифицировать свой энергетический бизнес. Не секрет, что после катастрофы на Фукусиме перспективы атомной энергетики во всём мире выглядят не столь грандиозно, как раньше. Во-вторых, госкорпорация рассчитывает получить ценный опыт, в-третьих, загрузить заказами имеющиеся в России огромные производственные мощности, а также нарастить их технологический уровень.

«С моей точки зрения, – объяснял генеральный директор компании «НоваВинд» Александр Корчагин на конференции «Будущее возобновляемой энергетики», организованной газетой «Ведомости», – договоры о предоставлении мощности незэффективно транслируют мотивацию промышленникам, для которых собственно локализация и задумана. А энергетики боязливо входят в проекты, поскольку берут на себя все риски неисполнения программ локализации. Она на паритетных началах с Lagerwey учредила совместное предприятие Red Wind для производства ветрогенераторов. Она на паритетных началах с Lagerwey учредила совместное предприятие Red Wind для локализации производства голландских ветровых турбин в РФ.

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

## ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ!

Датская компания Vestas примеряет тенденции развития ветровой энергетики, которые уже сложились за рубежом, к молодому российскому рынку, обладающему огромными перспективами, – рассказал представитель компании Микель Виллдсен на X Национальной конференции Российской ассоциации ветровой индустрии (РАВИ). – По производству электрической энергии Россия находится на четвёртом месте в мире, и, следовательно, возобновляемая энергетика в России имеет огромный потенциал развития. Не желая упустить этот потенциал, датская компания уже открыла представительство в Москве. В Ростовской области у неё будет расположено производство башен, в Нижегородской – производство гондол, а в Ульяновской, на берегу Волги, – лопастей. «В Российской Федерации мы находимся на начальном этапе, когда очень важно создать производственную экосистему, – объяснил Микель Виллдсен. – Нам нужны местные поставщики различных компонентов и материалов, например, таких, как

# ДЕКАБРЬСКИЕ ТЕЗИСЫ

## БИЗНЕС-СЕКТОР «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» ПАО «ЛУКОЙЛ» ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЕТСЯ И МЕНЯЕТСЯ ВМЕСТЕ С РЫНКОМ

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

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

### НАМ С ВИЭ ПО ПУТИ

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

Как отметил Максим Николаевич, в последние годы в Европе вперёд вырвалась ветроэнергетика: именно она сегодня лидирует по объёмам ввода новых генерирующих мощ-

ностей. В 2012–2016 гг. были запущены ветропарки мощностью почти 57 ГВт. Далее по темпам строительства следуют солнечные (37 ГВт) и новые газовые (22 ГВт) станции. А вот неэффективные газовые, угольные и атомные электростанции выводятся из эксплуатации. При этом важный приоритет – строящаяся современная газовая генерация, которая позволяет эффективно балансировать «ветер и солнце» в процессе выработки и потребления электроэнергии.

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

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

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



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

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

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

Рядовые работники ТЭЦ-2 не ощутили никаких перемен: ОАО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» продолжает эксплуатировать теплоэлектроцентраль, но теперь уже не как собственный производственный ак-

тив, а по договору с ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» на оказание комплекса услуг.

### СИНЕРГИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

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

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

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

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

### БУДУЩЕЕ УЖЕ ЗДЕСЬ

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

### ГРЯДЁТ ПЕРЕВОРОТ

Существующая централизованная энергосистема пройдёт через кардинальные трансформации – не только потому, что она слишком дорого обходится крупным потребителям и они «голосуют ногами». Есть серьёзные технологические предпосылки для перехода к распределённой энергетике. Обратите внимание: не распределённой генерации, как принято говорить, а именно к распределённой энергетике. Об этих предположениях рассказал известный в отрасли экспер-

Александр Старченко, на этот раз представившись партнёром фонда First Imagine Ventures.

Как отметил Александр, все основные положения, на которых основаны современные централизованные энергосистемы, в том числе и ЕЭС России, развиваются прямо на наших глазах. Считается, что нагрузкой потребителей управлять нельзя – она принципиально стохастична, зато можно централизованно управлять работой крупных электростанций. Однако времена изменились – появились виртуальные электростанции и микросети, тонко балансирующие подключённых к ним потребителей (с помощью Интернета вещей) с тем, чтобы выrovнять общий график потребления и исключить пики.

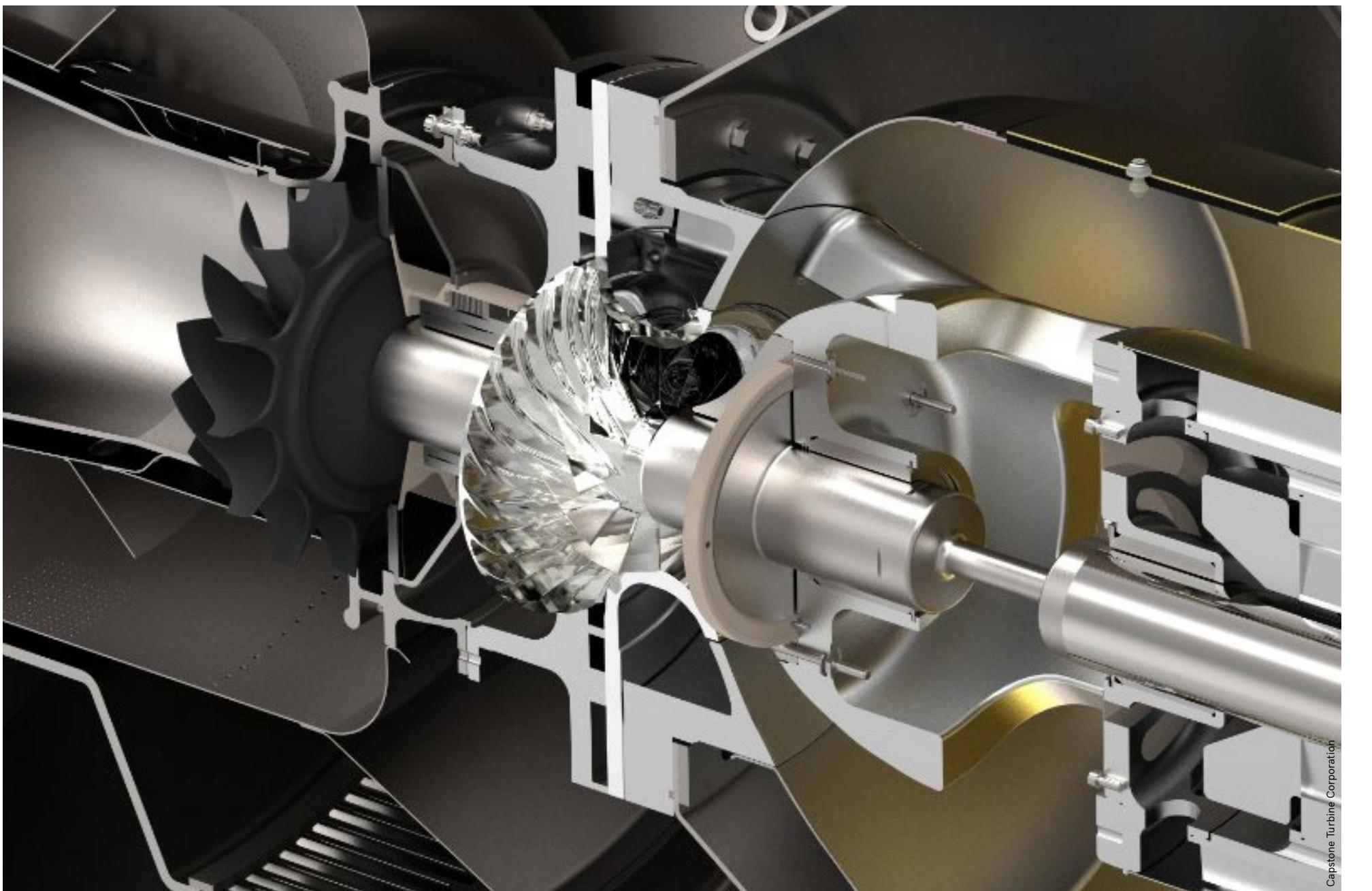
А в генерирующем секторе появились крупные солнечные и ветровые станции, управлять которыми невозможно в принципе. «Сегодня наше государство заключает договоры о предоставлении мощности с виртуальными энергообъектами, неспособными гарантировать выдачу этой самой мощности», – ironизировал Александр Старченко.

Следующее устаревающее прямо на наших глазах системное положение – нельзя управлять потоками энергии, хотя можно их в некоторой степени регулировать. Это положение становится всё менее актуальным по мере внедрения устойчивой схемы энергии при условиях обеспечения качества и минимизации её стоимости». Это программное заявление, мягко говоря, не выполняется. Так, в общей структуре платежа потребителя почти половину образует плата за мощность, в составе которой на конкурентный отбор мощности (реальный рыночный инструмент) приходится менее трети. Остальные две трети платежа включают затраты на финансирование ДПМ и сборы разных видов, в том числе практически не относящиеся к электроэнергетике надбавки на развитие Крыма, Калининграда и Дальнего Востока. Судя по всему, скоро к ним добавится надбавка на строительство мусоросжигающих заводов по всей России. Как уже отмечал «Энерговектор», регуляторы и парламентарии превратили электроэнергетику в «дойную корову» (см. № 5/2017 г., с. 8).

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

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

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



Capstone Turbine Corporation

# Конструктивный поворот

## КАК УСТРОЕНЫ И РАБОТАЮТ РАДИАЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ И ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

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

### Сплошь противоположности

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

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

ре, но при этом обеспечивают более продолжительный срок службы.

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

В осевых установках для достижения необходимой степени сжатия воздуха перед камерой горения используются сложные компрессоры, в которых обычно более десяти ступеней. У самой турбины две (и более) ступени, снабжённые охлаждаемыми лопатками сложной конструкции. Воздух, продуваемый сквозь лопатки,

должен иметь определённые температуру и чистоту, поскольку засорение охлаждающих каналов чревато снижением производительности и ресурса турбины. Поэтому требуется специальная система подготовки воздуха.

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

### ЗАХОДИМ СБОКОУ

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

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

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

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

### ДАВНЯЯ ИСТОРИЯ

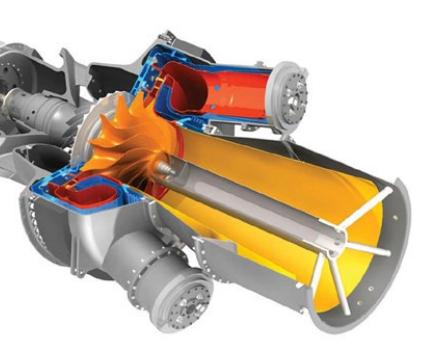
Конструкция первой радиальной газовой турбины была разработана инженером-механиком Русского флота П. Д. Кузьминским. Построенная им в 1897 г. турбина предназначалась для небольшого катера. В камере горения установки, работавшей под постоянным давлением 10 бар, подавались жидкое топливо – керосин – и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

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

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

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

**ПЛОДЫ МИНИАТИУРИЗАЦИИ**  
Развитие радиальных турбин малой мощности привело к появлению микротурбин. В их основе лежит высокооборотный радиальный газотурбинный двигатель, собранный на одном валу с генератором переменного тока высокой частоты. В преобладающем большинстве случаев микротурбины имеют лёгкий ротор, подвешенный на опорах с газодинамическими подшипниками. Вырабатываемый ток высокой переменной



Dresser-Rand KG2-3G: проще не придумаешь

частоты (до 1600 Гц) преобразуется в постоянный, а затем – снова в переменный с частотой 50 или 60 Гц.

Разработка микротурбин подобной конструкции началась в 1990 г. и привела к появлению компактных и чрезвычайно не-притязательных к условиям эксплуатации установок. На российском рынке в последние годы прочно обосновались микротурбины производства корпорации Capstone Turbine мощностью 30 кВт (модель C30) и 65 кВт (C65). Они имеют высокооборотный лёгкий ротор на «сухих» опорах с газодинамическими подшипниками лестничкового типа. Для повышения электрической мощности 6,7. Компания OPRA Turbines разрабатывает энергоблоки специально для регионов с холодным климатом (до -60 °C). Неудивительно, что более половины её поставок OP16-3 приходится на Россию, причём суммарная наработка этого оборудования уже насчитывает миллионы часов.

Подразделение Dresser-Rand концерна Siemens выпускает надёжную радиальную газотурбинную систему KG2-3E с электрическим КПД 16%.

Двигатель KG2-3E имеет все

одну жаровую трубу, степень повышения давления в его компрессоре – 4,5. Система следующего поколения KG2-3G характеризуется более высоким электрическим КПД (26%) и пониженными выбросами NO<sub>x</sub> и CO, достигнутыми благодаря внедрению специальной технологии дополнительного окисления. Степень повышения давления в компрессоре – 7, количество жаровых труб

### БРЕЮЩИЙ ПАР

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

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

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

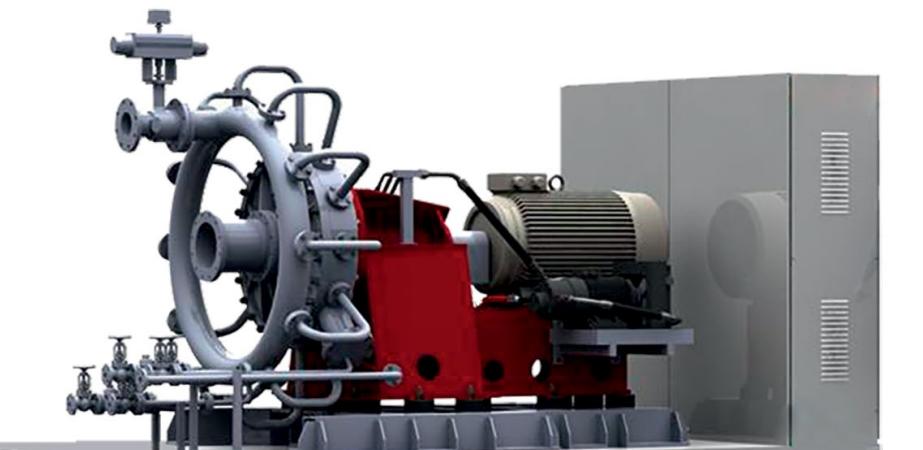
Компания Technora GmbH (Австрия) разработала и выпустила паровую турбину S2E50-250 с радиальным движением потока рабочего тела. Концепция весьма оригинальна: в патентованной конструкции турбинные лопатки заменены системой щетинок. Материал щетинок, их сечение, форма и плотность размещения подобраны весьма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

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

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

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

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



Радиальная паровая турбина австрийской компании Technora

В диапазоне мощностей до 1 МВт на российском рынке также доступны 250-киловаттные радиальные установки MT250 компании FlexEnergy. Они серийно изготавливаются с 2004 г. и хорошо зарекомендовали себя при работе на газовом топливе разнообразных видов в самых различных климатических зонах. Установки

FlexEnergy выполнены по классической схеме – без преобразования переменного тока в постоянный и обратно. Для этого в них применяются высоконаёдный планетарный редуктор, понижающий скорость вращения с 45 тыс. до 1500 об./мин., и синхронный генератор 0,4 кВ/50 Гц.

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

### ГИАНТЫ СРЕДИ КАРЛИКОВ

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

Подразделение Dresser-Rand концерна Siemens выпускает надёжную радиальную газотурбинную систему KG2-3E с электрической мощностью 1,8 МВт и электрическим КПД 16%. Двигатель KG2-3E имеет все одну жаровую трубу, степень повышения давления в его компрессоре – 4,5. Система следующего поколения KG2-3G характеризуется более высоким электрическим КПД (26%) и пониженными выбросами NO<sub>x</sub> и CO, достигнутыми благодаря внедрению специальной технологии дополнительного окисления. Степень повышения давления в компрессоре – 7, количество жаровых труб

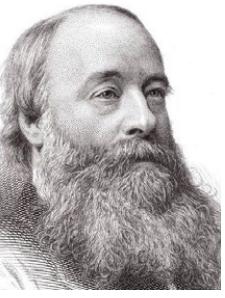
\*\*

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

Алексей БАТЫРЬ

# [Дж]

## О ВЕЛИКОМ УЧЁНОМ, СВЯЗАВШЕМ ЭНЕРГИЮ С РАБОТОЙ



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

### СЫН ПИВОВАРА

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

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

В 1837 г., в 19 лет, Джоуль увлёкся изучением электричества и начал проводить свои первые самостоятельные опыты на отцовской пивоварне. Его привлекала идея замены паровых двигателей электромагнитными и сопровождающих их тепловых явлений. Для своих экспериментов Джеймс создал специальные термометры, которые обеспечивали точность до 1/200 градуса. Это позволило ему углубиться в изучение тепловых эффектов тока.

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

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

### ЭНЕРГИЯ = РАБОТА

Прохладный приём его работы не охладил пыл молодого исследователя. Джоуль мечтал совершить большое открытие

и внести свой личный вклад в развитие науки. Несмотря на то, что большую часть времени Джоуль был занят на пивоварне, по ночам он продолжал проводить опыты, постепенно усложняя и развивая их.

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

Позже Джоуль заменил ртуть водой и получил тот же результат. Наконец, вместо сопротивления лопаточку с водой и ртутью исследовал в калориметре трение двух металлических деталей. Измерения дали ту же величину, которая была названа «механическим эквивалентом теплоты».

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

### ПОМОЩЬ ДРУГА

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

В 1837 г., в 19 лет, Джоуль увлёкся изучением электричества и начал проводить свои первые самостоятельные опыты на отцовской пивоварне. Его привлекала идея замены паровых двигателей электромагнитными и сопровождающих их тепловых явлений. Для своих экспериментов Джеймс создал специальные термометры, которые обеспечивали точность до 1/200 градуса. Это позволило ему углубиться в изучение тепловых эффектов тока.

Схема установки Джоуля, на которой он исследовала преобразование механической энергии в тепловую

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

Учёные познакомились в 1847 г., когда Джоуль представил Британской научной ассоциации свой четырёхтый до-

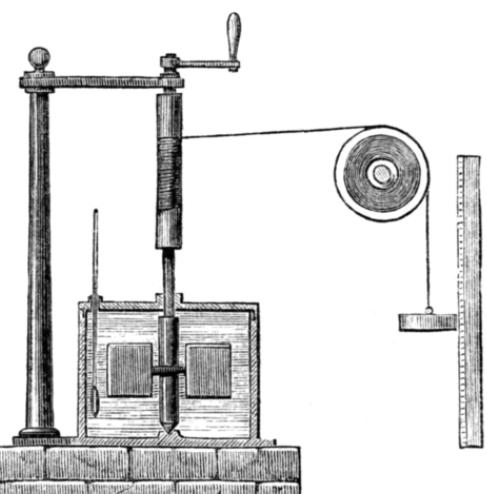


Схема установки Джоуля, на которой он исследовала преобразование механической энергии в тепловую

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

Выступление было встречено учёными мужами со склокой и недоверием. Однако, к счастью, в зале находился Уильям Томсон, который был восхищён тем, что говорил Джоуль, и начал задавать много вопросов, спровоцировав жаркие дебаты. Правда, Томсон полагал, что Джоуль может быть и неправ.

В письме к брату после собрания Томсон писал: «Я посыпала работы Джоуля, которые тебе поразят. У меня было недостаточно времени, чтобы подробно в них разобраться. Мне кажется, что там пока ещё много изъян».

Томсон, как и обещал, тщательно проанализировал работу и, признав её правильность, стал верным союзником Джоуля на долгие годы.

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

### ПРИЗНАНИЕ

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

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

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

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

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

Анна Марченко,  
руководитель группы наблюдений  
за ГТС ООО «ЛУКОЙЛ-Экзогенеро»

# Питание по старинке

## КАК ЗА ПЯТЬ ШАГОВ ДОПОЛНИТЬ ЭЛЕКТРОННЫЙ КОНСТРУКТОР УДОБНЫМ ИСТОЧНИКОМ НАПРЯЖЕНИЯ

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

Можно использовать варианты питания схем, например, составить из батареек и аккумулятора двухполарный источник ±3 В.

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

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

Контактная колодка в видеокамере оказалась распаяна на печатной плате с жёстким экраном. Мы не стали отпайивать

колодку от платы (выяснилось, что аккумулятор очень удобно ложится на этот экран), просто перерезали на ней лишние печатные проводники.

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

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

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

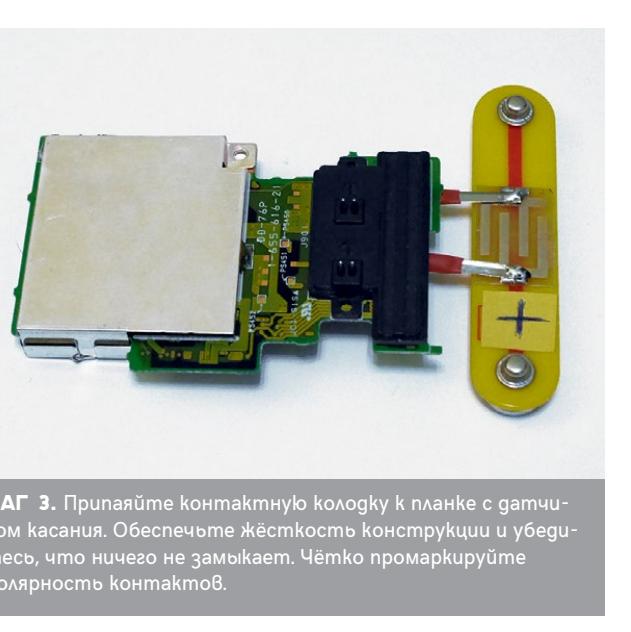
Итак, приступим!



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



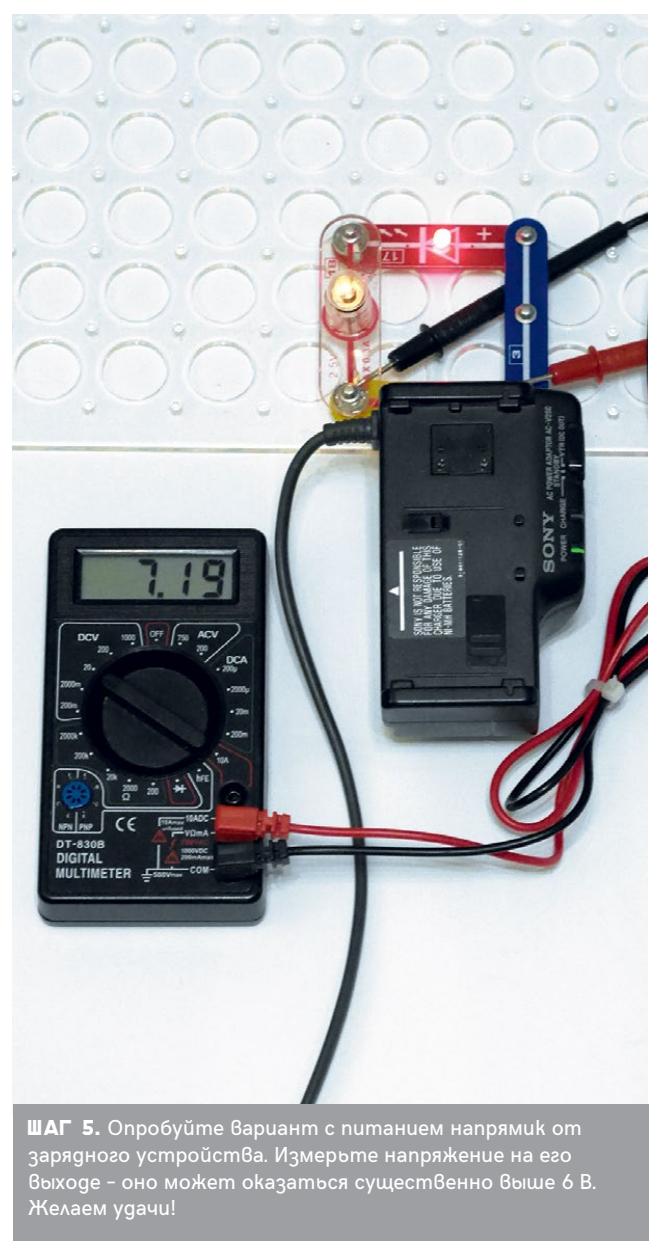
**ШАГ 2.** Поставьте аккумулятор заряжаться, а из камеры извлеките колодку с пружинными контактами. Если вам жаль разбирать камеру, изготовьте аналогичную колодку самостоятельно.



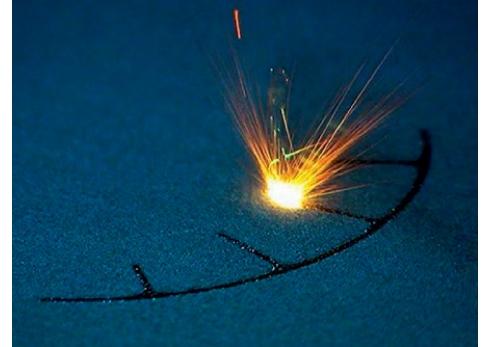
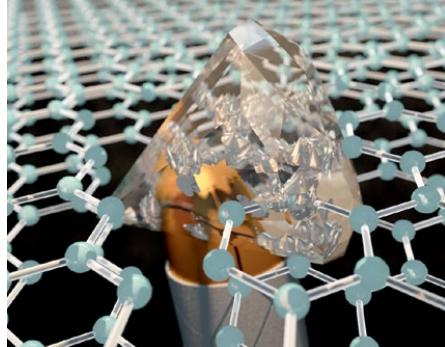
**ШАГ 3.** Припаяйте контактную колодку к планке с датчиком касания. Обеспечьте жёсткость конструкции и убедитесь, что ничего не замыкает. Чётко промаркируйте полярность контактов.



**ШАГ 4.** Пробуйте полученную конструкцию на какой-либо простейшей электрической схеме. Фиксирующее устройство для аккумулятора не нужно – он прижимается собственным весом.



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



## ЖИВОЙ СВЕТИЛЬНИК

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

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

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

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

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

## ДА БУДЕТ ГАЗ!

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

Университет Чикаго провёл селекцию бактерий, которые стали производить большие молекулы газа на каждые 100 молекул CO<sub>2</sub>. «Я не устаю поражаться тому, что эти бактерии normally размножаются и производят метан в столь жёстких условиях», – отмечает микробиолог NREL Нэнси Доу.

Структуру называли диаменом. Компьютерные расчёты точно совпали с результатами опытов. Любопытно, что при наложении биореактора усовершенствован – он работает при удвоенном внутреннем давлении (17 атм), что помогает растворению газов в воде, где они становятся доступными бактериям. Биореактор получает водород от 250-киловаттного электролизёра. Получаемый газ накапливается в баллонах под давлением до 850 атм.

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

«LVDC – это действительно умная сеть.

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

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

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

## ВСТРЕЧАЙТЕ ДИАМЕН

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

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

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

По замыслу Роберта Филкинса, новые 3D-принтеры будут оснащены гибко управляемыми лазерными системами, которые при печати сплошных объёмов будут засечивать сразу широкий участок порошковой смеси. Изготовленная тестовая модель генератора мощностью 180 кВт оснащена двухметровым алюминиевым ротором. Её статор разделён на 12 секций, каждая из которых снабжена своим инвертором. Напряжённость магнитного поля в пяти миллиметровом зазоре достигает 0,82 Т. В окончательном 10-мегаваттном варианте генератора намечено применить 48 секций, что позволит, соединив инверторы последовательно, подключить ветроустановку напрямую к сети среднего напряжения. Кроме того, разработчики рассчитывают демпфировать вибрации вала, меняя электрические нагрузки на катушки отдельных секций статора. Зазор будет иметь ширину 15 мм, что совсем немного для ротора диаметром 15 м.

Прототип генератора уже прошёл проверку на стенде, показав хорошую управляемость, отличное качество генерируемого

напряжения, высокие эффективность и способность подавлять вибрации. Вместо лопастей при тестировании был использован электропривод с редуктором.

На

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

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

## ЛАМИНАРНЫЙ ТОК

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

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

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

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

## ГЕЛИОТЭЦ

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

GTI уже созданы два пятикиловаттных прототипа. В первом из них на теплоприёмнике имеется дополнительное зеркало, которое ещё сильнее концентрирует световой поток для того, чтобы нагреть теплоноситель до температуры 650 °C. Во втором прототипе организовано разделение солнечного света спектру для нагрева жидкости до 600 °C и параллельной генерации электроэнергии. ЧПП уже созданы два пятикиловаттных прототипа. В первом из них на теплоприёмнике имеется дополнительное зеркало, которое ещё сильнее концентрирует световой поток для нагрева жидкости до 650 °C. Во втором прототипе организовано разделение солнечного света спектру для нагрева жидкости до 600 °C и параллельной генерации электроэнергии.

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

## СВЕТ БЕЗ ПРОВОДОВ

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

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

# ПОЗИТИВНЫЙ НАСТРОЙ

## ЭНЕРГЕТИКИ «ЛУКОЙЛА» О СЕБЕ И СВОЕЙ РАБОТЕ

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

### «К будущим победам»

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

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

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

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

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

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

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

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

Рутину мы стараемся передавать программам. И я благодарна руководителям нашего общества и коллегам, которые поддерживали меня и всячески помогали, когда я готовила работу «Автоматизация управленческой

отчётности планово-экономической группы ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» с использованием стандартных программных продуктов. Этот труд в 2017 г. занял I место на XIII Конкурсе ПАО «ЛУКОЙЛ» на лучшую научно-техническую разработку молодых учёных и специалистов по направлению «Экономика, планирование и инвестиции». Главное, на мой взгляд, – это внедрение результатов работы и получение положительного эффекта. Было приятно, что разработку оценили на столь высоком уровне, как ПАО «ЛУКОЙЛ».

### «Отличный союз»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# ПРОТИВОСТОЯНИЕ

## В КАКИХ УСЛОВИЯХ ИДЁТ РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЧЁТЧИКОВ

0 0 0 0 0

1 1 1 1 1

**П**одобно тому, как военные специалисты пытаются технически

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

### ПРОСТО МАГНЕТИЗМ

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

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

Дополненная реальность [http://orsoft.ru/dop\\_real/](http://orsoft.ru/dop_real/)

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

Поларисано в печать 11.01.2018 г.

Цена договорная

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

Мнения авторов статей не всегда отражают позиции редакции

При перепечатке ссылка на газету «Энерговектор» обязательна

Дизайн-макет: Максим Родионов

Иллюстрация на первой полосе: Г. Курченко

шечников путём установки небольшой печатной платы с приемником ИК- или радиосигналов. Такие решения рекламируются как счётчики с пультом. В случае радиоканала обещают радиус управления до 50 м, что позволяет отключить «экономичный» режим с появлением инспекторов. Конечно, подобные разработки – это уже не чудства отдельных чрезмерно креативных личностей, а коллективная преступная деятельность. Вместе с услугами по «доработке» счётчиков организованные мошенники предлагают наклейки, маскирующие вмешательство, пломбирование «как на завод-изготовителе» и другие противозаконные действия.

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

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

В некоторых случаях ушлые потребители находят нетривиальные ходы. Так, один из электронных счётчиков Нижегородского научно-производственного объединения им. М. В. Фрунзе, как оказалось, можно остановить, с силой нажимая на его ЖК-индикатор. Если дать это аккуратно, корпус и сам индикатор прогибаются, но не ломаются, а шестерёнка внутри прибора не останавливается. Такой же ход применяется для счётчиков с циферблатом, одно из которых снято с панели и повернуто на 180°. В результате счётчик либо обнулит, либо полностью выйдет из строя – как повезёт. Если ударить электронику по электронному табло, оно заплытёт чёрным и счётчик точно нужно будет менять.

Другой вариант предусматривает температурное воздействие: «Испортить электронный или электромеханический электросчётчик довольно легко, нагревая его до температур 70–90 °C. Добиться этого можно, обдувая прибор горячим воздухом из мощного калорифера



Анна ХОЛОДОВА  
(ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)



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

Опять зовёт  
просторов ширь  
С любовью –  
в Западную Сибирь.



НЕФТЯНИК  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА