Февраль 2018 г.

ЛУКОЙЛ

ЭНЕРГОВЕКТОР

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

Спецзадачи для турбин 6

Как поставить ветряк 7

Оптика на проводе 8

Гирлянды энергии 10

СОБЫТИЯ

Солнечный актив

Президент ПАО «ЛУКОЙЛ» Вагит Алекперов и губернатор Волгоградской области Андрей Бочаров 1 февраля 2018 г. включили символический рубильник, дав официальный старт работе солнечной электростанции на территории Волгоградского НПЗ.

Мощность электростанции – 10 МВт, расчётная годовая выработка – 12 млн кВт·ч. Энергообъект размещён на незадействованных в производстве земельных участках предприятия.

Проект по строительству электростанции реализован в рамках договора о предоставлении мощности – инструмента, который Российское государство использует для поддержки возобновляемых источников энергии.

Развивая возобновляемую энергетику, компания «ЛУКОЙЛ» диверсифицирует свой бизнес и снижает воздействие на окружающую среду. На сегодня в портфеле генерирующих активов на базе ВИЭ у «ЛУКОЙЛа» также имеются четыре ГЭС общей мощностью около 300 МВт на Юге России, ветропарк Land Power мощностью 84 МВт в Румынии и две солнечные электростанции, расположенные на площадках НПЗ в Румынии и в Болгарии.

«Мы уже обсуждаем строительство второй очереди солнечной электростанции в Волгограде, а на Саратовском заводе готовится площадка под солнечную электростанцию мощностью 20 МВт», – отметил президент ПАО «ЛУКОЙЛ» Вагит Алекперов.

Мы вместе

ПАО «ЛУКОЙЛ» первым из российских компаний вошло в состав Европейской ассоциации по вопросам социальной ответственности бизнеса, объединяющей около 11 тыс. предприятий Европы.

Присоединившись к ассоциации, «ЛУКОЙЛ» подтверждает свою приверженность принципам Глобального договора Организации Объединённых Наций в области прав человека, трудовых отношений, охраны окружающей среды, которые способствуют усилению социальной ответственности бизнеса и устойчивому экономическому росту.

«Мы очень рады стать частью ассоциации и с удовольствием присоединимся к обсуждениям актуальных вопросов и обмену лучшими практиками на столь высоком уровне», – отметил начальник Департамента общественных связей ПАО «ЛУКОЙЛ» Глеб Овсянников.

«220», на старт!

Сотрудники Западно-Сибирского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» рассмешили жителей Урая. Энергетики выступили на Открытом городском фестивале КВН среди команд работающей и студенческой молодёжи «Серебряная Сури». В весёлом поединке среди десяти команд дебютировала команда «220». Работники Сервисного центра «Урайэнергонефть» – электромонтёры, мастер, оператор пульта, экономист и секретарь руководителя – показали неординарные шутки, сделав ставку на тонкий юмор.

Капитан команды «220» Евгений Гришин отметил, что времени на подготовку было катастрофически мало. *«Конечно, мы волновались. Нам помогло то, что все мы в той или иной степени артисты, имеем опыт выступлений,* – рассказал он. – *Так, Светлана Опарина четыре сезона подряд участвовала в фестивалях КВН. Другое дело, что придумать шутку несложно, сложно обыграть её так, чтобы над ней смеялись все»*.

Темой для креатива в этот раз были новогодние чудеса. И уже при приветствии публики энергетики показали, что готовы составить серьёзную конкуренцию соперникам. Постановка энергетиков о том, как Пётр I придумывал Новый год, рассмешила даже самых «непробиваемых» зрителей. А в музыкальном номере «Мы не верим в Деда Мороза» команда «220» использовала смешные моменты, подмеченные на рабочих местах.

«Готовились к конкурсу в сумасшедшем темпе. Сценарий мы отработали буквально за 10 дней, песня окончательно родилась накануне выступления. Удивительно, но шутки, которые казались нам самыми удачными, публика восприняла спокойно, а те, что, на наш взгляд, были средними, пошли на "ура"», – поделилась Светлана Опарина.

По результатам двух номеров весёлые западносибирские энергетики заняли четвёртое место и были отмечены специальным призом жюри, в состав которого вошли специалисты окружного департамента образования и молодёжной политики, руководители муниципальных учреждений. Как говорится, новичкам везёт. Ребята поднабрали опыта и теперь очень хотят победить. Подготовка к следующей игре КВН уже началась.

Заряд из «Лаго-Наки»

Команда Краснодарской ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» приняла участие в XVI Зимней Спартакиаде работников ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт». На горной турбазе «Лаго-Наки» в одноимённом посёлке собрались более ста лукойловцев, чтобы пройти ряд шутливых спортивных состязаний, отдохнуть, пообщаться, зарядиться энергией и хорошим настроением.

Программа состязаний включала скоростной лыжный спуск, бобслей (на надувных подушках), скоростной спуск на сноубордах, эстафету и зрелищный творческий конкурс по лепке снежных фигур на тему «Мы – "ЛУКОЙЛ"». Команда ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» участвовала в подобных соревнованиях впервые и заняла первое место в соревнованиях по бобслею, а также очень достойно выступила в скоростном спуске сноубордистов и эстафете, завоевав третьи места. В общекомандном зачёте среди девяти команд-участников краснодарские энергетики вышли на пятое место.

Легенда рядом

На Волжской ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» в честь 55-летия теплоэлектроцентрали установлена памятная доска строителям и первому коллективу ТЭЦ. Надпись на доске гласит: *«22 декабря 1962 г. введён в эксплуатацию первый турбоагрегат Волжской ТЭЦ – в соответствии с постановлением Совета Министров СССР № 1346 от 11 декабря 1958 г. с целью развития г. Волжского и его промышленности»*.

Примечательно, что строительством Волжской теплоэлектроцентрали и её работой в первые годы после пуска в эксплуатацию руководила женщина – Зоя Завадская. С тех пор прошло более полувека, историческая информации сохранилось мало, но среди ветеранов станции есть очевидцы событий тех лет. *«Проходит мимо меня женщина, потом замечает, что я стою возле кабинета и ничем не занят, и давай меня отчитывать! Мне стыдно, и я понять не могу, кто она и почему так ругается. Тогда мне это показалось странным, а теперь я горжусь тем, как я впервые встретился с Зоей Фёдоровной»*, – рассказывает Александр Рожнов, один из первых работников Волжской ТЭЦ.

Синергия партнёрства

Пять лет назад компания «ЛУКОЙЛ» и Астраханский государственный технический университет (АГТУ) заключили соглашение о сотрудничестве в сферах подготовки специалистов, проведения научно-исследовательских работ и улучшения материально-технической базы университета. На основе этого документа кафедра «Теплоэнергетика» и ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» подписали соглашение о стратегическом партнёрстве.

Сегодня, по прошествии пяти лет, можно подвести некоторые итоги, заключив, что сотрудничество идёт успешно и обе стороны им довольны. АГТУ регулярно направляет на электростанции ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» студентов для прохождения практики и содействует в подборе наиболее одарённых студентов с целью трудоустройства после окончания вуза. Энергетики «ЛУКОЙЛа», со своей стороны, участвуют в разработке учебных планов и программ повышения квалификации своих работников, привлекают специалистов университета к выполнению НИОКР, направляют руководителей и инженерно-технический персонал на университетские курсы повышения квалификации и переподготовки. На базе энергетического предприятия проходят совместные научно-технические конференции (см. фото).

Год назад в АГТУ в результате внутренней реорганизации была образована кафедра «Теплоэнергетика и холодильные машины». Сегодня она является базовой для ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго». Тем временем на астраханских ПГУ «ЛУКОЙЛа» организовано производство холода для повышения мощности газовых турбин в жаркое время года.

АэроЛЭП

Учёные из Томского университета систем управления и радиоэлектроники разрабатывают систему подзарядки беспилотных летательных аппаратов от воздушных линий электропередачи.

Предложено на опорах линий электропередачи размещать специальные зарядные площадки, на которых будут смонтированы средства беспроводной передачи энергии. Разработка позволит задействовать дроны для мониторинга сельхозугодий, противопожарного наблюдения, контроля за дорогами в городе, картографирования, доставки товаров и т. д.

Катализатор добычи

В нефтешахтном управлении «Яреганефть» введён в промышленную эксплуатацию четвёртый пусковой комплекс парогенераторных установок (ПГУ) «Лыаель». Производительность производственного узла из четырёх ПГУ, который занимает площадь 6,3 га, достигла 400 т пара в час. Строительство парогенераторных установок шло с середины 2015 г. по декабрь 2017 г.

Ярега отличается аномально высокой вязкостью «чёрного золота», что затрудняет его извлечение из недр. Для разработки Лыаельской площади Ярегского нефтяного месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» использует парогравитационный дренаж – метод нефтедобычи, который предусматривает встречное горизонтально направленное бурение добывающих и нагнетательных скважин и тепловое воздействие на пласт. Нефтяной пласт разогревается паром, после чего нефтесодержащая жидкость насосами выкачивается на поверхность.

На площадке ПГУ «Лыаель», кроме самих парогенераторных установок, располагаются дренажные ёмкости, резервуары запаса воды, газораспределительный пункт, трансформаторные подстанции, блоки химической водоочистки, технологические эстакады и подземные инженерные сети, кабельные эстакады энергоснабжения, сетей связи, пожарной и охранной сигнализации общей протяжённостью около 40 км и другие вспомогательные сооружения.

Для производства пара используется вода из открытых водохранилищ нефтешахт № 1 и № 3, подготовленная в блоках химической очистки. Кроме того, выведена на полную мощность установка подготовки воды ВПУ-700, запущенная в ноябре 2016 г. (см. «Энерговектор», № 12/2014, с. 2). От неё до ПГУ «Лыаель» проложен трубопровод протяжённостью более 16 км. Прежде чем попасть в парогенераторы, вода нагревается в экономайзерах за счёт тепла отходящих дымовых газов.

Парогенераторные установки работают постоянно с небольшими перерывами на планово-предупредительные ремонты. Работы по контролю и поддержанию технологических процессов на ПГУ обеспечивает оперативный персонал Сервисного центра «Ярегаэнергонефть» Усинского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Вопрос назрел

Энергетический центр «Сколково» провёл исследование рынка теплоснабжения и пришёл к тревожному выводу. Если Правительство РФ не примет обширную программу модернизации тепловых электростанций, отпуск тепловой энергии с крупных ТЭЦ к 2035 г. может сократиться на треть по отношению к 2016 г. Это значит, что тепло (а оно в любом случае потребуется) будет во всё большем объёме вырабатываться в котельных, которые менее эффективно используют энергию сжигаемого топлива, чем теплоэлектроцентрали. Экономике России будет нанесён значительный ущерб.

«В случае если эти мощности будут выводиться из эксплуатации, то есть не произойдёт их обновления, отпуск тепловой энергии от действующих ТЭЦ снизится относительно 2016 г. на 26% к 2025 г. и на 30% к 2035 г.», – отмечается в исследовании центра. Институт энергетических исследований РАН оценивает предельную потребность во вводимых теплогенерирующих мощностях к 2035 г. в 54–66 ГВт.

В начале января на совещании у Президента РФ Владимира Путина было принято решение о запуске программы модернизации тепловой генерации. Предполагается, что проекты модернизации будут отбираться на конкурсной основе. Министерство энергетики уже опубликовало свои предложения по критериям их отбора. Между тем Сообщество потребителей энергии считает, что тепловые генерирующие компании должны модернизировать свои станции без каких бы то ни было доплат, за счёт прибыли, которая образуется при продаже электроэнергии на оптовом рынке и тепловой энергии на рынках теплоснабжения. При этом темп обновления должен составлять порядка 3 ГВт в год.

Тем временем Правительством РФ принято решение о строительстве мусоросжигательных заводов. Возможно, это не самый оптимальный вариант. Директор по развитию высокотехнологичных активов Группы компаний «Ренова» Михаил Лифшиц напоминает, что в Дании большинство мусороперерабатывающих заводов представляют собой переоборудованные старые электростанции. Их выгодно использовать – не нужно строить новую инфраструктуру.

В сердце храним

Ежегодно 2 февраля коллективы волгоградских предприятий Группы «ЛУКОЙЛ» отдают дань памяти героям, павшим смертью храбрых в боях за Сталинград. В этом году памятные мероприятия были посвящены 75-летию победы в Сталинградской битве.

Власти Волгограда придали улицам города историко-патриотический колорит. Особую атмосферу подчёркивали георгиевские ленточки, баннеры, флаги, девушки-регулировщицы в форме военных лет, а также любимые песни ветеранов, звучавшие в общественном транспорте.

По традиции работники предприятий компании возложили венки к Вечному огню на площади Павших борцов Волгограда и на Мамаевом кургане. В делегацию Волгоградского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» вошли представители администрации, профсоюзного комитета и Совета молодых специалистов.

«Сегодня особый день, и мы встречаемся в особенном месте. Здесь, на главной высоте России, шли самые ожесточённые бои за Сталинград. На берегах Волги вершилась история нашей страны, – говорит начальник управления Сергей Соболев. – *Подвиг Сталинграда отпечатался в сердце каждого. Мы должны хранить и передавать из поколения в поколение память о трагических событиях, происходивших здесь 75 лет назад»*.

«Хранить память о подвиге защитников Сталинграда – наш священный долг перед старшим поколением, – отмечает Александр Бутко, первый заместитель начальника управления – главный инженер. – *Стойкость, мужество, любовь к Отечеству всегда будут служить для нас высокими нравственными ориентирами»*.

«Молодое поколение знает о войне немного. Даже книги и фильмы не способны передать те ужас и кошмар, которые пережили ветераны Великой Отечественной войны, – отмечает Максим Деркач, заместитель начальника управления по персоналу и общим вопросам. – *Превозмогая голод и невзгоды, бойцы трудового фронта, взрослые и дети, не покладая рук, не щадя своих сил, работали для Победы. Мы должны благодарить ветеранов за каждый прожитый день, за счастье жить и трудиться в свободной стране»*.

В восторге от ПГУ

Энергетика, как базовая отрасль промышленности, растёт вместе с городами, сёлами и промышленными предприятиями, преображаясь благодаря новым технологиям. Также энергетика «молодеет» – всё больше энергокомпаний сегодня делают ставку на молодых специалистов, которые привносят свежие идеи в развитие отрасли.

Заботясь о пополнении своего кадрового резерва, общество «ЛУКОЙЛ-Ставропольэнерго» целенаправленно занимается профориентацией школьников. 29 января 2018 г. на Будённовской ПГУ ТЭС была проведена экскурсия для детей сотрудников предприятия. Экскурсия прежде всего должна была показать старшеклассникам, которым уже пора выбирать будущую профессию, насколько важно, интересно и увлекательно быть энергетиком, что энергетик – это перспективная профессия, которая очень уважаема и востребована.

Дети проявили удивление и восторг уже на вводном инструктаже перед входом на станцию. Далее, пройдя по центральной аллее, ребята направились к загадочной вентиляторной градирне, затем осмотрели циркуляционную насосную и вошли в здание водоподготовительной установки. Примерно за час дети успели также осмотреть различные контейнеры с общестанционными вспомогательными установками, побывали в машинном зале возле паровой турбины и увидели «мозг» электростанции – блочный щит управления.

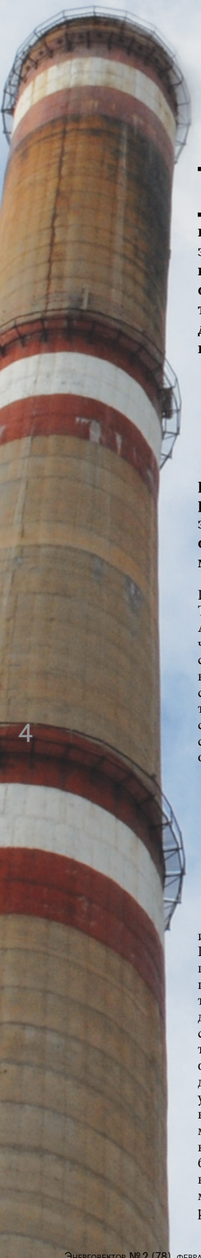
По ходу экскурсии школьникам в общих чертах понятным языком рассказали о том, как вырабатывают тепловая и электрическая энергия, происходят очистка воды и другие основные производственные процессы. В заключение юные экскурсанты получили памятные дипломы. Благодарили сотрудников станции, не скрывая возникшего интереса: *«Очень понравилось! Но времени было мало, хотелось бы ещё разочек...»*

Ещё миллиард

Исторически накопленная добыча нефти ПАО «ЛУКОЙЛ» на территории России превысила 2 млрд т. На протяжении последних 14 лет ежегодные объёмы производства нефти на российских месторождения компании не опускаются ниже 80 млн т в год. **Эв**

Через майнинг к модернизации

Есть ли у старых паросиловых энергоблоков цифровые перспективы?



В январе деловая пресса опубликовала информацию о том, что российские инвесторы начали покупать электростанции для майнинга криптовалют. Энергетическое сообщество загудело, как растревоженный улей. Ещё бы, подобное известие меняет само представление о том, что можно делать со старыми неэффективными энергоблоками. Вполне может оказаться, что оборудование, которое в рамках имеющейся Единой энергосистемы приносит лишь убытки, будет рентабельным в инфраструктуре быстро растущей цифровой экономики. Как говорит английская пословица, «Прилив поднимает все лодки».

Пока что речь идёт о двух небольших ТЭС, которые пермский бизнесмен Алексей Колесник приобрёл у энергетической компании «Т Плюс». По словам специалистов, удельные расходы топлива на купленных Колесником Сарапульской ТЭЦ и Кизёловской ГРЭС в полтора раза выше, чем в среднем в российской энергосистеме. Тем не менее, стоимость электроэнергии для центра обработки данных (ЦОД) или майнинговой фермы, если их разместить при названных станциях, будет примерно на 40% ниже розничных цен для местных потребителей.

Копайте ребята, копайте!

В нашей стране существуют ЦОДы разных видов, размеров и мощностей, но их владельцы до недавних пор обходились имеющейся электросетевой инфраструктурой. Что же изменилось? Появилась актуальная задача майнинга, то есть обслуживания блокчейна для поддержки криптовалют. Напомним читателям, что майнинг (от англ. mining – добыча полезных ископаемых) в данном случае означает интенсивную вычислительную работу по записи, криптографической верификации транзакций и достижению консенсуса между всеми участниками распределённой блокчейновой сети. В переводе на обыденный язык, майнинговая ферма хранит и постоянно проверяет огромную распределённую бухгалтерскую книгу, где записываются все без исключения операции, совершаемые с конкретной криптовалютой. За эту работу майнеры получают часть эмитируемых в блокчейне криптографических денег. Также им поступают комиссионные за обеспечение транзакций.

Важная задача майнеров, кроме надёжного сохранения информации, – не допустить двойных и тройных трат, то есть таких ситуаций, когда одни и те же средства одновременно направляются на разные цели. Подобные случаи естественным образом возникают, если, например, несколько лиц по взаимному согласию пользуются одним и тем же криптокошельком. Между тем, в отсутствие единого расчётного или клирингового центра задача исключения кратных трат (то есть корректного достижения консенсуса между узлами блокчейновой сети) решается нетривиальным образом.

Лучше, чем биржа

Использовать мощные ЦОДы, размещённые при электростанциях, для автоматической биржевой торговли в нашей стране смысла нет, поскольку такие торговые системы должны быть физически приближены к биржевым площадкам. Чем меньше задержки, тем лучше – счёт идёт на микросекунды. Недаром крупные американские брокеры в Нью-Йорке арендуют здания прямо по соседству с биржами, минимизируя задержки в получении оперативной информации. В случае же блокчейна требуется лишь быстрый Интернет-канал, а физическое расстояние не имеет значения, поскольку все компьютеры в блокчейновой сети точно синхронизируются через Интернет по атомным часам. Гораздо важнее иметь под боком дешёвый источник электроэнергии.

«Кто здесь крайний?»

Если же говорить о цепочках денежных расчётов, то в них энергетики находятся на последнем месте. Сначала деньги, эмитированные в банковской системе, проходя через десятки и сотни «рук», так или иначе доходят до потребителей. После того, как электроэнергия и тепло были выработаны и потреблены, деньги в течение месяца-другого через ряд посредников приходят на энергопредприятия. Мало того, что посредники «отъедают» десятки процентов, а часть средств пропадает в долговой дыре, против энергетиков работает инфляция – топливо и всевозможные материалы для ремонта и эксплуатации станций и сетей нужно приобрести заранее, причём оборудование следует подготовить к сезону пиковых нагрузок за пару месяцев до его наступления.

В случае же майнинговой фермы при электростанции денежная цепочка кардинально сокращается. Когда ферма работает, в её криптовалютных кошельках регулярно появляются свежеэмитированные криптомонетки (биткойны, эфиры, лайткойны, монеро…), которые через обменный пункт в Интернете тут же преобразуются в декретные рубли, официально принятые к обращению на территории РФ. Подобный обмен можно проводить хоть каждый час. Ещё одна транзакция – и деньги у энергетиков на электростанции. Отрадно отметить, что в законопроекте, который рассматривался на момент подготовки этой статьи, майнинг отнесён к предпринимательской деятельности.

Благородное дело

Было бы неправильно оценивать майнинг лишь по его названию, то есть как добычу криптоденег, сходную с работой шахтёра. Майнинг требует немалых интеллектуальных ресурсов. Так, системные администраторы должны постоянно обновлять и перенастраивать программное обеспечение, восстанавливать работу сбойных компьютеров в рамках майнинговой фермы. Кроме того, они сталкиваются с серьёзной проблемой – быстрым увеличением интенсивности вычислений, требуемых для добычи каждой криптомонеты. Впрочем, здесь есть возможности для манёвра. Если, скажем, майнинг биткойна стал невыгоден, можно попробовать перейти на лайткойн или скайкойн, на сибирский червонец, в конце концов. Можно поменять компьютерное оборудование на более новое и энергоэффективное. В <u>июньском номере «Энерговектора» за 2015 г.</u> подробно описано, как и за счёт чего растёт энергетическая эффективность современных вычислительных систем.

Некоторые государственные чиновники и особенно руководители ЦБ могут считать сами криптовалюты страшным злом (программные деньги составляют конкуренцию деньгам декретным), но не станут отрицать, что майнинг криптовалют – дело полезное и очень важное для державы. Ведь «электронные старатели» не сидят на полученных криптомонетах, а сразу продают их, возвращая средства из криптосферы в привычную всем нам финансовую систему и тем самым повышают спрос на национальную валюту. Кроме того, майнинг вносит вклад в торговый баланс и/или баланс счёта текущих операций страны (в зависимости от того, чем считать криптовалюты – цифровым активом или деньгами). Попросту говоря, если российские майнеры не заработают биткойны и лайткойны, то их заработают зарубежные майнеры – криптовалюты границ не знают.

В октябре 2017 г. Президент РФ Владимир Путин поручил Правительству и ЦБ обеспечить внесение в законодательство изменений, направленных на регулирование криптовалютной отрасли. Ведомства включились в работу. Так что «лёд тронулся». Обещаем держать читателя в курсе событий.

* * *

Мы видим, что целый ряд благоприятных факторов, складываясь, образует многообещающий потенциал для нового вида бизнеса. Если за криптовалютами будущее (а именно так считают глава Сбербанка Герман Греф и другие эксперты, всерьёз разобравшиеся в вопросе), эксплуатация устаревшей электростанции ради питания майнинговой фермы наверняка окажется намного более выгодной, чем работа той же электростанции на ОРЭМ. А там, глядишь, найдутся и средства на модернизацию энергетического оборудования.

Иван РОГОЖКИН

Закон сохранения денег

Отношение людей к криптовалютам сильно разнится. Одни радостно голосуют за программные деньги обеими руками, а другие – презрительно кривят губы, напоминая о пирамиде МММ и доказывая, что, с математической точки зрения, биткойн обязательно рухнет. Понятно, что деревья не растут до неба и что у криптовалютных котировок есть естественные ограничители роста, такие, например, как население Земли.

Также ясно, что на инфраструктуре блокчейна в какой-то момент скажется быстро растущее энергопотребление сети, требуемой для поддержания транзакций. Закон сохранения энергии не даст соврать… Или не даст сказать правду? Физики и астрономы, которые опираются на этот закон, уже 20 лет никак не могут объяснить, за счёт чего Вселенная не просто расширяется, а расширяется с ускорением. Откуда притекает громадная энергия?

Тем временем к самому блокчейну отношение преимущественно положительное. И если расчёты за электроэнергию были бы переведены в блокчейн, было бы легче выяснять, куда деваются деньги потребителей, которые в итоге не доходят до энергетических компаний.

На пороге трансформации

Грядёт конвергенция энергетики и информационно-коммуникационных технологий

Внедряя информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), энергетические компании собираются создавать умные энергосети – а они, в свою очередь, должны кардинально повысить эффективность процессов производства и потребления электроэнергии.

Первый ключевой шаг к превращению традиционных энергосетей в умные – это их оснащение умными приборами учёта и современной учётной инфраструктурой (УИ). Умные счётчики позволяют энергокомпаниям «прийти» в дома и квартиры потребителей, как это уже сделали телекоммуникационные и охранные компании.

Хотим знать всё!

Учётная инфраструктура обеспечивает двусторонний обмен информацией между умным счётчиком и энергокомпанией, используя счётчики, связанную с ними коммуникационную инфраструктуру и систему обработки данных. Большинство энергокомпаний пока эксплуатируют традиционные энергосети, в которых трудно или невозможно применить такие современные ИКТ, как широкополосная передача по силовым проводам (broadband over power line, BPL) и беспроводная передача данных. Тем самым возможности энергокомпаний по повышению надёжности и безопасности сетей, оптимизации загрузки оборудования, снижению затрат на производство энергии оказываются ограничены. Преодолеть эти ограничения призвана именно учётная инфраструктура. Конечно, УИ – лишь одно из направлений развития «интеллекта» сетей, и оно непосредственно касается потребителей.

Данные от счётчиков

Умный счётчик, передающий показания каждые 15 минут, генерирует около 400 Мбайт данных в год. Если мы возьмём энергокомпанию, имеющую УИ для миллиона потребителей, получим 400 Тбайт в год. Количество умных счётчиков в мире в 2017 г. оценивалось в 790 млн, что даёт более 300 Пбайт данных в год. И это далеко не все данные, с которыми приходится иметь дело энергокомпаниям.

И здесь вступает в дело инновационный ИТ-компонент – система обработки данных счётчиков (СОДС). СОДС накапливает и обрабатывает информацию, полученную от счётчиков. В результате её работы появляется возможность расчёта обоснованных тарифов, предсказания нагрузки и отключений. Эту же платформу используют сервисные компании для получения данных о состоянии приборов учёта. СОДС предоставляет все необходимые данные для биллинга и аналитики. Она – ключевой компонент УИ, интегрирующий новые технологии хранения и обработки данных и внедрения новых данных в существующие системы.

Поставщики СОДС обычно предлагают энергокомпаниям также аналитические системы, повышающие ценность СОДС. Используя аналитические данные, энергокомпании получают возможность предсказывать нагрузку, помогать своим клиентам, в том числе крупным предприятиям, находить наиболее экономически выгодные схемы потребления, оптимизировать эксплуатацию сетей.

Передача информации

Информация с умных счётчиков автоматически передаётся по безопасной беспроводной сети в энергокомпанию. Сначала данные посылаются в концентратор по местной или региональной сети одним из стандартных методов (см. таблицу), а затем пересылаются в информационный центр энергокомпании.

В Европе для обмена данными между умными счётчиками и концентраторами данных широко используется передача по силовым проводам (PLC). Второй по распространённости метод – связь по радио (RF). PLC доминирует и в целом по миру с рыночной долей 50%. RF занимает первое место в Северной Америке. Другие перспективные технологии – GPRS, Zigbee, WiMAX, DSL и ВОЛС. Домашние сети (HAN) позволяют счётчику собирать данные со множества различных устройств, объединённых в домашнюю сеть.

Анализируя плюсы и минусы внедрения УИ (см. врез), энергокомпании должны при планировании и выборе коммуникационных и СОДС-технологий принимать взвешенные решения. Что же касается поставщиков технологий, им, чтобы повысить свои доходы, стоит задуматься о поставках не только «железа», но и программных и сетевых средств.

УИ и умные счётчики предоставляют потребителям платформу, которая позволит им оптимизировать схемы потребления, получив доступ к данным собственных приборов учёта в реальном времени. Оперативные данные необходимы для организации программ адаптивного потребления. Со временем, чтобы улучшить эти программы, данные будут сниматься через меньшие интервалы.

Последний рубеж

Умный счётчик – это шлюз, связывающий энергокомпанию с умным домом. Множество датчиков, встроенных в бытовую технику, нагревательные и другие приборы, могут собирать информацию в реальном времени, предоставляя клиенту возможность реагировать на ценовые сигналы энергокомпании, повышая энергоэффективность своих систем.

Анализируя данные с умных счётчиков, энергетики получают возможность лучше понимать запросы своих клиентов, обнаруживать отключения, повышать эффективность эксплуатации сети (например, обнаруживать ситуации, когда в нескольких соседних домах электромобили одновременно поставлены на зарядку).

Инфраструктура связи: методы передачи данных от умных счётчиков

Метод передачи	Суть метода	Достоинства	Недостатки
Передача по силовым проводам (PLC)	Данные пересылаются по тем же линиям, что и электроэнергия	Практически бесплатен	Необходимы концентраторы, низкие скорости передачи
Пакетная передача по сотовым сетям (GPRS)	Постоянная беспроводная связь между умными счётчиками и центром управления УИ	Справляется с большими объёмами данных	Требует платной подписки у оператора мобильной связи
Текстовые сообщения (SMS)	Данные посылаются в виде SMS с помощью SIM-карты в счётчике	Более широкое покрытие, чем у GPRS	Не пригоден для передачи больших объёмов данных
Передача по радио (RF)	Связь по радиоканалу (местная или дальняя)	Низкая стоимость	Требует дополнительного оборудования
Широкополосная передача по силовым проводам (BPL)	Широкополосная PLC-передача по тем же проводам, что и электроэнергия	Очень низкая стоимость, постоянное подключение	Необходимы концентраторы и усилители сигнала
Zigbee	Беспроводная ячеистая сеть (mesh network)	Низкая стоимость	Более приспособлен для домашних сетей (HAN)

Многие крупнейшие ИТ-компании, такие как Apple и Google, уже внедряются на рынок умного дома, бросая вызов бизнес-модели энергокомпаний, которая существует более ста лет. Сбыт электроэнергии – ещё одна услуга из обширного набора, который ИТ-гиганты способны предложить потребителям. Чтобы предотвратить хаос, который принесут «киты» ИКТ на рынок умного дома, энергокомпании должны их опередить.

Алексей БАТЫРЬ

+ Преимущества УИ

- снижение операционных расходов, в частности, на оплату работников, снимающих показания счётчиков, повышение надёжности, возможность подключения клиентов к онлайн-системам;
- повышение эффективности: минимизация пиковой генерации, оптимизация управления пиковыми нагрузками. Всё это позволяет снизить эксплуатационные затраты и повысить доходы благодаря более полному использованию оборудования. Там, где производителей электроэнергии наказывают за большие выбросы углекислого газа, современная УИ поможет снизить эти выбросы;
- возможность разработки систем адаптивного потребления, позволяющих снижать его в пиковые периоды и тем самым избегать отключений;
- оптимизация генерации с помощью ВИЭ и аккумуляторов электромобилей, снижение потерь в электросетях;
- сокращение потерь от хищений энергии;
- повышение точности биллинга.

– Проблемы УИ

- взрывной рост объёмов информации требует немалых ресурсов для её хранения и обработки. Кроме того, компьютерные системы могут плохо справляться с данными большого объёма, затрудняя их анализ и последующее принятие решений;
- отсутствие стандартов на взаимодействие различных подсистем УИ. Имеющиеся технологии пока плохо совмещаются между собой. Только разработка открытых стандартов позволит энергетикам избежать «привязки» к одному поставщику ИКТ;
- актуальность решения вопросов информационной безопасности. Стандарты безопасности должны развиваться, успевая отслеживать новые угрозы. Изготовители счётчиков и коммуникационные компании могут противодействовать кибератакам, внедряя новые технологии защиты данных и протоколы безопасности. Энергокомпании должны завоевать доверие клиентов, всеми силами борясь с угрозами любого рода;
- риски применения новых технологий: ИКТ быстро меняются, и многие энергокомпании опасаются, что сегодняшние технологии скоро устареют. Например, микропроцессорный умный счётчик вряд ли прослужит 20–25 лет, как электромеханический прибор. Применяемые сегодня системы должны быть легко модернизируемыми и интегрируемыми с будущими технологиями.

Мобилизация газовых турбин

Они становятся всё более совершенными и «забиваются» в ниши

Виктор САННИКОВ

Иллюстрация: Alstom

В продолжение темы эволюции газотурбинной технологии, которую мы начали в «Энерговекторе» № 12/2015 и развили в № 5/2016, предлагаем читателю рассказ о последних тенденциях в этой области.

Эволюция газовых турбин всегда определялась динамикой рынка. Например, в прошлом десятилетии генерирующие компании по всему миру ускоренно переводили свои электростанции на природный газ. Производители газотурбинных установок (ГТУ) старались поспеть за быстро растущим спросом, строя заводы и параллельно наращивая единичную мощность и эффективность своих изделий. Удельное потребление топлива снижалось, а требования к выбросам токсичных газов, таких как оксиды азота, постоянно ужесточались.

В текущем десятилетии проявились новые тенденции. Число производителей ГТУ (особенно мощных) сократилось, рынок консолидировался. Тем временем инвестиции в новые исследования и разработки дали впечатляющие результаты.

64-процентный рубеж пал

В декабре прошлого года компания GE Power объявила, что её крупнейшая ГТУ модели 9HA была модифицирована таким образом, что КПД (здесь и далее при работе в парогазовом цикле) достиг 64%. Это случилось всего лишь через 18 месяцев после того, как в Книгу рекордов Гиннеса был записан предыдущий высочайший показатель эффективности, 62,2%, полученный на ПГУ в Бушене (Франция) энергокомпанией EDF.

Компания Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS) также достигла отметки в 64%. В 2017 г. она объявила о выпуске ГТУ M501JAC, обеспечивающей электрическую мощность 400 МВт в простом цикле и 575 МВт в парогазовом цикле. Японцы, которые ещё в 2004 г. запланировали довести эффективность турбин до 65%, планомерно движутся к этой цели.

Вокруг ГТУ

Бизнес электрогенерации сегодня не может похвастаться высокой прибыльностью, поэтому энергокомпании стремятся «выжать» максимальный эффект из ранее сделанных инвестиций. Один из способов – усовершенствовать системы управления имеющимся энергооборудованием. Французская энергокомпания ENGIE в конце осени 2017 г. подписала контракт с американской компанией Emerson на замену систем управления турбинами на Дюнкеркской ТЭЦ. Последняя включает два энергоблока мощностью 400 МВт каждый с турбинами Alstom GT13, на которых поочерёдно будут заменены автоматизированные системы управления. Новые АСУ, построенные на контроллерах Emerson Ovation, помогут сократить операционные расходы, улучшить управляемость ГТУ и упростить процедуры её обслуживания. Более того, энергокомпания ENGIE рассчитывает гибче использовать своё оборудование: сотрудники электростанции смогут сами писать программы для контроллеров Ovation в зависимости от планов по развитию производства, например, для перевода турбин на топливо другого вида.

Под напором инноваций

Ситуацию на мировом рынке газовых турбин сегодня не назовёшь благоприятной. В ноябре 2017 г. концерн Siemens объявил о консолидации трёх своих энергетических подразделений, ссылаясь на то, что производители ГТУ по всему миру имеют мощности для выпуска 400 крупных (100 МВт и более) газовых турбин, однако энергетические компании планируют покупать порядка 110 подобных турбин в год, то есть рынок вошёл в состояние высокой конкуренции. *«Электрогенерация трансформируется совершенно беспрецедентным образом, притом крайне быстро,* – отмечено в пресс-релизе Siemens от 16 ноября 2017 г. – *Возобновляемые источники энергии, быстро прирастающие по мощности, создают инновационный напор, который теснит генерацию всех остальных видов».*

Нормальный инвестиционный цикл, в котором большие вложения в исследования и разработки возвращаются за счёт роста объёмов продаж, сбился. Производители ГТУ были вынуждены искать рыночные ниши, где всё ещё можно получать более-менее приличную прибыль.

Быстрый отклик

В нише манёвренной генерации, способной быстро набирать и сбрасывать нагрузку, традиционно сильны гидравлические и газовые турбины.

1 ноября 2017 г. в Хьюстоне концерн Siemens представил новую аэродеривативную турбину SGT-A45TR (44 МВт), созданную специально для рынка распределённой генерации и решения задач по балансировке мощности ВИЭ. Модель, способная работать как на газовом, так и на жидком топливе, была разработана за 20 месяцев на основе ГТУ SGT-A65TR, появившейся на рынке ещё в конце 1990-х.

После холодного старта турбина SGT-A45TR набирает полную нагрузку всего за 9 мин. Более того, эту турбину можно на месте эксплуатации перенастраивать с 50 на 60 Гц и обратно без замены какого-либо оборудования.

Система не только манёвренна, но и мобильна: концерн предусмотрел вариант поставки SGT-A45TR в заранее собранном виде на трёх трейлерах. В первом находятся генератор и системы его смазки и охлаждения. Во втором – газовая турбина и вспомогательные системы, а в третьем – системы управления и редукторы. По данным производителя, на монтаж и ввод такого энергоблока в эксплуатацию потребуется всего 12 дней.

Подобные решения учитывают обе ключевые тенденции современной электроэнергетики, а именно: опережающий рост распределённой генерации и широкое применение нестабильных ВИЭ, которые нужно балансировать. Дополнительную выгоду приносит экономия на сетях: мобильную ГТУ можно оперативно перебросить в регион, где сегодня возник дефицит мощности, отложив строительство дорогостоящих новых линий электропередачи.

Нельзя сказать, что у манёвренных и мобильных газотурбинных энергоблоков совсем нет альтернатив. На рынке присутствуют газопоршневые агрегаты, а также появились системы накопления энергии. Последние обычно имеют контейнерное исполнение, а потому тоже могут быть оперативно переброшены в нужное место. Однако накопители не спасают в условиях дефицита электроэнергии и технологически пока ещё не столь хорошо отлажены, как ГТУ.

На промыслах

Российские производители энергетических турбин нашли для себя хорошую рыночную нишу – выпуск промысловых энергоблоков. Нефтегазовые компании сегодня выполняют требования государства по утилизации попутного нефтяного газа и одновременно повышают энергоэффективность своего производства за счёт собственной электрогенерации. Так, в Группе «ЛУКОЙЛ» на месторождениях и перерабатывающих предприятиях эксплуатируются 12 газотурбинных электростанций суммарной установленной мощностью 772 МВт. Из них самые новые построены на базе 25-мегаваттных ГТУ производства пермского ОАО «Авиадвигатель». Нефтяники отмечают хорошо отлаженный сервис российских турбин.

«Цари горы»

Мощнейшие ГТУ тем временем обретают новые качества. Для уже упомянутых турбин M501JAC компании MHPS создан набор интеллектуальных решений TOMONI, который, например, позволяет ГТУ работать при 20-процентной загрузке, не выходя за допустимые пределы по токсичным выбросам.

Компания GE Power утверждает, что обеспечила 64-процентную эффективность на турбинах серии 9HA благодаря успехам в аддитивном производстве, то есть 3D-печати. Создатели ГТУ GE 9HA, которая имеет воздушное охлаждение, сделали большой шаг вперёд после выпуска слишком конструктивно сложных и неудобных для сервиса моделей серии H с паровым охлаждением. На разработку было потрачено свыше 2 млрд долл., включая 200 млн долл. на строительство тестовой электростанции в Гринсвилле (шт. Южная Каролина).

Итальянская компания Ansaldo Energia потратила семь лет на разработку мощных ГТУ GT36. Их оригинальная особенность, помимо сниженного технологического минимума нагрузки, – это возможность выбирать режимы эксплуатации, оптимизированные для получения максимальной мощности или продлённого ресурса.

На этом прогресс не останавливается. По свежим данным GE, с помощью методов аддитивного производства выпущены новые детали для камер сгорания, в которых топливо лучше перемешивается с воздухом. Компания GE обещает обеспечить КПД 65% уже в начале 2020-х. **эв**

На Восток

Опыт строительства ветроэнергетических систем на Камчатке и прибрежных островах*

В последние годы за ветрогенерацией прочно закрепился статус одного из наиболее перспективных направлений развития энергетики. Особенно актуальным оно оказывается для «заповедных» уголков России, труднодоступных, удалённых от «Большой земли» территорий. Один из лидеров в освоении энергии ветра – Дальний Восток, на который, по мнению ряда экспертов, приходится примерно 30% ветропотенциала России. Довольно интенсивно ветрогенерация сегодня внедряется на Камчатке, где многие населённые пункты, окружённые тундрой и тайгой, изолированы от крупных объектов генерации.

Затраты – двигатель прогресса?

Для нашей компании пилотным проектом на территории Камчатского края стало строительство в 2013 г. двух ветроэнергоустановок единичной мощностью 275 кВт на острове Беринга (крупнейшего в группе Командорских островов), расположенном на стыке Берингова моря и Тихого океана. В советские времена на этом острове, в посёлке Никольском, находился крупный завод по производству пушнины и славившийся на всю страну рыбокомбинат. Однако с тех пор население посёлка сократилось в 10 раз, и в последнее время его численность редко превышает 500 человек. Местная экономика находится в упадке. Неудивительно, что доставка сюда дизельного топлива оборачивается серьёзной головной болью для администрации края и ощутимой нагрузкой для регионального бюджета. Помочь разрешить наболевшую проблему должны были ветряные установки.

На семи ветрах

Между тем суровый климат острова, как и всего региона в целом, малопригоден для строительных работ. Зима здесь продолжается девять месяцев, лето короткое – зато, как шутят местные жители, «малоснежное». Другая малопривлекательная особенность местного климата – сильные ветры, ураганы и штормы. Круглый год здесь, как, впрочем, и на побережье материковой части Камчатки, по выражению камчадалов, дуют *«семь ветров Тихого океана»*. Даже в относительно благоприятные летние месяцы скорость ветра часто достигает 8 м/с, вынуждая строителей приостанавливать работы. Зимой же нередко дуют ветры со скоростью 10–12 м/с (сила свыше 6 баллов). Так что работы при –15 °С и практически ураганном ветре на Камчатке – вполне обыденная история.

Морозы и бури

Экстремальный климат диктует жёсткие требования к оборудованию: оно должно быть адаптировано к температурным, ветровым и снеговым нагрузкам. Поэтому для проекта на острове Беринга, например, было выбрано оборудование французской компании Vergnet, специализирующейся на производстве ветромашин средней мощности для труднодоступных мест. Конкретно для нашего проекта компания впервые в своей истории разработала модель арктического исполнения, способную работать при температурах до –40 °С. В ветроустановку была встроена система подогрева электроники и применена специальная окраска лопастей.

Другой наш проект был реализован уже на материковой части Камчатки, в Усть-Камчатске. Японская компания Komai Haltec, которая поставила оборудование, также усовершенствовала имеющиеся у неё разработки, чтобы ветрогенераторы выдерживали большие перепады температур и морозы до –50 °С. Кстати, завод-изготовитель прицельно проверял ветрогенераторы на морозоустойчивость: японцы помещали гондолу внутрь специально созданного гигантского холодильника, а затем снижали температуру, контролируя работу всех систем.

Оригинальные решения

Японские производители предложили ещё одно важное усовершенствование, впоследствии значительно облегчившее работы по проектам: собранное наверху уже установленной 40-метровой башни монтажное устройство позволило без использования тяжёлых кранов поднять на высоту 40 м гондолу массой свыше 18 т и ступицу. Иначе нам пришлось бы доставлять на побережье необходимую в таких случаях грузоподъёмную технику – а это сложная логистическая задача. Кстати, практика показала, что найти на Камчатке автомобильный кран грузоподъёмностью 150–160 т вообще невозможно: такой техники на полуострове просто нет. А для транспортировки гусеничного крана из Петропавловска-Камчатского требуются 10 бортовых длинномеров, которым необходимо преодолеть 800 км сначала в одну сторону, а затем – обратно.

Оригинальная конструкция – отличительная особенность и французских ветроагрегатов Vergnet, установленных на острове Беринга. Они также «самомонтируемые»: сначала их собирали на земле, а затем – поднимали с помощью гидролебёдки. Предложенное производителями решение стало для нас настоящей находкой, поскольку доставка грузоподъёмной техники на оторванный от цивилизации остров – это нечто из области фантастики.

Ветроустановки Vergnet на о. Беринга

Острова дефицита

Следующая проблема региона – трудности с практически всеми строительными материалами: песком, щебнем, цементом, арматурой. Даже прибрежные камчатские города снабжаются очень плохо, строительная инфраструктура там слабая. На местах зачастую нет даже карьеров строительных материалов. Что уж говорить об острове Беринга! Там у нас добыча песка и щебня напоминала военную операцию. Единственный обнаруженный на острове карьер находился на расстоянии 10 км от стройплощадки, если двигаться по берегу моря. И добраться до него можно было только во время отлива. За несколько часов нам было необходимо добыть и вывезти караваном максимальное количество песка и щебня. Вывод напрашивается сам собой: всё оборудование и материалы – начиная от ветряков и заканчивая постельным бельем и продуктами питания для персонала – на Камчатку нужно привозить с собой.

Ключевые вопросы

Для инжиниринговых предприятий самая большая проблема в Камчатском крае – транспортное сообщение. Поэтому доставка материалов и оборудования становится ключевым и наиболее острым вопросом при реализации проекта.

Опираясь на полученный опыт, отмечу, что на стадии предпроектных и проектных работ необходимо особое внимание уделить обоснованию инвестиций, чтобы точнее определить технические характеристики оборудования и будущие риски проектов. Мы также рекомендуем детально исследовать местные условия для организации строительства, чётко проработать транспортные схемы доставки грузов. Планируя доставку, желательно закладывать запас времени не менее одного месяца. Учитывая, что допоставка грузов чревата простоями строителей, тщательнее рассчитывайте необходимые ресурсы, чтобы всегда иметь некоторый запас.

Также отмечу, что при выборе оборудования важно учесть его ремонтопригодность. Любая техника будет ломаться, а поставка запчастей в удалённые регионы растягивается на месяцы.

Ради общего блага

Несмотря на все трудности, следует признать, что непреодолимых барьеров в нашей работе не возникало. Лучшее тому доказательство – реализованные проекты. На острове Беринга организовано эффективное сопряжение ветроустановок с дизельными генераторами и централизованной системой отопления, что позволяет замещать энергией ветра более 50% выработки дизельной генерации. В 2015 г. в селе Новиково Сахалинской области был введён в эксплуатацию

Решение компании Komai Haltec: монтажное устройство на башне

ветродизельный комплекс, включающий две ветроэнергетические установки единичной мощностью 225 кВт, которые позволяют экономить около 230 т дизельного топлива в год. В посёлке Усть-Камчатске благодаря пуску ветропарка годовой расход дизтоплива сократился больше, чем на 700 т. Хочется верить, что эти проекты знаменуют собой начало широкомасштабного и бурного развития ветроэнергетики.

* * *

По нашему убеждению, на Дальнем Востоке наиболее реалистично развивать ветроэнергетику с помощью специально созданных для этой цели ветроустановок единичной мощностью 100–150 кВт, наиболее востребованных в малонаселённых изолированных посёлках.

Дальневосточные ветроустановки должны быть ремонтопригодными, иметь низкотемпературное исполнение и увеличенный размер гондолы, чтобы обслуживающий персонал помещался внутри. Также они должны быть оптимизированы для снижения затрат на доставку и монтаж оборудования, доставку и аренду кранов, строительство фундаментов.

Александр БАДЕЛИН,
генеральный директор ООО «Активити»

* Из доклада на X Национальной конференции Российской ассоциации ветроиндустрии, 6 декабря 2017 г.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оптика на проводе

Классификация и применение волоконно-оптических кабелей на воздушных линиях электропередачи

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) за неполные 50 лет своего существования прошли огромный эволюционный путь. На основе ВОЛС созданы обширные информационные сети, проложенные по различным магистралям и сетям коммуникаций, в частности, воздушным линиям электропередачи.

Чуть более полувека назад, в 1967 г., американская компания Corning начала исследования по созданию промышленных оптических волокон, которые в 1970 г. увенчались феноменальным по тем временам успехом – было изготовлено оптическое волокно с погонным затуханием 17 дБ/км, значительно меньшим, чем у медных кабелей, повсеместно использовавшихся тогда при передаче информации. Компания Corning до сих пор остаётся лидером рынка оптического волокна. Она произвела уже 1 млрд км волокна, тем временем затухание в нём снизилось практически в 100 раз (типичное значение – 0,18 дБ/км.)

Далее, в 1977 г., компания BICC (Великобритания), которая впоследствии стала подразделением той же компании Corning, запатентовала оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос, – ОКГТ (OPGW – OPtical Ground Wire), который стал широко применяться за рубежом с 1990-х годов, а в России – с 2000-х.

В нашей стране первым масштабное промышленное производство ОКГТ освоил завод «Саранскабель-Оптика». За прошедшие с тех пор десять лет на заводе было произведено более 50 тыс. км кабеля ОКГТ. Поскольку Саранский завод долгое время оставался единственным российским поставщиком ОКГТ, далее мы будем в примерах говорить о его продукции.

Общая инфраструктура

Опоры воздушных линий электропередачи часто «по совместительству» используются для подвеса волоконно-оптических кабелей. Ввиду того, что ВЛ соединяют в единую электрическую сеть жилые и промышленные объекты, было бы неразумно не использовать эту сеть для передачи информации, особенно в самой энергетике, где с помощью ВОЛС сегодня решают задачи удалённого технологического мониторинга и управления объектами, наблюдения и охраны, а также связи.

Подвешивая кабели на опорах уже существующих ВЛ, можно обеспечить высокую надёжность ВОЛС и заодно избежать трудоёмких процедур по оформлению земельных отношений. Также следует отметить сокращение сроков введения линий в эксплуатацию, снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

Виды оптоволоконных кабелей, применяемых на ВЛ, зависят от класса напряжения, климатических условий, рельефа местности, а также наличия пересечений на трассах. Наиболее часто на ВЛ подвешивают уже упомянутый оптический кабель в грозотросе – ОКГТ и оптический кабель самонесущий – ОКСН (ADSS – All Dielectric Self-Supporting). Кроме того, ограниченное распространение получила группа оптических кабелей присоединённых (ОКП, ОРАС – OPtical externally Attached Cable). Помимо чисто подвесного кабеля она включает ОКНГТ (WrapGW – Wrapped around Ground Wire) – кабель навивной на грозотросе и ОКН (ФП) (WrapPC – Wrapped around Phase Conductor) – оптический кабель, навитый на фазный провод. Крайне редко используют оптический кабель, встроенный в фазный провод, – ОКФП (OPPC – OPtical Phase Conductor). Причина ограниченного применения указанных кабелей на ВЛ – неудобство их монтажа и, особенно, эксплуатации.

Рис. 1. Конструкция кабеля ОКГТ марки ОКГТ-ц

Следует отметить, что монтаж оптического кабеля на воздушных линиях имеет свою специфику. Его подвешивают строительными длинами (отрезками) протяжённостью до 8 км с установкой муфт между ними. При этом используется специализированное технологическое оборудование.

Непростое устройство

Оптические кабели, применяемые на ВЛ, как правило, имеют модульную конструкцию, то есть содержат оптический модуль в виде металлической или полимерной трубки, в который помещены оптические волокна (группы волокон). Оптический модуль, как правило, заполнен гидрофобным гелем, который предотвращает проникновение внутрь влаги и снижает взаимное трение волокон. Силовые элементы кабеля, навитые вокруг модулей, придают ему прочность, необходимую для противостояния монтажным, ветровым и гололёдным нагрузкам. Наружная оболочка обеспечивает дополнительные механическую и влагозащиту. Типичное количество волокон в кабеле – 24–48, модулей – 1–6.

Вся сила в тросе

Наиболее часто при строительстве ВОЛС ВЛ применяют оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос. Доля подобных решений на рынке составляет около 80% для всех строящихся линий электропередачи и свыше 40% – для реконструируемых. Благодаря наивысшей надёжности ОКГТ используются как в магистральных информационных сетях, так и в транспортных сетях различных масштабов.

Столь высокая популярность ОКГТ объясняется удобным совмещением функций: кабель представляет собой грозозащитный трос, то есть является необходимой частью ВЛ (при напряжениях 110 кВ и выше – повсеместно, а при 35 кВ – вблизи подстанций). При замене обычного грозотроса на ОКГТ не требуется никаких дополнительных конструктивных решений. Используются те же штатные места крепления, а нагрузки на опоры, создаваемые ОКГТ, как правило, не превышают тех, которые создаёт обычный грозотрос. Неудивительно, что монтаж ОКГТ часто совмещают с плановой заменой грозотроса по истечении срока его службы. Кроме того, ОКГТ оказывается практически безальтернативным вариантом при выполнении так называемых больших переходов через препятствия (как правило, через реки), где имеются пролёты длиной более 500 м.

Вместе с тем ОКГТ имеют наибольшую стоимость и требуют применения достаточно сложного оборудования для подвески и монтажа.

Наиболее распространена конструкция ОКГТ, в которой оптический модуль, защищающий оптические волокна от внешних воздействий, представляет собой герметичную стальную сварную трубку с гидрофобным гелем. При этом выделяют два основных варианта: с центральной трубкой (марка ОКГТ-ц, см. рис. 1) и одной или несколькими трубками, расположенными во внутреннем повиве взамен проволок (марка ОКГТ-с).

Первая конструкция более простая, характерная для кабелей небольшого диаметра (9–11 мм), число оптических волокон в которых обычно не превышает 48. Вторая конструкция (диаметр кабеля – более 11 мм) позволяет получить лучшие прочностные характеристики и разместить значительно большее количество волокон.

Проволоки в повиве выполняются из алюминиевого сплава либо стали, плакированной алюминиевым сплавом (напрессованным тонким слоем сверху до достижения молекулярного взаимодействия на границе). При этом стальные проволоки обеспечивают, главным образом, прочностные характеристики кабеля, алюминиевые – электрические и термические характеристики, позволяющие пропускать большие токи при ударе молнии или коротком замыкании на ВЛ без повреждения оптических волокон. Плакировка стальных проволок обеспечивает их более высокую коррозионную стойкость и, соответственно, значительно больший срок службы, чем цинковое покрытие.

Сегодня выпускается около 100 укрупнённых марок ОКГТ. Типичные параметры ОКГТ: диаметр – 11–15 мм, максимально допустимая нагрузка – 25–75 кН, удельный вес – 350–850 кг/км.

Для больших переходов выпускаются уникальные изделия. Так, ОКГТ, подвешенный на переходе ВЛ 110 кВ через Ангару с центральным пролётом 2065 м (см. фото), содержит пять повивов проволок и имеет диаметр около 30 мм и удельный вес 3500 кг/км. Допустимая нагрузка на провод – 370 кН.

Оптическое окружение

Альтернативой ОКГТ стал самонесущий оптический кабель, появившийся в конце 1980-х. Его широкое применение началось в 2000-х. Типичная конструкция ОКСН, используемая в кабеле марки ОКК, показана на рис. 2.

Рис. 2. Конструкция кабеля ОКСН марки ОКК

Оптические модули (трубки) из прочного полимера скручены вокруг центрального стеклопластикового сердечника. Силовые элементы в кабеле – высокомодульные арамидные нити (часто именуемые кевларовыми по торговой марке материала Kevlar производства компании DuPont, используемого также при производстве лёгких бронежилетов), обеспечивающие кабелю высокую прочность при небольшом весе. Возможны два основных варианта конструкции: базовый – с промежуточной оболочкой (марка ОКК) и упрощённый – без неё (марка ОККМ, применяется в основном на воздушных линиях электропередачи напряжением 0,4 кВ).

Поскольку самонесущие оптические кабели навешиваются на опоры ВЛ как дополнительные элементы, они применяются на линиях широкого класса напряжений – от 0,4 до 220 кВ. При этом, естественно, требуются дополнительные узлы крепления к опорам.

Применение ОКСН на ВЛ напряжением свыше 220 кВ ограничивается устойчивостью полиэтиленовой оболочки кабеля к трекинг-эффекту – разрушению под действием поверхностного коронного разряда, возникающего в электрическом поле высоковольтной линии. Для подвеса кабеля выбирают зоны наименьшего потенциала, местонахождение которых определяется конструктивным исполнением ВЛ и зависит прежде всего от количества фазных цепей, расположения и размеров траверс опоры. Как правило, эти зоны находятся под средней или нижней траверсой. На ВЛ 110 кВ и выше часто приходится использовать специальные трекингостойкие кабели, которые рассчитаны на применение при потенциале поля до 25 кВ – вдвое большем, чем допускают обычные кабели.

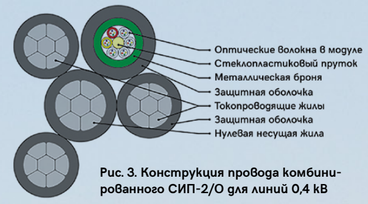


Рис. 3. Конструкция провода комбинированного СИП-2/О для линий 0,4 кВ

Основные достоинства ОКСН – это относительно небольшой вес кабеля и возможность его подвески и монтажа без отключения ВЛ, а также меньшие по сравнению с ОКГТ затраты на создание ВОЛС.

К недостаткам ОКСН, помимо уже указанного ограничения из-за трекинг-эффекта, относится необходимость предусматривать узлы для подвеса, учитывать дополнительные нагрузки на опоры, рассчитывать потенциалы в местах подвеса кабеля, предотвращать его схлёстывания с проводами фазы. Кроме того, использовать ОКСН на больших переходах через препятствия практически сложно из-за его недостаточной упругости.

Сегодня на рынке доступно около 350 марок ОКСН с допустимой нагрузкой от 3,5 до 80 кН и количеством оптических волокон до 256. Параметры наиболее распространённых марок ОКСН: диаметр – 11–16 мм, предельно допустимая нагрузка – 7–30 кН, удельный вес – 100–200 кг/км.

Всегда вместе

Самонесущие изолированные провода (СИП, АВС – Aerial Bundled Cables) в 1983 г впервые были применены в Австралии как решение, позволяющее снизить число пожаров от замыканий оголённых проводов в условиях засушливого климата и малолюдной, покрытой высоким кустарником местности. Доказав свою эффективность, за последние 35 лет СИП распространились по всему миру.

В случаях СИП-линий напряжением 0,4 кВ, которые должны быть совмещены с ВОЛС, можно получить существенную экономию, используя вместо монтажа кабеля ОКСН или присоединённого к проводу кабеля специализированный комбинированный провод с оптическим кабелем, вплетённым в жгут (см. рис. 3).

Благодаря применению СИП-2/О при строительстве и особенно реконструкции ВЛ напряжением 0,4 кВ экономия доходит до 20% общей стоимости проекта по сравнению с совместным подвесом ОКСН и СИП. При этом используются типовые решения по применению опор и линейной арматуры, сокращаются сроки строительства.

Номенклатура кабелей СИП-2 с оптическими волокнами на сегодня весьма обширна и включает варианты с площадью сечения жил от 16 до 185 мм^2 и числом оптических волокон от 8 до 96.

* * *

Для удобства потребителей кабельной продукции ООО «Саранскабель-Оптика» предлагает решения по организации ВОЛС ВЛ практически для всех классов ВЛ. Также следует отметить, что в наш информационный век ВОЛС считаются привлекательным инвестиционным активом, поскольку обладают сроком службы не менее 25 лет и большим потенциалом модернизации систем связи за счёт огромной пропускной способности оптических волокон.

Игорь ФРОЛОВ

Энерговектор № 2 (78), февраль 2018

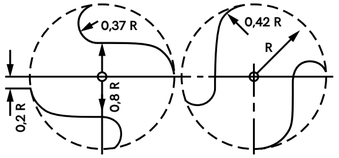
Упряжь Нептуна

Малоизвестные виды ГЭС для малых рек и ручьёв

В середине прошлого века в Советском Союзе бурно развивалась малая гидроэнергетика. Для электроснабжения небольших деревень и хуторов, расположенных вдали от цивилизации, были разработаны оригинальные гидроэлектростанции, не требующие строительства запруд и водохранилищ. Среди них – «домашние» гирляндные мини-ГЭС, о которых мы расскажем сегодня.

Рождение идеи

Советский инженер-изобретатель Борис Сергеевич Блинов в 1959 г. разработал конструкцию поперечной гирляндной гидросиловой установки для мини-ГЭС. Основу такой ГЭС составляют гидророторы, нанизанные, как бусины, на общий рабочий вал, который может быть составным или гибким, например, изготовленным из стального троса. Вал соединяется с генератором, находящемся на берегу. Этой работе Борис Блинов посвятил несколько лет жизни и в итоге добился того, что его электростанция, работавшая на реке со скоростью течения около 2 м/с,



Профиль турбины Бирюкова

осветила целую деревню. Но обо всём по порядку.

Борис Блинов был прирождённым изобретателем и большую часть жизни посвятил изучению аэродинамических явлений, самолёто- и вертолётостроению (сказывалось случайное знакомство с Константином Циолковским в детстве во время отдыха в пионерском лагере). Однако изобретателя манило не только небо, круг его интересов был необычайно широк. Помимо прочего он занимался и конструированием гидросиловых установок для малых рек.

Сам Блинов писал: *«Громадная доля гидроэнергетического потенциала СССР приходится на малые реки и почти не используется»*. Изобретатель понимал, что строительство небольших ГЭС с традиционными турбинами и плотинами экономически нецелесообразно и потому предположил: *«Если мощность одной небольшой силовой установки мала и эта установка становится невыгодной, то можно выйти из положения, объединив несколько маломощных установок»*.

Изобретатель сравнивал свою гидроэлектростанцию с якутской собачьей упряжкой: одна собака сможет протянуть разве что санки, и то недалеко, а вот упряжка из десяти собак – и санки, и каюра, и небольшой груз! Осталось только правильно выбрать «собаку» и «упряжь».

В поисках турбины

Чтобы выбрать идеальную турбину для своей мини-ГЭС, Блинов провёл огромную исследовательскую работу в Государственной патентной библиотеке. Там он составил каталог, содержавший чертежи и технические характеристики 312 поперечных турбин. Попутно Блинов выяснил, что изобретателем первой поперечной турбины был не финн Сигурд И. Савониус, как тогда считалось, а наши соотечественники – братья А. А. и Я. А. Воронины, опередившие финна более чем на два месяца.

Из 312 турбин учёный отобрал 43 лучших экземпляра для сравнительных испытаний. Наиболее удачной оказалась поперечная вингроторная турбинка, сконструированная, как ни странно, не кем-то из известных инженеров, а простым рабочим – Ефимом Степановичем Бирюковым.

Сечение лопастей турбины Бирюкова напоминает латинские буквы "SS". Поток давит на внешние ковши-захваты, создавая крутящий момент. В то же время между стенками лопастей турбины Бирюкова остаётся широкий канал.

Проходя по этому каналу, поток неоднократно меняет направление движения, создавая дополнительный реактивный момент для увеличения мощности.

В результате многочисленных испытаний, при которых Блинов старался выдерживать одинаковые скорость течения и глубину, выяснилось, что турбина Бирюкова преобразует 41% энергии потока. Она оказалась лучшей из всех «соискательниц». После дополнительных усовершенствований, включая прорезку профилированных щелей в боковых дисках ротора, КПД турбины вырос до 56%.

Таким образом, подходящая «порода собак» была выбрана, оставалось найти материал для «упряжи», чтобы связать роторы одним «потягом».

Схема поперечной гирляндной электростанции

Оплетённый канат

Принцип работы гирляндной ГЭС кажется понятным и простым: на трос нанизывают ряд роторов. Один его конец свободно закрепляют в упорном подшипнике, другой – на противоположном берегу через редуктор присоединяют к генератору. Течением воды трос натягивается, роторы раскручиваются, трос вращается, приводя во вращение генератор… Вот и всё! Однако на практике выявился целый ряд проблем.

Первая установка, включавшая 70 изготовленных вручную роторов, имела небольшую мощность. Однако несколько домов деревни Порожки в Тверской области она всё же осветила.

Оборудование работало всего неделю, а затем начало выходить из строя. После того, как узлы крепления роторов были усовершенствованы, гирлянда проработала ещё две с половиной недели. Однако из-за неравномерного вращения и сильного натяжения троса турбины продолжали часто ломаться.

Чтобы трос вращался равномерно, Блинов решил закреплять роторы парами, развернув их один относительно другого по оси на 90°. Роторы в парах должны были находиться на таком расстоянии, чтобы не задевать друг друга, когда трос вытянется дугой. И, кроме того, нужно было учесть, что при скручивании трос укорачивается.

Опытным путём было установлено, что роторные пары на тросе должны размещаться с разными промежутками: чем ближе к генератору, тем больше дистанция между парами. А позднее Борис Блинов вывел и точные формулы для установки гирлянды, рассчитав, что угол провиса (угол между тросом и прямой линией, соединяющей точки его подвеса) не должен превышать 30°.

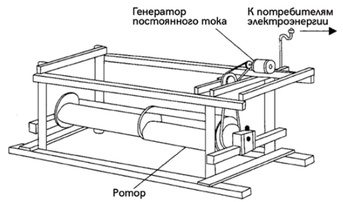


Схема современной погружной рамной мини-ГЭС с поперечными роторами

Что касается самого троса, то изначально использовался самый обыкновенный стальной канат. Однако в местах крепления роторов при скручивании троса наружные его пряди оставались целыми, а средняя вылезала петлёй через наружные, разрушая всю плетёную структуру.

Тогда было решено использовать трос с органическим сердечником (из растительного волокна), оплетённым металлическими нитями. И это решение оказалось оптимальным: тросы были удобны для крепления и работали долго. «Упряжь» была найдена!

Вообще говоря, первые энергоустановки Блинова имели в конструкции гирлянды 76 различных видов деталей. А после завершения испытаний и ряда последовательных доработок осталось лишь семь видов деталей, а вес оборудования значительно снизился. В качестве генераторов использовались автомобильные и автотракторные динамо. Гирляндные гидроэлектростанции устанавливались на небольших речках с течением более 1 м/с и глубиной свыше 25 см.

Из ванночки

Ещё одному изобретению Бориса Блинова – торцевой гирляндной ГЭС – помог появиться случай. Для развлечения маленького сына во время купания Борис Сергеевич принёс домой демонстрационную поперечную турбину – винготор. Чтобы она закрутилась, нужно было водить ею по воде боком, держа за ручку, надетую на ось. Но малыш норовил сунуть турбинку в воду вертикально и быстро вытащить. Блинов начал было объяснять сыну, что так игрушка не будет крутиться, однако с удивлением заметил, что она крутилась…

Так родилась идея устанавливать гирлянду роторов не поперёк реки, а вкось, почти вдоль течения. Первые испытания были проведены на р. Лопасне, недалеко от городка Нерасстанного. Торцевая гирлянда работала, но мощность выдавала почти втрое меньшую, чем у поперечной гирлянды той же длины. Пришлось вновь менять конструкцию роторов, заменяя их сплошные задние стенки многолопастными крыльчатками, а передние – двухлопастными винтами.

Последующие испытания показали, что улучшенные торцевые турбины сопоставимы по мощности с поперечными. Значит, их вполне можно использовать – особенно для узких и мелких речек и даже ручьёв.

Во время экспедиции в Горный Бадахшан в Таджикистане Блинову пришла в голову идея, как можно использовать энергию малых горных рек. Он предложил поместить торцевую гирляндную установку в трубу, в которую заведён ручей. С помощью таких станций позднее электрифицировались горные селения не только в Таджикистане, но и в других горных районах СССР.

* * *

Конечно, гирляндные ГЭС имеют существенные недостатки. Они материалоёмки и требуют постоянного обслуживания. Роторы быстро забиваются мусором и водорослями, эксплуатировать такие ГЭС зимой на замерзающих водоёмах нельзя, станцию необходимо консервировать или демонтировать. Кроме того, поперечная гирляндная ГЭС полностью перегораживает реку и работает как плотина, создавая небольшой подпор. Поэтому особого распространения гирляндные ГЭС не получили.

Однако труды Бориса Блинова не пропали даром, они легли в основу современного аналога гирляндной установки – погружной рамной мини-ГЭС с поперечными роторами. В отличие от своих гирляндных предшественниц, погружные системы не перегораживают всю реку, а задействуют только часть русла, причём их можно установить на понтоне/плоте или вовсе опустить на дно водоёма.

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

Новая жизнь оверхеда

Превращаем старый диапроектор для лекций и презентаций в творческий инструмент

В 1980-х и 1990-х на научных и деловых конференциях широко использовались прозрачные плёнки и диапроекторы, они же оверхед-проекторы. Последнее название происходит от английского "over head", буквально: «над головой». С конца 1990-х эта техника постепенно была вытеснена с рынка мультимедийными проекторами, но в некоторых организациях и домах до сих пор можно найти никому не нужные оверхеды. Давайте посмотрим, для чего их можно приспособить.

К нам в руки попал аппарат Ambassador (модель 917) производства компании Elite Optics, выпущенный в далёком 1995 г. В отличие от многих других оверхед-проекторов, в которых лампа находится снизу в довольно громоздком корпусе, здесь лампа расположена сверху. В столике размещена зеркальная линза Френеля, благодаря чему столик получился плоским, а вся конструкция в целом – компактной и лёгкой. Проектор складывается и помещается в сумку, которая не занимает много места. Видимо, именно благодаря этому он пролежал много лет в московской квартире и до сих пор не оказался на свалке.

В ламповом модуле проектора Ambassador установлены две галогенные проекционные лампы OSRAM на 24 В, 250 Вт, которые можно оперативно переключать. Имея запасную лампу, докладчик мог быть уверен, что его выступление не завершится досадным фиаско. Мы же предлагаем заменить одну из ламп на 20–50-ваттную, чтобы проектор можно было использовать не только по его прямому назначению, но и как оригинальную настольную лампу.

Следует отметить, что галогенные лампы на 24 В не так просто найти в розничной продаже – в магазинах электрики предлагаются в основном 12- и 220-вольтовые модели. Вы можете заказать 24-вольтовую лампу в китайском «посылторге» AliExpress или поискать в продаже вариант на 22,8 В, используемый в медицинской светотехнике (он обойдётся в несколько раз дороже). В принципе, импульсный блок питания проектора несложно перенастроить на выдачу напряжения 12 В или просто заменить на 12-вольтовый, но тогда уже не будет возможности использовать проектор по его основному назначению. Если новая галогенная лампа не будет вставляться в разъём, заострите её контакты надфилем.

Помимо этого, старый диапроектор годится для декорации помещений. Он украсит их не столько собственным внешним видом, сколько красивыми картинами, отображаемыми на белую стену или потолок. Эти картины нужно предварительно нарисовать тушью на прозрачных плёнках. Другой вариант – распечатать на струйном принтере (используя обычные чернила, не пигментные). Лазерная печать не подойдёт, поскольку частицы тонера, в отличие от чернил, непрозрачны и любая цветная картинка при отображении на просвет оказывается чёрно-белой. Если в доме нет белых стен, подумайте о подвесном рулонном экране.

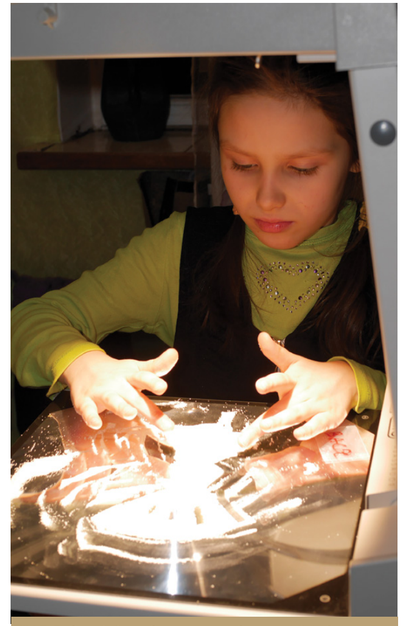
Кроме того, прямо на проекторе можно заниматься творчеством, играя с детьми в театр теней или рисуя модные ныне песочные картины. Возможно, вы придумаете ещё какое-нибудь развлечение.

При работе с проектором соблюдайте технику безопасности, не торопитесь. Лампы заменяйте только после отключения аппарата от электросети.

Итак, приступим!

ШАГ 1. Распакуйте проектор и оцените его состояние. Проверьте работоспособность устройства.

ШАГ 2. Нарисуйте или распечатайте на прозрачной плёнке красивые картины. При печати используйте лоток для ручной подачи бумаги.



ШАГ 5. Опробуйте свои таланты в песочной живописи. Вместо песка можно использовать мелкую крупу. Желаем удачи!

ШАГ 3. Проецируйте свои шедевры на стену или экран. Можете удалить зеркало, чтобы изображение оказалось на потолке.

ШАГ 4. Замените одну проекционную 250-ваттную галогенную лампу на осветительную лампу мощностью 20-50 Вт.

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подумайте об IoT!

Некоммерческая организация IoT-Ready Alliance приглашает талантливых инженеров помочь создавать и внедрять стандартный интерфейс между светодиодными светильниками и сенсорными блоками управления освещением. И это будет только первый шаг к решению более серьёзной задачи.

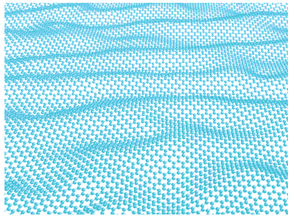
По замыслу альянса IoT-Ready (его члены – промышленные компании и отдельные инженеры-разработчики), офисные и домашние светильники – это идеальные устройства для размещения элементов будущего Интернета вещей – сенсоров, узлов передачи данных, электрических счётчиков и всевозможных исполнительных приборов. Светильники на эту роль выбраны не случайно. Они достаточно равномерно распределены по домам, офисам, магазинам и различным другим присутственным местам, имеют напряжение для питания электронных устройств и управляемые элементы – светодиодные лампы. Задача в том, чтобы обеспечить универсальные спецификации (физические конструктивы, разъёмы и протоколы) для подключения и взаимодействия различных модулей. В качестве образца для подражания можно назвать хорошо отлаженный компьютерный интерфейс USB.

«Если мы не сделаем этого сейчас, – отмечают представители альянса, – *широкого распространения Интернета вещей нужно будет ждать ещё лет 15. Именно таков срок службы широко внедряемых сегодня неинтеллектуальных светодиодных светильников».*

Следует отметить, что некоторые производители осветительного оборудования уже предлагают частные технические решения, но такие серьёзные клиенты, как владельцы зданий и девелоперские компании, обычно относятся к этим решениям настороженно, не желая замыкаться на одном поставщике.

Стандартизация нужна ещё и потому, что циклы обновления микропроцессорного и светотехнического оборудования разные. За всё время эксплуатации домашней люстры её электронная начинка может быть заменена и перепрошита два-три раза.

С коммерческой точки зрения задача тоже актуальна: по прогнозам исследовательского агентства Wintrgreen Research, мировой рынок систем светодиодного освещения будет расти на 45% в год.



Волны графена

Графен, который сотрудники Манчестерского университета Андрей Гейм и Константин Новосёлов открыли в 2004 г., по представлениям того времени, должен был быть неустойчивым. Физики считали, что один слой атомов не может обладать такими свойствами трёхмерного объекта, как прочность, упругость и, тем более, проводимость. Группа учёных из Университета Арканзаса прояснила этот вопрос.

Рассматривая мембрану графена под сканирующим туннельным микроскопом, американцы обнаружили, что атомы углерода постоянно колеблются поперёк плоскости решётки, фактически создавая недостающее третье измерение.

При попытке согласовать расчётные и экспериментальные данные учёные натолкнулись на проблему: результаты измерений каждый раз сильно менялись. Подробный статистический анализ данных показал, что небольшие случайные локальные флуктуации время от времени складываются в резкие сдвиги большого участка мембраны. Ранее подобное явление было обнаружено в сложных биологических и климатических системах, где оно было названо блужданием Леви. Гигантские волны высотой выше 25 м, иногда возникающие в океане, видимо, тоже образуются подобным образом. На наноуровне блуждание Леви было зафиксировано впервые.

Подвешенная за края графеновая мембрана размерами 10×10 мкм сильно выгибалась то в одну, то в другую сторону, что натолкнуло учёных на идею создать генератор, который будет преобразовывать поступающее в мембрану тепло в электрическую энергию. Для этого было предложено заключить графен между двумя электродами. В процессе колебаний он будет касаться то одного, то другого контакта, перенося между ними электрические заряды.

Как сообщил руководитель исследовательской группы Пол Тибадо, одна графеновая ячейка сможет выдавать мощность 10 мкВт. Для получения большей мощности нужно будет использовать множество параллельно соединённых ячеек, от которых уже реально питать различные датчики и встраиваемые электронные устройства, включая медицинские имплантаты.

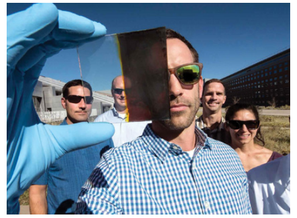
Картошка и киловатты

В Германии производство солнечной энергии приносит на порядок большую прибыль, чем выращивание зерновых культур. И когда солнечные станции стали занимать сельскохозяйственные угодья, общественность забеспокоилась – ценные земли выводились из оборота, а фермеры становились энергетиками. Вполне возможно, что сотрудничество выгоднее конкуренции. Сегодня в Институте солнечной энергетики Общества им. Фраунгофера осуществляется исследовательский проект по использованию земель одновременно для аграрного и энергетического производства.

На ферме Деметер в местечке Хеггельбах, около озера Констанция, на тестовом поле площадью в треть гектара построена солнечная электростанция. Полупрозрачные панели размещены на опорах с большими промежутками, чтобы растения не страдали от дефицита солнца. Высота опор – пять метров, что позволяет при обработке посевов использовать тракторы и комбайны. Панели снабжены дождевыми коллекторами.

Исследование охватывает технические, экономические, экологические и социальные аспекты предлагаемой технологии. Например, учёные выясняют, какие культуры наиболее выгодно растить на фермах-электростанциях, где растения получают на 30% меньше солнечного света, чем обычно. Не менее важно очертить граничные условия, в рамках которых технология оказывается наиболее выгодной, прежде чем выпустить её на рынок.

В октябре 2017 г. завершился первый год испытаний. Под панелями без искусственного полива выросли озимая пшеница, картофель, клевер и сельдерей. Электростанция тем временем выработала 245666 кВт·ч электроэнергии. Наименьшее снижение урожайности (в сравнении с соседним контрольным участком) показал клевер (5,3%). В случаях остальных культур урожайность упала на 18–19%. Для чистоты эксперимента урожая на тестовых и контрольных участках снимали одновременно, когда культуры под солнечными панелями ещё не совсем созрели. Если бы учёные подождали пару недель, чтобы компенсировать нехватку солнца, потери урожаев вышли бы меньшими.



Стекло с характером

В Национальной лаборатории возобновляемой энергии (США) создано необычное гибридное термохромное и фотоэлектрическое окно. Когда солнце припекает, стекло в таком окне разогревается и сильно темнеет, начиная вырабатывать электроэнергию. Эффективность при этом достигает 11,3%, причём лишь 3% видимого света проходит насквозь. На холоде же стекло остаётся прозрачным, пропуская порядка 68% падающего светового потока. Электроэнергия в этот момент не вырабатывается. Переход из одного состояния в другое для тестового образца занимал всего три минуты.

Учёные лаборатории попытались разрешить принципиальное противоречие, с которым сталкиваются разработчики встраиваемых в окна фотоэлектрических панелей. Назначение окна – пропускать максимум света, а фотоэлектрической панели – задерживать свет, преобразуя его в электроэнергию.

Конечно, не факт, что неуправляемый способ смены режимов полностью устроит хозяев помещений, однако для энергосистем жарких стран, где пики энергопотребления обусловлены работой кондиционеров, это оптимальный вариант.

В предложенном технологическом решении используются перовскиты и углеродные нанотрубки. Окно затемняется от того, что молекулы метиламина под воздействием тепла выходят из комплекса метиламмония иодида свинца – метиламина, активируя его фотоэлектрические свойства.

Тоже светодиод

Группа учёных-исследователей из Университета Страсбурга (Франция) и Института нанонаук (Модена, Италия) продемонстрировала графеновое светоизлучающее устройство, характеристиками которого можно управлять.

Известно, что графеновые наноленты, у которых в ширину помещается лишь несколько атомов, ведут себя как полупроводники (листы графена вообще не имеют запрещённой зоны).

В ходе экспериментов исследователи поместили наноленты шириной в семь атомов на золотую подложку, подали напряжение и наблюдали яркое красное свечение, отличающееся от светодиодного более узким спектром. Пик частотной характеристики смещался в зависимости от приложенного напряжения.

Направляя энергию

Израильская стартап-компания Wi-Charge показала оригинальную разработку – беспроводное зарядное устройство, работающее на инфракрасных лазерных лучах. Система, созданная для ресторанов, кафе и казино, включает направленные излучатели под потолком и клиентские приёмные устройства в виде небольших фотоэлектрических панелей.

Благодаря применению лазера с увеличением расстояния передаваемая мощность практически не снижается. Для точной наводки луча на приёмную панель последняя регулярно подаёт сигналы – мигает инфракрасными светодиодами, одновременно сообщая передатчику о своей потребности в мощности. Расположенная вокруг лазерного излучателя система фотодиодов по взаимному запаздыванию сигналов определяет точное направление на все приёмники мощности, имеющиеся в помещении.

Для управления невидимыми лазерными лучами используется технология цифровой обработки света, заимствованная из проекционной техники. Матрица поворачивающихся микрозеркал DMD (Digital Micromirror Device), управляемая микрокомпьютером, отклоняет лучи сразу нескольких лазеров, направляя их на цели. Один лазер обслуживает сразу нескольких маломощных потребителей, поочерёдно «перескакивая» между их фотоэлектрическими преобразователями, или одного мощного потребителя, подсвечивая только его «мишень».

Технология безопасна для людей и имеет перспективы для широкого распространения, поскольку может быть использована также для питания небольших акустических систем, радиоприёмников, Web-камер, фоторамок и других домашних электронных устройств.

В настоящий момент разработаны варианты ИК-передатчика мощностью от 0,5 до 2,5 Вт, способного работать на расстоянии до 10 м, выдавая до 50 Вт·ч энергии в сутки. Приёмники энергии выполняются в виде отдельных устройств и встраиваются в чехлы смартфонов.

Следует отметить, что создателям новаторской системы беспроводной передачи энергии не пришлось изобретать ничего кардинально нового. Достаточно было объединить уже имеющиеся технические решения и технологии.

Солнце чистит воздух

В городе Сиане (провинция Шаньси в КНР) построен экспериментальный башенный воздушный фильтр высотой более 100 м. Зачем? Местные жители для отопления домов широко используют каменный уголь, а потому зимой вся округа часто задыхается от смога.

Согласно учёным из Института экологии Земли Китайской академии наук, которые курируют проект, после постройки башни качество воздуха вокруг неё на площади порядка 10 км^2 заметно улучшилось. Башенный фильтр пропускает сквозь себя 10 млн м^3 воздуха в сутки и в дни наибольшей загазованности ухитрялся на 15% снижать содержание в воздухе наиболее опасных для здоровья мелких частиц.

У подножья башни находятся «парники» со стеклянными крышами, где воздух нагревается солнцем, чтобы в стометровой трубе возникла тяга, за счёт которой воздух проходит несколько ступеней очистки.

Следует отметить, что в Китае это далеко не первый воздушный фильтр общественного пользования. В прошлом году в Пекине было сооружено несколько семиметровых башенных фильтров, которые каждую секунду пропускают через себя 8 м^3 воздуха. Однако в Пекине воздух прогоняется через фильтры электровентиляторами. Если учесть, что существенная доля электроэнергии в Поднебесной вырабатывается на угольных электростанциях, это не очень удачное решение.

На электроплаву

Компания ABB превращает дизельные суда шведской Группы HH Ferries в электрические. На паромы Tycho Brahe и Aurora, которые курсируют по 4-километровому маршруту между Хельсингборгом (Швеция) и Хельсингёром (Дания), устанавливаются преобразователи напряжения, трансформаторы и по 640 аккумуляторных батарей ёмкостью 6,5 кВт·ч каждая. На обоих бортах паромов размещены манипуляторы для подсоединения к причальной зарядной станции.

Паромы – идеальные претенденты для перевода на электрическую тягу. Они подолгу стоят на берегу, что позволяет полностью зарядить аккумуляторы, и делают лишь короткие рейсы.

Подводный «Козерог»

Технологический совет Великобритании поменял приоритеты развития приливной энергетики, обозначив в качестве основной цели снижение затрат на изготовление, установку и обслуживание турбин следующего поколения.

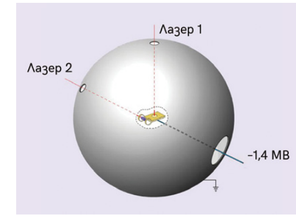
Смена стратегии вызвана полным провалом предыдущей политики. Несмотря на вливания в сотни миллионов фунтов стерлингов, число компаний, работающих в сфере приливной энергетики, с 2014 г. резко сократилось. Обещания «невидимой и безопасной для окружающей среды электрогенерации» не материализовались.

Возможно, ситуация переменится благодаря стараниям шотландской компании Renewable Devices, которая разработала оригинальные турбины Capricorn («Козерог»). Лопасти турбин имеют симметричную форму, которая позволяет им работать при смене направления потока. Уже протестирована 50-киловаттная модель. Компания приступила к сборке полномасштабного варианта на 1,25 МВт.

Солнечное топливо

Учёные Университета Твенте (Нидерланды) сумели существенно усовершенствовать технологию получения водорода с использованием солнечного света. Эффективность этого процесса в кремниевых структурах, не содержащих дорогих катализаторов из драгметаллов, впервые достигла 10,8%. Прорыв случился благодаря замечательной идее – разнести области сбора фотонов и области, где проходят химические реакции. Это было необходимо сделать по простой причине – выбранные недорогие катализаторы химического процесса (никель и молибден) слишком хорошо отражают свет.

Кремниевая подложка, на которой происходит реакция, была дополнена «щёткой» нановодов, промежутки между которыми образуют волноводы для падающего солнечного излучения. После долгих экспериментов с шириной, высотой и плотностью ворсинок «щётки» учёные сумели превзойти 10-процентный порог эффективности. Удельный ток короткого замыкания достиг 35,5 мА/см^2. Напряжение без нагрузки – 495 мВ. Впрочем, по оценкам профессора Юриана Хюскенса, чтобы вся система производства «солнечного топлива» была экономически эффективной, КПД преобразователя должен преодолеть отметку 15%.



Сфера напряжения

Несмотря на обилие новостей, многочисленные проекты по созданию токамаков и стеллараторов для термоядерной энергетики в целом топчутся на месте. И даже если учёным и инженерам удастся преодолеть трудности с созданием и удержанием высокотемпературной плазмы, перед ними встанет следующее препятствие – необходимость обеспечить надёжный отвод огромной тепловой мощности.

Между тем, в Университете Нового Южного Уэльса (Австралия) создана концепция термоядерного реактора, который сразу вырабатывает электроэнергию, не требуя применения котлов и турбин.

Австралийцы предлагают безнейтронный синтез – получение энергии только в виде заряженных частиц. Используя прямое преобразование энергии ядерных частиц (продуктов реакции) в электроэнергию, можно заодно избежать проблемы утилизации радиоактивных отходов, которые возникнут в результате активации конструкционных материалов быстрыми нейтронами, выделяемыми при слиянии атомов дейтерия и трития.

Группа австралийских учёных под руководством профессора Генриха Хора предлагает в центре сферообразной энергоустановки разместить электрод, на котором будет происходить реакция слияния протона и атома бора ^{11}B. Известно, что при столкновении протона с ядром ^{11}B образуются положительно заряженная альфа-частица с энергией 4,09 МэВ и ядро бериллия ^{8}Be, которое через 10^{-16} с распадается ещё на две альфа-частицы с энергией 2,29 МэВ каждая. Достигая проводящих стенок камеры, альфа частицы взаимодействуют с электронами и превращаются в химически инертные атомы гелия. Между центральным электродом и стенками камеры возникает высокое напряжение.

Для запуска реакции (а она начинается при огромном давлении и температуре 3 млрд °C) предлагается использовать импульсные лазеры петаваттной мощности, которые уже созданы для научных исследований и оборонных проектов. По расчётам авторов работы, достаточно будет двух лазеров, которые запустят лавинообразную реакцию синтеза. Схема установки запатентована компанией HB11 Energy, созданной в стенах университета. **эв**

Эффективное производство

Энергетики «ЛУКОЙЛа» рассказывают о себе и своей работе

В древней индийской мифологии есть божественная триада: Брахма, Вишну и Шива (Тримурти). Эти божества отвечают, соответственно, за созидание, поддержание и разрушение мира. И если говорить в терминах Тримурти, то работники предприятий, о которых мы рассказываем в этом номере, исполняют волю Вишну, конкретно – поддерживают эффективность производства.

«Позитивные и отзывчивые»

Рассказывает Елена Сергеевна ЮРЬЕВА, ведущий инженер режимно-расчётной группы Ростовской ТЭЦ-2 ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго».

Когда мне нужно было выбирать профессию, я не сильно задумывалась о будущем. Мои родители и дедушка – энергетики, вот и я решила не изменять семейной традиции. Техническое образование меня всегда привлекало больше, чем гуманитарное, и определиться с вузом было нетрудно. После окончания Ростовского государственного университета путей сообщения по специальности «Промышленная теплоэнергетика» я уехала с мужем в Якутию. Там трудилась на предприятии компании «АЛРОСА». Вернувшись в родной город, твёрдо решила, что буду искать работу только по специальности. В 2011 г. успешно прошла собеседование в ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» и с тех пор работаю на Ростовской ТЭЦ-2. Работу свою я люблю. Ни разу не пожалела, что стала энергетиком.

У нас отличная команда – все профессионалы своего дела. Можно сказать, что оперативный персонал ТЭЦ подобен пилотам самолёта, а сотрудники режимно-расчётной группы – штурманам. Основные мои задачи – это ежедневный учёт показателей и анализ режимов работы. По этим данным я формирую графики электрических нагрузок, рассчитываю оптимальные режимы эксплуатации оборудования. От качества нашего планирования зависит эффективность работы станции, а от оперативного персонала – надёжная работа оборудования и соблюдение режимов по заданным графикам.

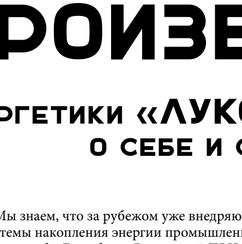
После того, как Ростовская ТЭЦ-2 была модернизирована с повышением мощности, наша группа (это было чуть более года назад) провела большую работу по переаттестации генерирующего оборудования. В результате увеличилась электрическая нагрузка энергоблоков, выросли теплофикационный отбор турбин и соответствующий отпуск тепла.

Тем временем наши коллеги занимались оптимизацией тепловых сетей и теплоисточников Ростова, выводя теплоснабжение города на качественно новый уровень. Когенерация доказывает свою эффективность: несмотря на запуск новых энергоблоков на Ростовской АЭС, электроэнергия Ростовской ТЭЦ-2 востребована на рынке электроэнергии и мощности.

Мы знаем, что за рубежом уже внедряются системы накопления энергии промышленного масштаба. Если бы на Ростовской ТЭЦ-2 была установлена подобная система, у нас в расчётах добавился бы такой показатель, как накопленная энергия. Было бы очень интересно научиться извлекать из неё выгоду, ведь прогресс не стоит на месте и новые технологии помогают экономике производства.

Специалисты нашей группы проводят ряд расчётов вручную, а затем вносят результаты в компьютер, что отнимает немало времени. Естественно, мы хотели бы, чтобы вся информация по работе оборудования была оцифрована и нужные нам исходные данные находились в системе. Надеюсь, скоро так и будет. Но в любом случае уверена, что машины не заменят опытных специалистов в части аналитической работы.

У нас очень дружный коллектив! Все сотрудники разных возрастов, у одних за плечами многолетний опыт работы в «ЛУКОЙЛе», другие только в начале своего трудового пути, но все мы очень гармонично друг друга дополняем! Споры, конечно, случаются, но серьёзных конфликтов никогда не было. Стараемся на все противоречия смотреть с долей юмора. Мои коллеги очень позитивные и отзывчивые, к работе относятся внимательно и ответственно, всегда готовы помочь, научить, подсказать, поделиться опытом. Не только в работе, но и в жизни.



Елена ЮРЬЕВА (ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго»)

В 2015 г. я ездила в командировку на Краснодарскую ТЭЦ для повышения квалификации и обмена опытом. На меня эта поездка произвела очень большое и благоприятное впечатление. Я была поражена размерами станции и узнала много нового.

Свободное время я стараюсь проводить с семьёй и сыном, которому 11 лет. Время нынче пролетает быстро, а хочется многое успеть. Ещё я очень люблю путешествовать, отдыхать на море, кататься на лошадях, читать.

Я считаю, что никогда нельзя отчаиваться и опускать руки. Нужно верить в успех, ставить цели и добиваться их.

Читателям хочу пожелать неиссякаемой жизненной энергии! Чтобы жизненный путь был ясным, а окружающие дарили тепло! Хорошей и интересной работы, успехов в профессиональной сфере!

«Бригада скорой помощи»

Рассказывает Закир Ильдарович АЛЕЕВ, старший мастер производственного участка капитального ремонта воздушных линий и подстанций Сервисного центра «Когалымэнергонефть» ЗС РУ ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Электроэнергетику я выбрал осознанно, пошёл в неё целенаправленно. В детстве меня увлекали самые различные занятия: спорт, музыка, электротехника. Одно время мечтал стать спортсменом – я неплохо выступал практически во всех видах спорта, которыми занимался. Учился игре на музыкальных инструментах. Имея слух и зная нотную грамоту, оказался в вокально-инструментальном ансамбле. Всё это давалось мне легко, но к окончанию школы я принял решение связать свою жизнь с энергетикой. Я не принадлежу к династии энергетиков, но надеюсь стать её основателем. Кстати, мои братья теперь тоже работают в этой отрасли.

Линии, которые мы эксплуатируем, начали строить ещё в 1970-е, при освоении месторождений Западной Сибири, в непростых условиях большой обводнённости и заболоченности. Здесь пучинистые грунты, резкие сезонные и суточные перепады температур. Подобные геологические и климатические особенности не могут не сказываться на эксплуатации воздушных линий. Наиболее серьёзно они страдают от повреждений фундаментов опор из-за морозного пучения.

Закир АЛЕЕВ (ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)

Текущий ремонт воздушных линий электропередачи делается ежегодно и включает ремонт и выправку отдельных опор, замену повреждённых изоляторов, перетяжку некоторых участков сети, проверку трубчатых разрядников, вырубку разросшихся деревьев. Для устранения дефектов, обнаруженных при осмотрах, составляется график отключения линий. При капитальном ремонте идут масштабная замена опор и высоковольтной арматуры, перетяжка и выправка линий.

Радует, что прогресс не стоит на месте: каждый год появляются новые технологии для ремонта и модернизации линий и подстанций. Однако мы страхуемся, применяем в основном проверенные временем методы. На данный момент у нас в сервисном центре широко внедряется спиральная и линейная арматура для крепления и ремонта проводов, а также грозозащитных тросов.

В последние годы по всему миру наблюдаются погодные аномалии. В Западной Сибири они проявляются в достаточно протяжённом грозовом периоде, когда нередки ураганы, штормы. Бывает много дождей летом, аномально холодные или, напротив, непривычно тёплые зимы. Как следствие – увеличивается количество аварийных ситуаций на линиях.

Коллектив нашего управления молодеет. Сейчас на производстве много молодых талантливых ребят, у которых, как говорится, глаза горят. Предлагается всё больше креативных идей по улучшению работы в сфере энергоснабжения. Другой вопрос, как их реально применить на производстве – экономика не всегда позволяет. Инициативные ребята участвуют в конкурсах на лучшую научно-техническую разработку и на звание «Лучший по профессии». К таким сотрудникам уже другое доверие со стороны руководства.

Вообще, коллектив производственного участка отличается высоким профессионализмом, знанием своего дела и оперативностью. Он подобен бригаде скорой помощи, которая в кратчайшие сроки может спасти всё и вся.

Считаю, что мне очень повезло попасть на участок капитального ремонта воздушных линий и подстанций. У каждого работника есть чему поучиться, и не только в отношении производства, но и по многим другим вопросам.

За всё время работы мне больше всего запомнился конкурс 2014 г. на лучшую научно-техническую разработку молодых специалистов. Мы с коллегой тогда получили 1 место за работу по применению вставки постоянного тока при передаче электроэнергии на Выинтойском месторождении. В 2015 г. я был удостоен звания «Лучший молодой специалист» в номинации «Инженер-энергетик». В 2016 и 2017 гг. участвовал в конкурсе «Лучший по профессии» в качестве сопровождающего. Нам с коллегами тогда было важно отработать практические навыки и закрепить теорию. Старания нашего сервисного центра не пропали даром: звено электромонтёров – Андрей Пономарёв и Ильгиз Рамазанов – заняло 1 место.

В свободное время занимаюсь самообразованием – читаю техническую литературу. Также люблю спорт, играю в футбол, хоккей.

В жизни я опираюсь на честность, справедливость, ответственность за свои действия.

Читателям напомню слова Конфуция: *«Выберите себе работу по душе – и вам ни дня не придётся работать!»* Это не просто мудрое изречение, а принцип жизни. Когда живёшь каким-то делом и отдаёшь ему всю душу, обязательно будет результат. **Эв**

Издательство
ООО «Медиа-холдинг "Западная Сибирь"»

Главный редактор
Иван Рогожкин

Консультант
Людмила Зимина

Обозреватель
Павел Безруких

Над выпуском работали
Анатолий Печейкин
Максим Родионов
Мария Хомутская

Фото
Александр Поляков
Виталий Савельев

Отдел рекламы
E-mail: welcome@oilru.com

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

Facebook
http://facebook.com/energovector

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

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

Подписано в печать
8.02.2018 г.

Цена договорная

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

Мнения авторов статей не всегда отражают позиции редакции

При перепечатке ссылка на газету «Энерговектор» обязательна

Дизайн-макет:
Максим Родионов

Фотография на первой полосе:
Simon Matzinger from Pexels

Межгалактический Интернет

Интересные идеи витают в космосе*

Более полувека назад, в 1962 г., первый директор офиса по технологиям обработки информации агентства ARPA Джозеф Ликлайдер задумал Межгалактическую компьютерную сеть – открытый всем электронный ресурс, «главное и незаменимое средство информационного взаимодействия для правительств, различных организаций, корпораций и частных лиц».

Слово «межгалактическая» в названии сети, вероятно, отражало наступление космического века. После запуска первого спутника и полёта Юрия Гагарина в космос весь мир переживал небывалый эмоциональный подъём от открывавшихся перспектив по освоению межзвёздного пространства.

Промотав ленту истории на 55 лет вперёд, отметим, что в 2017 г. произошёл настоящий прорыв в квантовой коммуникации. Китайские учёные организовали связь между землёй и бортом искусственного спутника на уровне элементарных частиц. Падкие до сенсаций журналисты сообщили об этом событии как о квантовой телепортации. *«Группа учёных из Китайской академии наук провела спутниковый эксперимент по передаче квантовых состояний между парами запутанных фотонов (так называемая квантовая телепортация) на рекордное расстояние – более 1200 км»*, – написала «Газета.ru».

Большинство учёных в качестве практического приложения подобных исследований видит «квантовую криптографию», которая позволяет организовать абсолютно защищённый канал передачи информации. Но есть люди, которые смотрят на технологию квантовой связи шире.

Быстрее света

Китайские учёные заодно провели так называемое тестирование Белла для оценки вероятности нарушений локальности (возможность мгновенно повлиять на состояние удалённой частицы) и получили результат со статистической значимостью четыре сигма (среднеквадратическое отклонение). Переводя это предложение на обыденный язык, можно сказать, что найдены технологии, которые позволяют организовать мгновенную квантовую связь на любом расстоянии.

Рассказывает американский обозреватель Клиф Хай, некогда работавший в корпорации Microsoft и других хайтек-компаниях. *«Я считаю, что любые разумные существа, которые могут изобрести Интернет, рано или поздно это сделают. Это естественный этап в технологическом развитии общества,* – объясняет Клиф Хай. – *Думаю, что следующими естественными достижениями после освоения Интернета должны быть квантовые вычисления и квантовые системы связи. А они позволяют организовать коммуникации без физического носителя – без каких-либо проводов и несущих волн. Если на нескольких серверах или персональных компьютерах разместить взаимно запутанные частицы, получится средство связи, не знающее расстояний и временных задержек. На подобной основе можно построить инновационные квантовые системы телекоммуникации и квантовый Интернет. Это очень круто. Например, не нужны никакие базовые станции. С телефона, в котором имеется "запутанная" квантовая частица, можно звонить везде, хоть под водой, хоть в космосе».*

Иллюстрация: Gregory Lynn + Hounsfield

Если всё это технически осуществимо, тогда, думается, квантовый Интернет неизбежен. Просто потому, что он принесёт огромную выгоду – как конечным пользователям, так и производителям всевозможного оборудования. Дело не только в колоссальном сбережении материалов и энергии. Связь без использования несущих частот должна быть во много раз более безопасной для окружающей среды и здоровья людей, чем привычная для нас радиосвязь.

Всё уже придумано?

Астрономы утверждают, что во Вселенной имеются триллионы галактик, а в них – неисчислимое количество звёзд, подобных нашему Солнцу. Вокруг многих подобных звёзд вращаются планеты, пригодные для жизни. *«Я верю, что где-то во Вселенной есть более старшая по отношению к нам цивилизация (возможно, на миллионы лет), которая уже давно изобрела Интернет, квантовый компьютер и обнаружила у элементарных частиц свойства квантовой запутанности. Там давно построили полноценный квантовый Интернет, отточив технологии и устранив все ошибки. Он получился универсальным и распределённым по всей Вселенной,* – объясняет Клиф Хай. – *И теперь многие триллионы разумных существ, разбросанных по уголкам Вселенной, используют этот универсальный Интернет и наполняют его информацией».*

Энтузиазм Клифа Хая заразителен. И вряд ли кто-то станет возражать против того, что Вселенная огромна, а её ресурсы несравнимы с ресурсами одной планеты и тем более любого отдельного исследователя. Идея подключения к универсальному Вселенскому Интернету действительно обещает мощное ускорение в развитии человечества – по многим направлениям, включая производство энергии. И эта идея уже вдохновила сотни людей. Создан инвестиционный фонд, который собирает средства на разработку и изготовление квантовых модемов, уже есть первые инвесторы, включая самого Клифа Хая.

Через тернии…

Если квантовый модем будет изготовлен и заработает, мы получим некий поток данных. Тогда во весь рост встанут вопросы изучения протоколов и расшифровки/перевода информации, записанной в различных форматах на самых разных языках. Эта задача ещё более сложна и масштабна, чем задача создания квантового модема. Для анализа данных и подбора алгоритмов, вероятно, потребуются весьма мощные квантовые компьютеры. Также возможны трудности с доступом к платным участкам сети и каким-то услугам. Тем не менее, во Вселенском Интернете должны быть те или иные бесплатные зоны или протоколы – хотя бы для того, чтобы можно было перечислить оплату за полный доступ. Насчёт вида самих денег в голову мало что приходит, кроме того, что они должны быть универсальными или просто широко распространёнными, вероятно, криптографическими.

У нас на счету

Где взять средства для оплаты услуг Межгалактического Интернета? Самих денег нет, но у нас имеется ценный товар. Если брать землян за образец, тогда обитатели других планет тоже должны ценить жизнь. А жизнь – это результат природной криптографии, записанной в цепочках ДНК. Чтобы получить начальный межгалактический капитал, мы можем продать братьям по разуму расшифровки геномов каких-то земных растений. Пусть попробуют их воспроизвести и вырастить. **Эв**

* К 90-летию со дня рождения писателя-фантаста Роберта Шекли, рассказы которого печатались в научно-фантастическом журнале Galaxy («Галактика»).

2018 МАРТА

ВЫБОРЫ ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ