Июль 2018 г.

ЭНЕРГОВЕКТОР

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

Крылья инженерной мысли 4
10 лет на службе «ЛУКОЙЛа» 6
Главный диэлектрик 7
Ростовская энергосистема 8

Всерьёз и надолго

19 июня в Москве, на конференции, посвящённой социальной ответственности бизнеса, компания «ЛУКОЙЛ» представила свои ключевые достижения в сфере устойчивого развития. Речь шла об организации производства, охране окружающей среды, благотворительности, а также поддержке предпринимательских инициатив в регионах.

Высокая социальная ответственность – один из приоритетов «ЛУКОЙЛа». О результатах проделанной в этом направлении работы можно узнать из отчётов о деятельности в области устойчивого развития, которые компания раз в два года готовит и публикует для общественности.

Спешная локализация

Правительство РФ на совещании у вице-премьера Дмитрия Козака (курирует топливно-энергетический комплекс) 3 июля 2018 г. поддержало концепцию модернизации старых ТЭС, разработанную Министерством энергетики. Вице-премьер концепцию в целом одобрил, замечания профильных ведомств к проекту постановления Минэнерго носили чисто технический характер. Дмитрий Козак поручил устранить разногласия до 15 августа.

Первый отбор проектов по модернизации ТЭС с началом поставки мощности в 2022–2024 гг. должен состояться до 1 ноября, последние вводы модернизируемых объектов в эксплуатацию ограничены 2031 г. Базовая норма доходности предложена на уровне 14%, локализация оборудования – не менее 90%.

Критики программы заявляют о том, что механизм модернизации слабо обеспечен современным российским оборудованием. Из-за этого победителям первого конкурса, которые будут вводить электростанции в эксплуатацию в 2022–2024 гг., для достижения 90-процентной локализации придётся приобретать морально устаревшие турбины.

Многие генерирующие компании надеялись на то, что норма локализации будет постепенно увеличиваться, начиная с уровня 30–50%, как принято в ДПМ ВИЭ. Это позволило бы предприятиям энергетического машиностроения постепенно замещать иностранные комплектующие турбин и другого оборудования отечественными.

Притяжение энергии

8 июня полномочный представитель Президента Российской Федерации в Северо-Кавказском федеральном округе Олег Анатольевич Фадеев в рамках рабочей поездки на ООО «Ставролен» посетил Будённовскую ПГУ ТЭС – одно из производственных подразделений ООО «ЛУКОЙЛ-Ставропольэнерго».

О. А. Фадеев и сопровождающие его лица осмотрели циркуляционную насосную, вентиляторную градирню, дожимные газокомпрессорные установки, закрытое распределительное устройство 110 кВ, ГТУ Rolls-Royce Trent 60 WLE и паровую турбину Siemens SST-400, а также «сердце» станции – блочный щит управления.

Начальник смены электростанции Н. И. Могилевский рапортовал О. А. Фадееву: «*Электростанция работает в штатном автоматическом режиме, график нагрузок, заданный Системным оператором (в данный момент – 72 МВт), выполняется, производства ООО "Ставролен" обеспечиваются тепловой энергией в соответствии с указаниями диспетчера завода*».

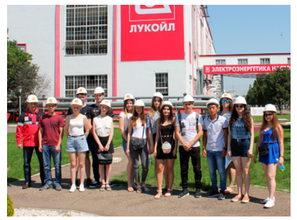
Генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-Ставропольэнерго» Валерий Хилько рассказал высокому гостю о значении Будённовской ПГУ ТЭС для энергобаланса и надёжности региональной энергосистемы, а также отметил, что электростанция готова обеспечить энергией будущих резидентов Будённовского технопарка, включая планируемый к строительству крупный газоперерабатывающий комплекс.

Агенты цифровизации

Председатель Правительства Российской Федерации Дмитрий Медведев дал поручения восьми ключевым министерствам, в том числе Министерству энергетики, ввести должность заместителя министра по цифровому развитию.

«*Решение находится в стадии реализации*, – прокомментировал глава Минкомсвязи Константин Носков. – *Агенты "Цифровой экономики" во всех ключевых министерствах – это одна большая команда людей, занимающихся цифровой трансформацией*».

Программа «Цифровая экономика» разработана во исполнение поручений Президента РФ по реализации послания Федеральному собранию и утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г.



Наглядно и понятно

Краснодарскую ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» посетили студенты Кубанского государственного университета (КубГУ). В рамках Всероссийского фестиваля энергосбережения «#ВместеЯрче» для них была организована и проведена расширенная экскурсия по крупнейшему в Краснодарском крае генерирующему объекту на темы энергосбережения и энергоэффективности. Студенты осмотрели основные производственные участки теплоэлектроцентрали: главный щит управления, цеха паргоазовой установки и химводоподготовки, химическую лабораторию, машинный зал, котёл-утилизатор.

Специалисты станции подробно рассказали экскурсантам о своей работе и энергосберегающих технологиях, применяемых на разных этапах производственного процесса. Экскурсия завершилась совместным фотографированием.

В рамках фестиваля «#ВместеЯрче» на Краснодарской ТЭЦ также прошла экскурсия для детей работников «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго». Гидов на этот раз было много: каждый родитель стремился показать свою работу и рассказать о ней, поэтому школьников передавали от подразделения к подразделению, как эстафетную палочку.

Под солнцем ДПМ

Концерн Siemens хочет стать ключевым поставщиком газовых турбин в рамках программы модернизации российских электростанций и готов для этого локализовать производство газовых турбин мощностью 320 МВт.

«*Моя мечта, конечно, – полностью использовать наши производственные мощности*, – сказал генеральный директор предприятия «Сименс Технологии газовых турбин» (СТГТ) Нико Петцольд. – *Поэтому мы сейчас готовим не только отдельные изделия, но и комплексные решения для клиентов в рамках программы ДПМ-2 в России. Мы хотим стать ключевым поставщиком оборудования для всех участников этой программы*».

Завод СТГТ в Санкт-Петербурге, запущенный в июне 2015 г., рассчитан на локализацию производства турбин Siemens мощностью от 60 до 307 МВт. «*Мы сейчас создаём производственные мощности для 320-мегаваттной турбины, которую начинаем готовить к локализации*», – добавил Нико Петцольд.

Ближе к производству

28 июня 2018 г. в ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» прошла защита дипломных проектов бакалавров и магистров Института морских технологий, энергетики и транспорта Астраханского государственного технического университета (АГТУ). Восемь ребят, обучавшихся на очном отделении вуза по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», защитили выпускные квалификационные работы.

В состав аттестационной комиссии под председательством первого заместителя генерального директора ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» Андрея Лопохи вошли технические руководители и ведущие специалисты энергопредприятия, профессорско-преподавательский состав АГТУ.

Тематика представленных дипломных проектов была разнообразна и затрагивала актуальные вопросы энергетического производства. Например, студенты в своих работах исследовали проблемы влияния качества топлива на характеристики котельного оборудования, рассматривали возможности сокращения потерь и повышения эффективности работы термических деаэраторов.

Члены аттестационной комиссии отметили, что уровень подготовки молодых специалистов вырос, их знания стали более глубокими, причём тематика дипломных работ с каждым годом всё более приближается к производству. Все работы получили оценки «отлично» и «хорошо».

Защита дипломных проектов в стенах ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» уже стала традиционной. И эта хорошая традиция помогает преподавателям вуза определять актуальные темы для будущих дипломных проектов, обеспечить более качественную оценку выпускных работ, а самое главное – продемонстрировать уровень подготовки выпускников вуза, которые в дальнейшем могут стать сотрудниками предприятия.

Чистая энергетика

В ПАО «ЛУКОЙЛ» подведены итоги Смотра-конкурса «Охрана окружающей среды» среди работников и организаций Группы «ЛУКОЙЛ» за 2017 г. Победителем смотра по направлению «Электроэнергетика» признано ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго».

Цифра один

В столичном регионе введена в эксплуатацию первая цифровая электроподстанция «Медведевская», расположенная на территории инновационного центра «Сколково». Энергообъект предназначен для энергоснабжения зданий инновационного кластера и соседних районов жилой и коммерческой застройки.

Подстанция построена в стиле «хай-тек»: фасад здания выполнен из стекла и металла. Как отметил главный инженер по инновациям и проектной деятельности ПАО «МОЭСК» Генадий Сиденко, подстанция полностью укомплектована оборудованием российского производства, в основном – санкт-петербургского завода «Электроаппарат».

Используя новые технологии, «МОЭСК» рассчитывает снизить материальные и трудовые затраты на обслуживание энергообъектов. Управление питающим центром – дистанционное, информация о состоянии оборудования и качестве электроэнергии в режиме онлайн поступает в объединённый диспетчерский пункт «МОЭСК». Цифровые системы также позволяют оценивать вероятности аварий на подстанции, а в случае их возникновения – оперативно предпринимать меры. Кроме того, цифровизация поможет энергетикам уйти от проведения планово-предупредительных ремонтов, перейдя к ремонтам по состоянию.

В заботе о работе

ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» стало победителем муниципального этапа краевого Смотра-конкурса на лучшую организацию работы по охране труда в 2017 г., проведённого Министерством труда и социального развития Краснодарского края при содействии Краснодарского краевого объединения организаций профсоюзов.

Смотр-конкурс проводился с 1 августа 2017 г. по 15 марта 2018 г. среди работодателей Кубани для того, чтобы привлечь внимание к вопросам безопасности труда, повысить заинтересованность организаций в улучшении условий труда, формировании имиджа социально ответственного работодателя и т. д.

Общество «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» победило в номинации «Лучшая организация Краснодарского края в области охраны труда с численностью работающих свыше 100 человек».

Ртуть под запретом

С 1 июля вступили в силу новые требования к светильникам и лампам, установленные постановлением Правительства РФ от 10 ноября 2017 г.

С 1 июля запрещены к продаже компактные бытовые люминесцентные лампы-ретрофиты (выпускаются для существующих светильников со стандартными цоколями), которые содержат соединения ртути. По мнению Минэнерго, они вполне могут быть заменены компактными светодиодными лампами, что позволит не только сберечь природу, но и повысить энергоэффективность домохозяйств.

Также введены ограничения для ртутных ламп высокого давления малой мощности – 250 Вт и ниже. С 1 января 2020 г. эти ограничения будут распространены на лампы большой мощности, которые широко используются в промышленном, уличном освещении и ЖКХ.

Рынок откладывается

Президент России Владимир Путин подписал федеральный закон, который регулирует вхождение новых территорий страны в состав ЕЭС России, а также продлевает льготные цены на электроэнергию в некоторых регионах страны.

По мере строительства новых электросетей прежде изолированные энергорайоны постепенно присоединяются к ЕЭС. Подписанный закон определяет, что отныне правительство может установить переходный период, в течение которого новая территория будет присоединяться к ЕЭС, и поручить Системному оператору управление на новой территории с начала перехода, а не после него, как это происходит в настоящее время.

Закон также переносит с 1 января 2023 г. на 1 июля 2027 г. срок, с которого постепенно будут снижаться доли поставок электроэнергии и мощности по тарифам для потребителей, не относящихся к населению. То есть общее расширение зоны свободного рынка отложено ещё на 4,5 года.

В ряде регионов в виде исключения все потребители платят по тарифам, которые всегда оказываются ниже рыночных цен. Подобное субсидирование, несправедливое по отношению к энергокомпаниям, распространяется на Северный Кавказ, Туву, Карелию. Подписанный Президентом закон продлевает льготные условия для этих регионов.

Good bye, GE

Акции компании GE исключены из знаменитого промышленного биржевого индекса Доу Джонса, где они фигурировали более ста лет. Инвестиционное сообщество жестоко наказало компанию за ряд недальновидных решений, которые привели к провалу её рыночной капитализации. Если в декабре 2016 г. инвесторы на фондовых биржах давали за акцию GE свыше 30 долл., то сегодня она котируется на уровне 13 долл.

В 2013 г. американская компания продала своё производство солнечных панелей (не выдержав ценовой конкуренции с китайскими поставщиками), а в 2015 г. приобрела несколько подразделений французской компании Alstom, включая ветроэнергетический бизнес (который дублировал её собственный) и производство мощных паровых турбин, нацеленное на угольную генерацию.

Угольная генерация по всему миру сегодня сокращается в объёмах из-за ужесточаемых природоохранных требований. Старые угольные электростанции закрываются, новые мало кто строит. А солнечный бизнес процветает – теперь уже не на продаже оборудования, которое сильно подешевело, а на предоставлении услуг по проектированию и строительству фотоэлектрических станций.

Даёшь сверхпроводник!

Чепецкий механический завод (ЧМЗ, г. Глазов, Удмуртия) планирует в текущем году изготовить опытные образцы сверхпроводящих элементов для Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН). Она строит новый, самый крупный в истории ускорительный комплекс FCC (Future Circular Collider), который придёт на смену Большому адронному коллайдеру.

В прошлом году ЧМЗ совместно с Высокотехнологическим научно-исследовательским институтом неорганических материалов им. академика Бочвара (ВНИИНМ, Москва) отрабатывали технологии промышленного изготовлению опытной партии сверхпроводящих стрендов из сплава ниобия и олова (Nb_3Sn).

Стренды представляют собой композиционные изделия, содержащие несколько тысяч тончайших (толщиной в считанные микроны) сверхпроводящих волокон. ЦЕРН выдал положительное заключение по результатам испытания образцов композита с ЧМЗ.

Умные «пилоты»

Научно-производственное объединение «Импульс» (входит в холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» и занимается созданием специализированных автоматизированных систем управления для Ракетных войск стратегического назначения) продемонстрировало руководителям электросетевых компаний решения для электроэнергетики.

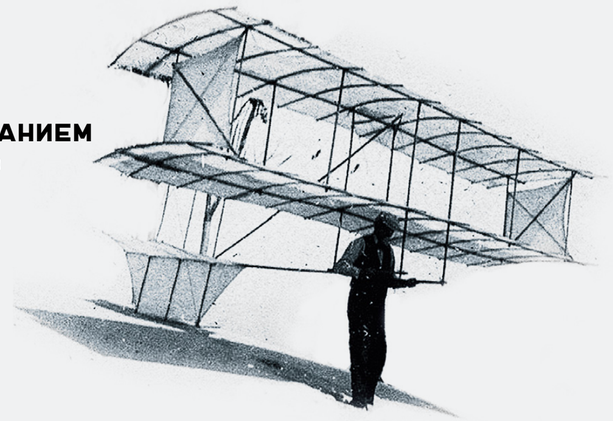
На площадке «Импульса» были представлены отечественное оборудование и программное обеспечение, которые можно применить для создания цифровой электросетевой инфраструктуры. Экспозиция включала интеллектуальные системы учёта, систему неинтрузивного контроля электрической нагрузки, приборы защиты информации и обеспечения связи, беспилотный летательный аппарат для мониторинга воздушных линий электропередачи, решения по разработке систем и производству оборудования для цифровизации электрических сетей. Перечисленные разработки родились в организациях, входящих в радиоэлектронный кластер корпорации «Ростех».

На некоторые решения заказы уже обеспечены: в мае 2018 г. на Петербургском международном экономическом форуме госкорпорация «Ростех», ПАО «Россети» и правительство Ярославской области подписали трёхстороннее соглашение о сотрудничестве. В его рамках в регионе будет создан интеллектуальный инновационный кластер цифровых сетей, а также реализован проект по производству умных электрических счётчиков в количестве не менее 300 тыс. в год.

Кроме того, подписанное соглашение предполагает развитие научно-технического партнёрства предприятий с вузами и научно-техническими предприятиями Ярославской области в сферах разработки и внедрения передовых цифровых технологий, проведения отраслевой экспертизы реализуемых НИОКР, производимой инновационной продукции и подготовки профильных кадров. «*Уверен, сотрудничество "Ростеха", "Россетей" и Ярославской области даст долгосрочный позитивный эффект, повысит инвестиционную привлекательность нашего региона, придаст импульс развитию промышленного производства*», – сказал губернатор Ярославской области Дмитрий Миронов. **эв**

Крылья инженерной мысли

Системы управления оборудованием нужно разрабатывать с самого начала проекта



Человек пытался научиться летать на протяжении многих веков, придумывая различные приспособления и механизмы. Если говорить о моторизованных летающих аппаратах тяжелее воздуха, то первыми успеха добились братья Райт. Почему именно они?

Можно предположить, что братья Райт сумели придать планеру достаточно хорошие аэродинамические свойства или что они не уставали экспериментировать и быстро учились на собственных ошибках, но у меня есть другая версия. Я считаю, что успех братьев Райт объясняется правильным подходом к задаче управления.

Разрабатывая свой самолёт, братья Райт допустили серьёзный промах – расположили спереди довольно крупные дополнительные крылья (см. фото 1), сделав летательный аппарат неустойчивым при порывах ветра. Тем не менее он летал и слушался пилота, поскольку изобретатели изначально применили динамическую систему управления. Эта система обеспечивала достаточно быстрый отклик, компенсируя принципиальную неустойчивость конструкции. Примерно как у велосипеда.

Контуры регулирования

Следующий пример уже из энергетики. Взгляните на фото 2. Это самая первая автоматически работающая ветровая турбина в Соединённых Штатах, использовавшаяся для выработки электроэнергии. Ветроустановка была построена в Кливленде (шт. Огайо) в 1887 г. и прослужила до 1908 г. Спроектировал её инженер Чарльз Браш – один из пионеров в практическом освоении электрической энергии.

Ветряк Браша по тем временам был огромным. Ротор диаметром 17 м был составлен из 144 лопастей. И в этом ветряке были реализованы автоматическая система управления рысканьем, то есть поворотами конструкции вокруг вертикальной оси, а также автоматическая стабилизация скорости вращения ротора и напряжения на выходе генератора. Благодаря этим решениям агрегат без проблем проработал 20 лет. То есть в нём с самого начала проектирования тоже была заложена динамическая система управления. Нужно ли уточнять, что по тем временам это было настоящее прорывное изобретение?

Шаг за шагом

Сегодня, к сожалению, подобные прорывные разработки затруднены. Проблема, например, – в узкой специализации инженеров. Технические системы становятся всё более сложными, поэтому вузам приходится ограничивать количество учебных предметов. (О способах решения этой проблемы применительно к сервису мы писали в «Энерговекторе» за июнь 2018 г. в статье «По пути инноваций». – *Прим. ред.*) И у разработчиков современных систем есть глубокое понимание процессов только в узких рамках их специализации, нет широкого кругозора, каким, например, обладали братья Райт.

Фото 1. Самолёт братьев Райт. 1903 г.

Научно-производственные предприятия и конструкторские бюро сегодня используют метод последовательной организации проектных работ. Например, при создании ветровых турбин сначала идёт расчёт аэродинамики, затем – проектирование механических структур, далее прорабатывается силовая электрическая часть, затем – электронная и только под конец специалисты начинают отлаживать алгоритмы управления всей системой.

Подобная организация работ ограничивает возможности конструкторов, не позволяя им создавать оптимальные системы.

Холистический синтез

Я предлагаю вернуться к мультидисциплинарной параллельной разработке систем, с самого начала проекта закладывая модели управления ими. Все подразделения корпораций, имеющие отношение к проекту, должны трудиться вместе, в плотном контакте друг с другом. Не только инженеры-механики, технологи и учёные-материаловеды, но и электрики, экономисты, специалисты по сертификации и сервису должны работать совместно.

Фото 2. Ветрогенератор Чарльза Браша

При этом параметры системы управления в виде контуров обратной связи, тактовых частот, показателей стабильности и т. д. выбираются на ранних этапах. Таким образом мы сможем получить оптимальные результаты.

Для примера могу рассказать о двух успешных проектах, в которых мне лично довелось участвовать. В конце 1990-х мы разрабатывали ветровую турбину, в которой заложили усовершенствованную систему управления углами поворота лопастей и скорости вращения ротора в зависимости от силы ветра, электрической нагрузки и других факторов.

Предельная ветровая нагрузка на лопасти сократилась, что позволило облегчить их на 22%, ступица была облегчена на 1,4%, подшипники ротора – на 1,2%, главный вал – на 1,9%, несущие конструкции внутри гондолы – на 2,8%, блок мультипликатора потерял 3,4% веса и т. д. В итоге мы сумели существенно снизить механическую нагрузку на башню, что позволило сильно её облегчить. Башня получилась примерно на треть дешевле, чем у конкурентов, при той же мощности ветровых установок.

Другой проект касается систем водоочистки для крупного города. Обычно такие системы имеют линейную структуру (вода последовательно проходит ряд фильтров), а мы ввели контуры рециркуляции. Упрощённо говоря, мы разделяли очищенные и недоочищенные компоненты, отправляя последние на повторную обработку. При этом для оптимизации общего потока нам пришлось создать динамическую систему регулирования с датчиками и цепями обратной связи. В итоге, мы сумели повысить качество очистки, сократив капитальные затраты на строительство водоочистной станции.

В предлагаемой мной концепции параллельной разработки важно под каждый проект собрать сообщество специалистов из разных областей, сразу охватывая инженерные, экономические, экологические и другие аспекты проекта.

* * *

В агентстве ARPA-E предложенная концепция будет применена при разработке систем обессоливания морской воды, волновых и приливных генераторов, ветровых турбин, а также при совершенствовании традиционных способов энергетического производства на атомных, угольных, газовых и геотермальных электростанциях.

Марио Гарсия САНЗ,
директор научно-исследовательской программы агентства ARPA-E

Плазма под ногами

Чем объясняются повышенная вулканическая активность и разломы земной коры

В настоящее время на Земле нарастает вулканическая активность. Самый свежий пример – остров Гавайи, где потоки лавы из вулкана Килауэа заставили местные власти переселить тысячи людей и остановить геотермальную электростанцию. Подобные явления будут усиливаться где-то до 2021 г., так что впереди нас ждут непростые годы.

Причины повышенной вулканической активности чисто астрономические. Крупные планеты Солнечной системы собрались в одном месте, создав мощное гравитационное воздействие на Землю. Кроме того, на неё влияют процессы, происходящие на Солнце.

Становится зябко

Наша Вселенная имеет электрическую природу. Эта природа проявляется, в частности, тем, что в августе космический ионный щит нашей планеты отодвигается, смещаясь к Солнцу. Этот момент обычно совпадает с сезоном ураганов в США, которые возникают в результате перемещения тепла с экватора к Северному полюсу.

Как отмечают астрономы, в настоящее время мы проходим глубокий минимум солнечной активности. Подобные минимумы – предвестники малых ледниковых периодов. Человеческая жизнь коротка, а потому термин «малый ледниковый период» нам мало что говорит. Чтобы его понять, нужно описать типичные эффекты.

1816 г. прозвали «годом без лета» – в Западной Европе и Северной Америке держалась необычайно холодная погода. В марте 1816 г. сохранялись зимние температуры, в апреле и мае было неестественно много дождей и града, в июне и июле в Северной Америке каждую ночь случались заморозки. В Нью-Йорке и на северо-востоке США выпадало до метра снега. Германию неоднократно терзали сильные бури, многие реки (в том числе Рейн) выходили из берегов. В Швейцарии каждый месяц выпадал снег.

Необычный холод привёл к катастрофическим неурожаям. Весной 1817 г. цены на зерно выросли в десять раз, население голодало. Десятки тысяч европейцев, к тому же страдавших от последствий наполеоновских войн, эмигрировали в Америку.

В 1820 г. американский учёный Уильям Хамфрейс нашёл объяснение «году без лета». Он связал изменение климата с мощным извержением вулкана Тамбора на индонезийском острове Сумбава в апреле 1815 г. Тогда в атмосферу было выброшено, по нынешним оценкам, около 150 км³ пепла. Пепел вызвал в Северном полушарии эффект вулканической зимы, который ощущался на протяжении нескольких лет.

Возможно, нас ждёт нечто подобное, надеюсь, в более мягком варианте. В худшем случае нам придётся отказаться от дальних авиаперелётов и выращивать урожаи в теплицах.

Жар изнутри

Растущая вулканическая активность, помимо влияний других планет, подпитывается повышением температуры и давления в недрах Земли. Каким образом?

Напомню, что Солнечная система движется через межзвёздное облако со скоростью около 23 км/с. При этом планеты вращаются в плоскости, перпендикулярной направлению движения всей Солнечной системы. Строго говоря, они обращаются не вокруг Солнца, а вместе с Солнцем вокруг общего центра масс. При этом светило немного выступает вперёд по направлению движения Солнечной системы, а планеты – отстают. И солнечная корона образует электромагнитный щит, закрывающий Землю от части космических лучей.

Гляди в корень

Как написано в учебниках по геологии, Земля имеет магнитное ядро, созданное расплавленным металлом – никелем и железом. Дескать, оно быстро вращается, создавая магнитное поле Земли. По моему убеждению, это полная чепуха. Жидкий металл не может создавать магнитное поле.

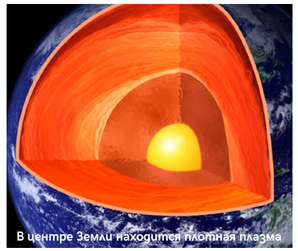
В центре нашей планеты находится плазма. Плазменное ядро Земли можно считать реактором ядерного синтеза. И высокоэнергетические частицы (кварки, нейтрино, гамма-фотоны…) – космические лучи – свободно проходят сквозь Землю, если не попадают в её относительно небольшое плазменное ядро. А там плазма создаёт мощнейшие электрические и магнитные поля, которые способны захватывать высокоэнергетические частицы.

Вместе с космическими лучами плазменное ядро Земли захватывает огромную энергию. И поскольку для этой энергии нет выхода, в ядре происходит рождение материи (по фундаментальной закономерности Эйнштейна $E=mc^2$, в обратной записи: $m=E/c^2$). Нарождающаяся материя распирает нашу планету изнутри.

Материя в ядре Земли возникает таким же образом, как её пытаются создать учёные на ускорителях в ЦЕРНе. Сталкивая пучки квазичастиц, там переводят энергию в материю, надо сказать, вполне успешно.

Не догадываясь о росте Земли, можно много чего нафантазировать, например, волны высотой 3000 м. Чтобы объяснить тот факт, что высоко в горах находят остатки моллюсков и других морских обитателей, некоторые исследователи всерьёз поверили в библейский Всемирный потоп. Дескать, поднялась гигантская волна, которая принесла на сушу морскую фауну. Ничего подобного на Земле не было. Вода не перекатывалась через континенты.

Существует научная гипотеза о том, что нынешние континенты Земли когда-то образовывали единое целое – континент Пангею,



В центре Земли находится плотная плазма

объединявшую практически всю сегодняшнюю сушу. Впоследствии Пангея разделилась на части, которые расползлись в стороны на многие тысячи километров. Задайтесь вопросом: какие силы создали один супематерик и какие растащили его части по сторонам света? Учёные придумали эту нелепую гипотезу, поскольку не могли даже представить, что наша планета растёт изнутри. Я же скажу, что Пангея когда-то целиком покрывала поверхность Земли, можно сказать, являлась её корой, а сама Земля по площади была по крайней мере на 60% меньше, чем сегодня. Планета была частично или полностью покрыта морями и океанами, вот откуда взялись остатки морских раковин высоко в горах. Благодаря росту Земли на океаническом дне располагаются самые молодые породы, а на суше – самые старые.

Конечно, можно долго спорить насчёт того, как возникли горы, но существование огромных равнин, приподнятых или опущенных относительно уровня моря, нельзя объяснить горизонтальным движением тектонических плит.

Большой рывок

Надо понимать, что новая материя возникает в ядре Земли постоянно, но в некоторые моменты, когда накапливается большое количество энергии, этот процесс резко ускоряется. То есть планета прирастает рывками.

Сегодня мы наблюдаем как раз подобный рывок, связанный с наступающим глубоким минимумом солнечной активности. Корона Солнца, которая ранее имела температуру 5000 К, сжимается и охлаждается до температуры 3000 К. Я помню, что в моём детстве Солнце было жёлтым, а сейчас оно всё больше обретает красноватый оттенок. И поскольку солнечная корона уменьшается в размерах, она своим магнитным полем хуже экранирует Землю от космических лучей, несущих огромную энергию.

За подтверждениями ускоренного роста Земли далеко ходить не надо. В пустыне в шт. Аризона недавно образовалась огромная трещина длиною более трёх километров, достигающая в ширину нескольких метров. Гигантская трещина около 15 м в глубину и порядка 20 м в ширину появилась в Кении, неподалёку от г. Найроби.

На Гавайях вулкан Килауэа сжёг лавой посёлок Капохо. Обычно Килауэа интенсивно извергается от пяти недель до восьми месяцев, после чего затихает, но на этот раз его активность будет только усиливаться и в итоге затянется на несколько лет. Вулкан столь яростен потому, что крупные планеты своим суммарным гравитационным полем «разрывают» земную кору, а внутри Земли ускоренно рождается новая материя, нарастают давление и температура.

* * *

Наступление малого ледникового периода должно отразиться на энергетике. Солнечные электростанции станут не столь перспективными, как мы считаем сегодня, и среди новых возобновляемых источников энергии на первое место вырвется ветер. Также можно ожидать возвращения интереса к гидроэнергетике всех видов и сохранения спроса на традиционные энергоносители для отопления.

Клиф ХАЙ
(WWW.HALFPASTHUMAN.COM)

Профи по энергии

Отсчёт – 10 лет: как растёт и развивается энергосетевая компания «ЛУКОЙЛа»

В соответствии с Программой стратегического развития компании «ЛУКОЙЛ» на 2008–2017 гг. её энергетические активы в 2008 г. были объединены в новую структуру – бизнес-сектор «Электроэнергетика».

В рамках структурной реформы в июле 2008 г. было создано специализированное сервисное общество «ЛУКОЙЛ–ЭНЕРГОСЕТИ», которое было наделено функциями единого сетевого оператора организаций Группы «ЛУКОЙЛ» по передаче электроэнергии, эксплуатации и ремонту электроэнергетического оборудования.

Позднее в целях консолидации регулируемых видов деятельности по обслуживанию объектов производства и транспортировки тепловой энергии, водоснабжения и водоотведения правление компании приняло решение о передаче данных видов деятельности в ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

О том, какой путь предприятие прошло за 10 лет, мы беседуем с его генеральным директором Алексеем КОРОБИЦЫНЫМ.

— Алексей Владимирович, примите наши поздравления с 10-летием предприятия. Общество «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» работает стабильно и надёжно, выполняя свои задачи. Какие события и достижения в его жизни Вы считаете самыми значимыми?

— Спасибо за поздравление. Я думаю, что оно адресовано всему нашему коллективу, каждому его работнику независимо от должности и служебных обязанностей.

За десятилетнюю историю ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» произошло много событий. Выделить наиболее важные из них будет сложно, да и не совсем корректно. Потому что значимость событий зависит от того, когда мы их оцениваем. Пожалуй, главное достижение – нам 10 лет. Общество успешно выполняет поставленную компанией задачу – надёжно обеспечивает энергией предприятия Группы «ЛУКОЙЛ».

Энергетика подобна здоровью. Человек редко о нём задумывается, пока не заболеет или не получит травму. Аналогичным образом на энергетику обращают внимание, когда вдруг прекращается подача электроэнергии или тепла. В этом смысле важно, что мы сняли с наших заказчиков заботы, касающиеся надёжной работы энергетического оборудования, позволив коллегам сосредоточиться на их основных задачах – добыче и переработке углеводородного сырья.

— Насколько велико электрохозяйство?

— По масштабам деятельности наше общество соизмеримо с крупной региональной сетевой компанией. В зоне нашей эксплуатационной ответственности – воздушные и кабельные линии различных классов напряжений протяжённостью более 29 тыс. км, свыше 14 тыс. кустовых трансформаторных подстанций, 993 единицы силовых трансформаторных подстанций и распределительных устройств напряжением от 6 до 220 кВ, 30 газотурбинных и газопоршневых электростанций общей установленной мощностью 927 МВт.

— В 2013 г. обществу были поручены новые большие задачи по тепло-, водоснабжению организаций Группы «ЛУКОЙЛ», а также водоотведению. Как вы справились?

— Мы не могли не справиться с новыми задачами, в частности, потому что нам также были переданы необходимые для их решения профессиональные коллективы. Сегодня наши специалисты эксплуатируют 171 котельную, 320 водозаборных и очистных сооружений, 328 артезианских скважин, а также сети тепло-, водоснабжения и водоотведения протяжённостью практически 2 тыс. км.

Исполняя решение правления компании об исполнении новых функций, мы смогли найти способы оптимизации затрат, снизить удельную численность персонала, работающего в соответствующих направлениях.

— Каким образом сегодня развивается организация?

— Компания «ЛУКОЙЛ» активно наращивает новые производства, придавая большое значение стабильному энергообеспечению своих предприятий. Результат – постоянный рост количества объектов энергетики. Мы присутствуем практически во всех регионах РФ, где работают предприятия Группы «ЛУКОЙЛ», и развиваемся вместе с ними.

Например, на Восточно-Таймырском участке (север Красноярского края) наши специалисты эксплуатируют энергооборудование с начала разведочного бурения. Наиболее крупные энергетические объекты, введённые в эксплуатацию, находятся, в частности, на Имилорском и Пякяхинском месторождениях в Западной Сибири, на месторождении им. В. Филановского на Северном Каспии.

Не секрет, что легкодоступная нефть уже добыта. Сегодня разрабатываются геологически сложные участки и месторождения с тяжёлой, вязкой нефтью, где нужно использовать тепловую энергию для разогрева пластов. Например, для интенсификации добычи в Нефтешахтном управлении «Ярегаанефть» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» в последние годы были введены новые парогенераторные установки. Котельные, эксплуатируемые более 50 лет, приведены в соответствие с требованиями действующих правил. Построен и введён в эксплуатацию современный энергоцентр мощностью 75 МВт, который обеспечил электроэнергией не только Ярегскую и Лыаельскую площади, но и завод «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка».

— В последнее десятилетие нефтяной рынок напоминал американские горки. Стоимость нефти доходила до 147 долл. за барр. и падала вниз до 26 долл. Как эти скачки сказались на работе предприятия?

— Мы не почувствовали ни колебаний конъюнктуры на рынках, ни санкций. Компания «ЛУКОЙЛ» работает стабильно, используя преимущества хорошо отлаженной вертикальной производственной интеграции.

Естественно, мы постоянно занимаемся оптимизацией производства, сдерживая рост численности персонала. Но это нормальный процесс, который не сказывается на качестве наших услуг и финансовом состоянии наших работников. Заработная плата индексируется, социальная поддержка сохраняется в полном объёме, наши сотрудники чувствуют себя спокойно и уверенно.

— Какие наиболее крупные проекты, завершённые за последние три-четыре года, Вы бы выделили? С какими трудностями сталкиваются специалисты ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» на новых объектах?

— У нас не только увеличивается объём работ. Задачи становятся всё более сложными и разнообразными. В последние годы мы начали эксплуатировать объекты распределённой генерации. Для координации работ по новому направлению в центральном аппарате общества была создана отдельная вертикаль управления, которой руководит мой заместитель Сергей Викторович Железняков.

На производственных площадках «ЛУКОЙЛа» в последние годы были построены и введены в эксплуатацию современные газотурбинные электростанции мощностью в десятки и сотни мегаватт. Там установлено сложное оборудование, требующее от обслуживающего персонала самых обширных технических знаний и навыков. Особо стоит отметить ввод эксплуатацию энергоцентра собственных нужд мощностью 200 МВт в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», Усинскую и Ярегскую ТЭЦ мощностями 100 МВт и 75 МВт соответственно на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Коми».

Масштабной задачей для наших специалистов стало обслуживание теплогенерирующих мощностей на Ярегском месторождении – около ста объектов установленной мощностью 1360 Гкал/ч – и их приведение к нормативным требованиям (подробнее см. «Энерговектор» № 2/2017, с. 7. – *Прим. ред.*).

— Какой эффект даёт распределённая генерация для предприятий «ЛУКОЙЛа»?

— Стабильно работающие энергообъекты вносят немалый вклад в экономику добычи, позволяя с максимально возможной эффективностью получать углеводородное сырьё на ключевых производственных площадках компании на территории Западной Сибири, в Республике Коми. В ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» налажено чрезвычайно эффективное производство электрической и тепловой энергии.

Благодаря синергетическому эффекту удельные показатели топливных затрат выведены на мировой уровень и даже превосходят его.

— Есть ли сегодня в региональных управлениях общества потребность в кадрах? Если да, в каких?

— В регионах деятельности общества, таких как Западная Сибирь, Республика Коми, очень небольшая плотность населения – трудовых ресурсов не хватает, а инженеров-энергетиков просто взять негде. Там мы используем исторически сложившийся традиционный вахтовый метод. Безусловно, мы ощущаем дефицит кадров.

Для решения кадровой проблемы налажено сотрудничество с профильными вузами в Казани, Уфе, Тюмени, Томске, Ухте. Кроме того, общество принимает участие в ярмарках вакансий, прицельно рекрутирует молодых специалистов с высшим образованием.

— Что Вы хотели бы сказать работникам предприятия в связи с его 10-летием?

— От имени всего руководства ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» и себя лично хочу поблагодарить всех работников за добросовестный труд.

Без сомнений, общество и далее будет успешно развиваться и двигаться вперёд, обеспечивая надёжное энергоснабжение предприятий Группы «ЛУКОЙЛ».

Желаю вам здоровья, семейного благополучия, новых трудовых свершений. **Эв**

Главный диэлектрик

Эволюция фотоэлектрических панелей. PERC, PERT, PERL – что дальше?

В начале июня были обнародованы имена двух лауреатов премии «Глобальная энергия» за 2018 г. Один из них, австралиец Мартин Грин, удостоен высокой награды за исследования и разработки в области фотовольтаики. Изобретённые Мартином Грином солнечные элементы PERC (Passivated Emitter and Rear Contact) сегодня становятся фактическим стандартом во всём мире. Давайте поближе с ними познакомимся.

Сразу следует отметить, что, в отличие от металлов, для которых термин «пассивирование» означает снижение химической активности с помощью защитной плёнки, полупроводники нужно диэлектрически пассивировать для уменьшения паразитной рекомбинации носителей заряда.

На этапах организации массового производства кремниевых солнечных элементов (СЭ), в 1980-х, когда их производители мыслили мега-, а не гигаваттными категориями, большинство СЭ изготавливалось по технологии Al-BSF (Back Surface Field) с алюминиевым покрытием тыльной поверхности, которое пассивировало полупроводник внутренним электрическим полем (см. рис. 1). Диэлектрическое пассивирование контакта тогда вообще не применялось.

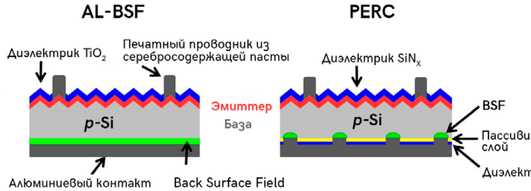


Рис. 1. Структура солнечных элементов Al-BSF и PERC

На фронтальную поверхность (эмиттер) чаще всего наносился диэлектрический слой оксида титана TiO_2 путём распыления раствора или химического осаждения паров при атмосферном давлении (APCVD). Благодаря подходящему показателю преломления и небольшому паразитному поглощению света этот слой служил в первую очередь антиотражающим покрытием. Пассивирование эмиттера также не применяли – ни поверхностное, ни объёмное. Несмотря на то, что солнечная энергетика развивается взрывообразно, технология Al-BSF широко используется и поныне.

Каковы минусы этой технологии? Часть солнечного света, которая прошла через полупроводник, не выбив электроны, доходит до тёмного контакта кремний/алюминий, где просто поглощается, вызывая лишний нагрев СЭ. Кроме того, некоторые электроны ухитряются пройти через толщу базы и добраться до заднего контакта, в результате вырабатываемый ячейкой ток частично замыкается внутри неё.

На троне – Нитрид Кремния

Случившаяся в 1990-х «Первая диэлектрическая революция» ознаменовала конец эры TiO_2. Несколько институтов и компаний (австралийский Университет Нового Южного Уэльса, Mobil Solar, Kyocera, Imec и др.) разработали перспективный технологический процесс покрытия поверхности СЭ нитридом кремния. Полученный при этом тип СЭ с пассивированным эмиттером получил название PERC (Passivated Emitter Rear Cell). Существуют также СЭ типа PERL (Passivated Emitter Rear Locally diffused) и PERT (Passivated Emitter Rear Totally diffused).

Одновременно были созданы два варианта техпроцесса: на основе низкотемпературной плазмы (PECVD) и высокотемпературной плазмы при низком давлении. В дальнейшем первый вариант оказался более эффективным и гибким.

Суть революции можно описать двумя словами: водородное пассивирование. Водород, содержащийся в слое PECVD-SiN_x:H, освобождается в процессе нагрева при трафаретной печати контактов, обеспечивая пассивирование поверхности эмиттера и объёма материала. С тыльной стороны СЭ формируется отражающий слой, в результате эффективность элемента заметно увеличивается (на 1–1,5 процентных пункта, или около 10%). Особенно это актуально для СЭ из поликристаллического кремния, менее качественного по сравнению с монокристаллическим.

Более того, при этом значительно упрощается сам техпроцесс, т. к. при вжигании печатных контактов сквозь слой SiN_x:H за одну технологическую операцию обеспечиваются эффективное пассивирование эмиттера и образование структуры Al-BSF на тыльной поверхности СЭ.

Пассивирование фронтальной поверхности пластины позволило снизить степень легирования эмиттера, что, в свою очередь, облегчило разработку новых серебросодержащих паст (образуют печатные проводники), хорошо контактирующих с высокоомными эмиттерами. В конечном счёте, у технологии PECVD-SiN_x:H оказался только один реальный недостаток – необходимость применять дорогое вакуумное осаждение. Но практика свидетельствует, что преимущества процесса значительно перевешивают этот недостаток. На протяжении двух десятилетий многие изготовители СЭ внедрили PECVD-осаждение в различных вариациях.

Хотя технология PERC/PERL увидела свет в начале 1990-х, она только получает широкое признание, появляясь в пилотных проектах и на индустриальных производственных линиях.

Вся власть – Оксиду Алюминия!

«Вторую диэлектрическую революцию» возглавил другой высокоэффективный диэлектрик – Al_2O_3. Его наиболее ценное свойство также можно описать двумя словами: отрицательный заряд. Эта особенность материала позволила разработчикам СЭ обойти один из подводных камней технологии PERC на *p*-Si. Дело в том, что пассивирование тыльной поверхности положительно заряженным материалом приводит к формированию в *p*-Si инверсионного слоя, который, в свою очередь, приводит к потере образовавшихся носителей заряда за счёт шунтирования, снижая характеристики СЭ. Этот вредный эффект становится особенно заметным при снижении уровня освещённости – вплоть до того, что элементы становятся менее эффективными, чем основанные на традиционной технологии Al-BSF. Отрицательно же заряженный диэлектрик вместо инверсионного слоя образует аккумулирующий слой, исключая проблему.

Хотя Al_2O_3 использовался ещё в 1980-х для создания металл-диэлектрик-полупроводниковых СЭ, интерес к нему вернулся после того, как европейские исследователи предложили использовать этот отрицательно заряженный диэлектрик в PERC-элементах из *p*-Si.

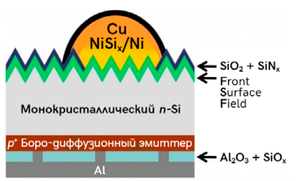


Рис. 2. Структура элемента *n*-Si типа PERT с тыльным переходом, созданного в Imec

И в этом случае выбор подходящей для массового производства технологии оказался непростым, но с годами изготовители оборудования в кооперации с учёными вывели на рынок установки нанесения Al_2O_3 нескольких видов: атомно-слоевого осаждения (ALD) в ряде вариантов (термическое, пространственное, плазменное), PECVD, напыления, APCVD и даже трафаретной печати. Лидируют в настоящее время технологии пространственного ALD и PECVD. Первая – благодаря эффективному использованию материала, высокому качеству получаемого диэлектрика и небольшой толщине слоя, вторая – благодаря простоте модернизации существующих технологических линий, многие из которых построены на базе систем PECVD-SiN_x. Ожидается, что в ближайшие годы будет расти доля линий для производства элементов *p*-Si, вновь построенных или модернизированных для внедрения технологии Al_2O_3-PERC.

n-Si укажет путь

Другая ожидаемая тенденция, кроме расширения доли рынка, занятой поликристаллическими элементами на основе *p*-Si, – постепенный переход от *p*-Si к монокристаллическому *n*-Si. И здесь найдётся применение Al_2O_3, поскольку используемые в таких элементах легированные бором эмиттеры потребуют высокоэффективного пассивирования поверхности. Измерения, проведённые в лабораториях института Imec, показали существенное снижение скорости поверхностной рекомбинации при использовании Al_2O_3 по сравнению с термическим SiO_2. До такой степени, что в пассивированных Al_2O_3 эмиттерах преобладает Оже-рекомбинация, а поверхностным её компонентом можно пренебречь.

Эти результаты были получены на элементе *n*-Si типа PERT с тыльным переходом, разработанном в Imec (см. рис. 2). Фронтальные контакты этого СЭ покрыты медно-никелевым сплавом. Благодаря высокоэффективному пассивированию с помощью Al_2O_3 была достигнута предельная эффективность 21,5%.

Хотя доля рынка, занимаемая элементами PERC, в ближайшие годы будет расти, возможно, назревает новая «диэлектрическая революция», которая снова выведет оксид кремния на передовые позиции. Суть её опять-таки выражается в двух словах: пассивированные контакты. Благодаря повышению качества исходного материала и высокоэффективным методам пассивирования поверхностей рекомбинационные токи существенно снижены. Теперь часто бывает так, что доминирующую роль в рекомбинационных токах играет область металлических контактов. Причиной могут послужить, например, дефекты лазерной абляции диэлектрика, обеспечивающей контакт между полупроводником и металлом, что сильно влияет на рекомбинацию генерируемых малочисленных носителей заряда.

Необходима селективная схема контактов, которая формирует пассивирующий барьер для малочисленных носителей, не создавая резистивного барьера для многочисленных. Одно из решений, кроме СЭ с гетеропереходами, – использование туннелирующего диэлектрика в сочетании с тонкоплёночным эмиттером и BSF. Достичь этого можно с помощью сверхтонкого (~1 нм) слоя оксида, формируемого химическим способом или путём термического окисления.

Алексей БАТЫРЬ

ЭНЕРГИЯ ЮЖНАЯ

Трудная история Ростовской энергосистемы: через взлёты и падения – к стабильному развитию

Ростовская энергосистема – одна из старейших в стране. Наряду с Московской и Ленинградской, она была создана практически сразу после окончания Гражданской войны. Почти за век своего существования донская энергетика прошла целый ряд трансформаций, о которых мы сегодня расскажем читателям.

Первые объекты

Электрификация на Дону, как и вообще в стране, до Октябрьской революции развивалась медленно и охватывала лишь несколько крупных городов Области Войска Донского (административно-территориальная единица Российской империи, населённая в значительной мере донскими казаками и управлявшаяся по особому положению). При этом подавляющее большинство дончан (практически – 90%) жили в сельской местности и, как говорится, слыхом не слыхивали ни о каком электричестве.

Первая городская электростанция Ростова-на-Дону, построенная московской фирмой «Н. Феттер и Е. Гинкель» в Никольском переулке, была пущена в эксплуатацию в сентябре 1896 г, вторая и третья – в 1901 г. и 1909 г.

К 1910 г. суммарная мощность всех ростовских электростанций достигла 7920 кВт, они работали в основном на коммунальные нужды – освещение, трамвайные линии и водопровод. Промышленные предприятия переходили на новый вид энергии медленно, долгое время экономическая эффективность и безопасность электричества были под сомнением.

Второй по величине город области – Таганрог – до 1919 г. вообще не имел электростанций общего пользования. А небольшие промышленные генераторы работали только на местных металлургическом и котельном заводах.

К 1914 г. суммарная мощность всех донских электростанций составила немногим более 24 МВт. При этом все они работали изолированно и не обеспечивали бесперебойного электроснабжения потребителей.

Донщина была типичной аграрно-сырьевой областью, в общем балансе её производства сельское хозяйство занимало львиную долю – 4/5 объёма. К началу революции крупных предприятий насчитывалось около 300, а мелких, кустарных производств – несколько тысяч на всю область.

По Плану ГОЭЛРО, Шахтинская ГРЭС стала основой краевой энергетики

Рождённая революцией

После Гражданской войны и так небольшой объём выработки электроэнергии упал до 60% от дореволюционного. Чтобы как-то выправить ситуацию, 20 апреля 1921 г. тогдашняя коллегия Донского Совета народного хозяйства приняла решение объединить работающие городские электростанции в Управление объединёнными государственными электрическими станциями г. Ростова-на-Дону и Нахичевани-на-Дону – «ДонГЭС». В свежесозданное управление вошли четыре городские электростанции с общей численностью работающих 733 человека. Так было положено начало энергетической системе нынешней Ростовской области.

Новым курсом

В 1920–1930 гг. на Дону развернулось крупное промышленное строительство: возведена Ростовская обувная фабрика, реконструирован паровозостроительный завод, развёрнуто строительство «Ростсельмаша», впоследствии ставшего одним из крупнейших в Европе заводов по производству сельхозтехники, и т. д. Область меняла экономическую модель с чисто аграрной на аграрно-индустриальную.

Кроме того, росла добыча антрацита, число шахт быстро увеличивалось и к 1926 г. превысило полсотни. Промышленные объекты стремительно требовали всё больше электроэнергии, а с учётом доступности топлива (каменного угля) на Дону получать её было проще, чем в других регионах. Постепенно доли промышленного и сельскохозяйственного производства в экономике области сравнялись.

Отходы – в дело

Мощнейший толчок для экономического развития области дал План ГОЭЛРО. Новые электростанции начали сдаваться в эксплуатацию уже начиная с 1924 г. План ГОЭЛРО для Дона имел любопытную особенность – проектировались котлы, способные сжигать дешёвое и непригодное для других целей топливо – антрацитовый штыб, который образуется после обогащения антрацитового угля.

Пионерами по отработке технологии сжигания антрацитового штыба в пылевидном состоянии практически одновременно стали Украинская ССР и Северо-Кавказский край (в который Ростовская область входила до 1934 г.). Штэровская ГРЭС в Луганской области и Шахтинская ГРЭС имени Артёма в Ростовской стали первыми станциями, работавшими на антрацитовом штыбе.

На Ростовской ТЭЦ-2 применены малогабаритные котлы с вихревой топкой

Благодаря обильному половодью Цимлянская ГЭС в 2018 г. работает с хорошей загрузкой

Новочеркасская ГРЭС работает на газе и антрацитовом штыбе

С пуском Шахтинской ГРЭС в декабре 1929 г. была создана энергетическая база Дона, предусмотренная Планом ГОЭЛРО. Установленная мощность первой очереди составляла 44 МВт, а в 1935 г., когда было закончено строительство второй очереди, мощность станции увеличилась до 90 МВт. Шахтинская ГРЭС долгое время оставалась крупнейшей электростанцией на всём Северном Кавказе.

В 1930-е на Ростовской ГЭС-1 (тогда эта аббревиатура расшифровывалась, как «государственная электрическая станция») впервые в СССР было освоено сжигание местного антрацита в топках энергетических котлов. Здесь же опробовали первую отечественную турбину, изготовленную на Ленинградском металлическом заводе, и также отработали технологию сжигания антрацитового штыба в котле с центральным пылезаводом.

Последующее строительство крупных электростанций (Несветай ГРЭС, Новочеркасской ГРЭС, Цимлянской ГЭС, Волгодонской ТЭЦ-1 и Волгодонской ТЭЦ-2, Ростовской АЭС и др.) практически всегда диктовалось возраставшей потребностью промышленности в энергии. Причём энергетические мощности, как правило, прирастали опережающими темпами.

Одновременно с пуском новых генерирующих объектов развивалось и линейное хозяйство, формировались первые сетевые предприятия: «Ростовэлектросеть» (сегодня это филиал МРСК Юга «Центральные электрические сети Ростова-на-Дону»), «Таганрогэлектросеть» («Юго-Западные электрические сети»), «Шахтэлектросеть» («Западные электрические сети»). Сетевой Цимлянский район («Восточные электросети») образовался в 1953 г., через год после пуска Цимлянской ГЭС, и обслуживал весь восточный сектор области.

Заново отстроить

Великая Отечественная война принесла тяжёлые испытания для энергетиков оккупированной Ростовской области. Энергетическое хозяйство было практически полностью разрушено. Часть станционного и сетевого оборудования была вывезена на Восток страны, оставшиеся линии электропередачи и подстанции зачастую попросту уничтожались.

После окончательного освобождения области от оккупантов в 1943 г. энергетики принялись восстанавливать энергоснабжение. Эвакуированное силовое оборудование прибывало на электростанции и заново монтировалось в полуразрушенных цехах. Энергия была необходима для возвращения к мирной жизни. Свет и тепло, вновь появляясь в домах и на предприятиях, заряжали людей верой в светлое будущее.

К 1945 г. установленная мощность электростанций Дона достигла половины довоенной, а валовая продукция промышленности составляла почти 40% довоенного уровня.

Новые мощности

Первой крупной послевоенной стройкой стала Цимлянская ГЭС. Всего за три года, в 1949–1952 гг., на Дону была сооружена грандиозная земляная плотина и построена единственная на реке средненапорная гидроэлектростанция. Строительство Цимлянской ГЭС (сегодня станция принадлежит ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго») помогло решить целый комплекс проблем – в энергетике, сельском хозяйстве и на транспорте. Помимо производства электроэнергии были налажены судоходство на Нижнем Дону, орошение засушливых донских степей, водоснабжение ряда городов и разведение промысловых рыб в Цимлянском водохранилище.

Вообще говоря, 1950–1960 гг. ознаменовались в Ростовской области бурным развитием электроэнергетики, машиностроения, химической, деревообрабатывающей и другой промышленности. В целом рост валовой промышленной продукции Дона к уровню 1940 г. составлял в 1960 г. 382%, а в 1970 г. – 780%.

Даёшь тепло!

Цимлянский гидроузел, помимо прочего, позволил в 1950 г. заложить один из самых молодых и активно развивающихся городов области – Волгодонск, который к середине 1970-х стал крупным промышленным центром.

В 1973 г. в Волгодонске началось строительство завода тяжёлого машиностроения «Атоммаш». Сегодня это один из основных в стране поставщиков тяжёлого и крупногабаритного оборудования для предприятий атомной промышленности, нефтегазового комплекса, тепловой энергетики. Именно для электро- и теплоснабжения «Атоммаша» в 1977 г. была построена и пущена первая очередь Волгодонской ТЭЦ-2 (сегодня принадлежит ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго»). Электрическая мощность станции после ввода в строй её четвёртого турбогенератора в 1989 г. достигла 420 МВт.

Авторы проекта Волгодонской ТЭЦ-2 рассчитывали, что она будет работать на покрытие пиковых электрических нагрузок и готовить воду только для подпитки теплосети города, а основные поставки электрической и тепловой энергии должна была обеспечивать Ростовская АЭС. Однако этот план был сорван – строительство АЭС сначала сильно затянулось, а потом и вовсе было заморожено на десятилетие. И ТЭЦ-2 осталась единственным источником тепла и горячей воды для предприятий и жителей новой части Волгодонска.

Пуск первого энергоблока Ростовской АЭС состоялся лишь в 2001 г. И, конечно же, она сразу стала крупнейшим генерирующим предприятием на Юге России (сегодня установленная электрическая мощность станции составляет 4200 МВт).

В 1974 г. была пущена первая очередь Ростовской ТЭЦ-2 (она также принадлежит ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго»). Здесь впервые в отечественной практике были применены малогабаритные парогенераторы с естественной циркуляцией и вихревой топкой. Сегодня ТЭЦ-2 – самый крупный в Ростове-на-Дону источник тепловой энергии, который обеспечивает теплом большую часть жилого сектора, учреждений и предприятий города.

План ГОЭЛРО для Дона имел любопытную особенность – проектировались котлы, способные сжигать дешёвое и непригодное для других целей топливо – антрацитовый штыб, который образуется после обогащения антрацитового угля.

Еще один важнейший энергообъект Ростовской области – Новочеркасская ГРЭС – снабжает электрической энергией наиболее промышленно развитую юго-западную часть области. Установленная мощность станции составляет 2442 МВт, она работает на природном газе и уже традиционном для донских тепловых станций антрацитовом штыбе.

* * *

За 97 лет донская энергетика прошла огромный путь. Сегодня Ростовская область располагает электрическими генерирующими мощностями свыше 6 ГВт. По выработке электроэнергии среди южных регионов нашей страны Ростовская область занимает первое место, а по её потреблению – третье место после Краснодарского края и Волгоградской области.

Анна МАРЧЕНКО

Становление РДУ

В рамках реформы электроэнергетики с 2002 г. началось создание региональных диспетчерских управлений Системного оператора ЕЭС России. Методика выделения РДУ из региональных энергопредприятий путём передачи диспетчерских служб была отлажена на нескольких пилотных проектах, но в Ростовской области она не сработала.

Руководитель «Ростовэнерго» Фёдор Кушнарёв, как и некоторые другие директора, скептически относился к концепции реформы электроэнергетики, которая предусматривала разделение предприятий по видам деятельности и создание независимого Системного оператора.

В то время в энергетике главной считалась генерация - именно она создавала основную прибыль. На сетевую инфраструктуру смотрели, как на необходимый вторичный элемент, а оперативно-диспетчерское управление, в понимании многих руководителей, вообще находилось где-то на пустом месте.

Ростовское РДУ начало работать с октября 2003 г. *«Первый оперативно-информационный комплекс, который мы установили в только что созданном Ростовском РДУ, стоил около 700 млн руб.,* – вспоминает первый его директор Владимир Мясников. – *Это были огромные деньги, которые в старой парадигме непременно пустили бы на строительство новых объектов генерации, а не на "игрушки, которые быстро устареют"».* Но персонал было взять негде – руководство «Ростовэнерго» отказалось передать своих диспетчеров в Ростовское РДУ.

«Я к тому времени отработал в "Ростовэнерго" более тридцати лет и знал всех главных инженеров, директоров, начальников диспетчерских служб и служб РЗА в нашем регионе, – продолжает Владимир Мясников. – *Решил провести среди них агитационную кампанию – рассказать о будущих перспективах взаимовыгодного сотрудничества. Честно говоря, многие заинтересовались моими предложениями, но просто так забрать хороших специалистов я не мог – сначала нужно было найти или подготовить им замену».*

За следующие полтора десятилетия сотрудники Ростовского РДУ показали умение находить выход из сложнейших ситуаций, возникавших из-за разрывов связей с ЕЭС Украины и перегрузок линий электропередачи после ввода в эксплуатацию третьего и четвёртого энергоблоков Ростовской АЭС.

DC-магистраль

Что нам даст Азиатская суперсеть: технологии, экономика, сотрудничество

Суперсеть стран Шёлкового пути способна решить проблему энергетического голода в слаборазвитых регионах, убеждён корейский учёный и общественный деятель, активный сторонник концепции устойчивого развития, член Международного комитета по присуждению премии «Глобальная энергия» Рае Квон Чунг.

На прошедшем недавно в Астане II-м Международном саммите по возобновляемым источникам энергии Рае Квон Чунг напомнил о том, что высоковольтные ЛЭП постоянного тока (HVDC) способны эффективно передавать электроэнергию на расстояния свыше 6000 км, нивелируя неравномерности выработки электроэнергии между множеством территориально распределённых источников.

«Энерговектор» уже рассказывал читателям о нескольких проектах по построению суперсетей (см. № 6/2015, с. 6) и конкретно – Азиатской суперсети (Silk Road Super Grid – SRSG, см. № 3/2018, с. 4). Инициатива её создания принадлежит Китаю, который стремится создать новые торговые и транспортные пути, связывающие страны Азии и Европы. Заявленная цель суперсети стран Шёлкового пути – помочь их устойчивому развитию, усиливая взаимодействие в энергетической, экологической и экономической сферах.

Единство в многообразии

Подключаясь к суперсети, каждая страна получит свои выгоды. Например, как отметил Рае Квон Чунг, Казахстан имеет выигрышное географическое положение: находится в центре Шёлкового пути и располагает большими возможностями для развития «зелёной» энергетики. Через Азиатскую суперсеть страна сможет экспортировать ветровую и солнечную энергию в другие страны Центральной Азии, Китай и Южную Корею.

Скептики возразят, отметив, что проблемы внедрения возобновляемой энергетики в реальности обычно поднимаются не ради устойчивого развития (sustainable development), а для «распила» государственного бюджета. Фраза «устойчивое развитие» при этом произносится лишь для отвода глаз, то есть обмана публики и регуляторов.

Мы, однако, предпочитаем выражаться прямолинейно, трактуя термин «устойчивое развитие» как движение вперёд, сбалансированное по отношению к возможностям природы и потребностям общества в долгосрочном плане. И в этом смысле Азиатская суперсеть выглядит как неплохое решение ряда проблем.

Взять в качестве примера солнечные панели. Сегодня они плохо поддаются вторичной переработке. Пройдёт 10–15 лет – и на свалках окажутся горы отслуживших свой срок тёмно-фиолетовых кремниевых пластин. И пока этого не произошло, нужно постараться загрузить каждую солнечную электростанцию наиболее рачительным образом, перебрасывая излишки вырабатываемой солнечной энергии туда, где они в настоящий момент востребованы. Вариант накопления энергии в аккумуляторах на месте её выработки, конечно, возможен, но он выливается в дополнительную нагрузку на природу. Аккумуляторы служат недолго, и их нужно постоянно производить и утилизировать, расходуя энергию.

Тарифные баталии

Скептики также укажут вам на торговую войну, которая разразилась между США и Китаем. Дескать, предлагая построить суперсеть стран Шёлкового пути, Поднебесная ищет альтернативных торговых партнёров. Однако, как объясняет американский экономический обозреватель Пол Крейг Робертс, на самом деле Дональд Трамп воюет не с Китаем, а с американскими корпорациями, которые *«предали национальные интересы и вывели производства в Юго-Восточную Азию, чтобы сэкономить на стоимости рабочей силы»*. По расчётам Пола Крейга Робертса, около 61% импорта из Китая в США приходится на продукцию американских транснациональных корпораций.

По словам Пола Крейга Робертса, американский президент не хотел бы портить отношения с КНР, он просто пытается выполнить своё предвыборное обещание – вернуть рабочие места на родину, выкрутив руки американским промышленникам. По случаю вспоминается крылатое изречение Козьмы Пруткова: *«Не робей перед неприятелем: лютейший враг человека – он сам»*.

Глобализация закончилась?

Каждый день по радио и телевизору нам рассказывают о каких-то новых торговых тарифах, барьерах и ответных мерах. Но было бы неправильно трактовать торговые войны как закат глобализации. Преимуществ международного разделения труда никто не отменял, страны продолжают различаться между собой по плотности населения, климату, минеральным, водным и другим ресурсам. Без плотного сотрудничества не прожить. С этой точки зрения, проект Азиатской суперсети выглядит весьма многообещающе.

В периоды многоводья российские ГЭС на великих сибирских реках вынуждены впустую сбрасывать огромные объёмы воды – нет потребителей для энергии. В казахстанских и монгольских степях часто дуют сильные ветры. Можно было бы построить там ветропарки, но местных потребителей энергии мало. Тем временем маньчжурские провинции Китайской Народной Республики часто задыхаются от смога, возникающего от угольных электростанций. Азиатская суперсеть способна решать эти и другие проблемы.

Также нужно учитывать конкуренцию между разными видами энергоносителей. Например, Китай получит возможность балансировать импорт природного газа и поставки электроэнергии наиболее выгодным для себя образом.

Кроме того, после соединения энергосистем страны смогут снизить объёмы необходимых резервов генерирующей мощности – в случае её нехватки можно получить электроэнергию из-за рубежа.

«Зелёные» справки

Тем временем весь мир помешался на декарбонизации, которая, помимо выгод, несёт вполне реальные угрозы. Глава рабочей группы по вопросам изменения климата комитета РСПП по экологии и природопользованию Михаил Юлкин ещё в 2011 г. отмечал углеродные риски для российской экономики: *«Сейчас не только инвесторы, но и покупатели стали всерьёз запрашивать у российских компаний данные о выбросах и углеродоёмкости продукции. Эти сведения собирают даже российские компании-экспортёры у своих российских контрагентов вверх по цепочке поставок»*.

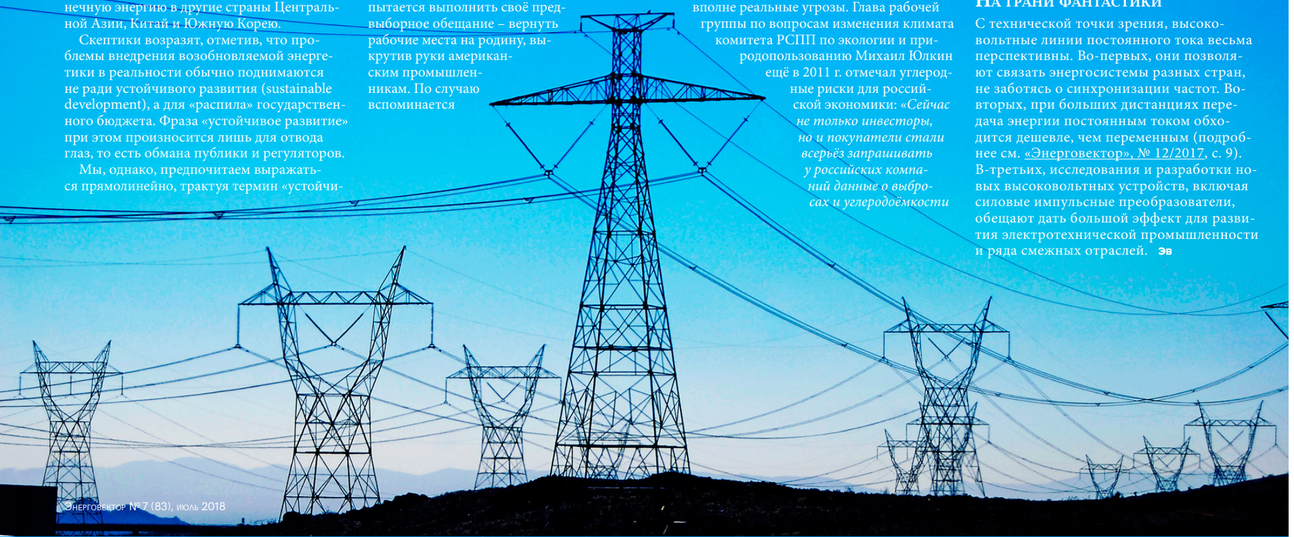
В 2016 г. РСПП организовал поездку, в рамках которой бизнесменам удалось познакомиться с позициями властей Великобритании и бизнес-сообщества, финансирующего климатические программы на уровне Евросоюза. Европейские бизнесмены были предельно откровенными: *«Мы используем климатическую повестку для защиты своего рынка, для того чтобы ограничить зависимость нашей экономики от поставок товаров, от поставок продукции, которую мы не можем, исходя из рыночных позиций, произвести на своей территории конкурентоспособным образом»*. В первую очередь это касается металлургии и топливно-энергетического комплекса.

Таким образом, за шумной пиар-кампанией в защиту климата стоят вполне приземлённые интересы бизнеса, который сделал ставку на «зелёную» энергетику и теперь под экологическими знамёнами борется за госсубсидии и одновременно пытается ослабить конкурентов. Всё это затрудняет бизнес российских экспортёров. Вполне возможно, что в ближайшие годы может возникнуть нечто вроде углеродной пошлины, которую государства-импортёры сырья и энергоносителей попытаются взимать с российской экспортной продукции. Что делать?

В чужой монастырь со своим уставом не ходят – нужно приспосабливаться. В таких условиях наличие энергомоста, дающего доступ к возобновляемой энергии, для нашей страны становится фактором конкурентоспособности. Через Азиатскую суперсеть российские предприятия смогут получать «зелёную» электроэнергию для целей производства, чтобы иметь сертификаты о том, что их продукция не образует углеродного «следа».

На грани фантастики

С технической точки зрения, высоковольтные линии постоянного тока весьма перспективны. Во-первых, они позволяют связать энергосистемы разных стран, не заботясь о синхронизации частот. Во-вторых, при больших дистанциях передача энергии постоянным током обходится дешевле, чем переменным (подробнее см. «Энерговектор», № 12/2017, с. 9). В-третьих, исследования и разработки новых высоковольтных устройств, включая силовые импульсные преобразователи, обещают дать большой эффект для развития электротехнической промышленности и ряда смежных отраслей. **Эв**



Водяные часы

Как за пять шагов собрать систему контроля воды для дачи

Если вам приходится регулярно поливать растения, следя за количеством потраченной воды, вам имеет смысл задуматься о создании автоматизированной системы контроля и учёта воды (АСКУВ). Конечно, такие системы могут быть самыми разными – здесь широкий простор для творчества. Для начала предлагаем изготовить простейший вариант.

Для этого вам потребуются водяной счётчик с импульсным выходом, кварцевый часовой механизм от настенных или настольных часов с будильником, провода и кое-какие электронные компоненты. Идея в том, чтобы соединить выход счётчика с часами таким образом, чтобы они прибавляли секунду каждый раз, когда приходит импульс от счётчика. Кроме того, имеет смысл провести сигнальный провод в дом и расположить часы там, чтобы можно было следить за расходом воды, не выходя на улицу. Также полезен режим будильника, напоминающий о необходимости выключать воду.

Для нашей цели нужен кварцевый часовой механизм с дискретным (не плавным) ходом. При его использовании в АСКУВ часы будут отсчитывать «водяную секунду» на каждые 10 л расхода воды. На полный оборот стрелки, то есть «водяную минуту», будет приходиться 600 л (0,6 м^3), на десять «водяных минут» – 6 м^3.

В кварцевых часах имеется миниатюрный шаговый двигатель, ротор которого поворачивается на пол-оборота, когда на обмотку подаётся постоянное напряжение около 1 В. Для следующего поворота на пол-оборота необходимо приложить напряжение обратной полярности и т. д. Другими словами, кварцевые часы нормально идут, когда на их шаговый двигатель поступает переменное напряжение частотой 0,5 Гц в форме меандра, то есть периодического прямоугольного импульса со скважностью 2. Нам нужно обеспечить подобный сигнал, но с переменной частотой, определяемой расходом воды.

В водяных счётчиках с импульсным выходом устанавливают герконы – магниточувствительные приборы с контактами, которые замыкаются в присутствии магнитного поля. Внутри счётчика геркон находится рядом с цифровым барабаном, отсчитывающим литры, а в сам барабан встроен магнит. Получается так, что на один оборот «литрового» барабана (то есть на 10 л воды) приходится один отсчётный импульс.

Как и у всех механических реле, у герконов в моменты включения и выключения возникает дребезг контактов, способный наводить помехи на электронные счётчики. Поэтому мы предусмотрели схему подавления дребезга контактов, выполненную на сглаживающей RC-цепочке и триггере Шмидта (см. рис. на шаге 3). Для простоты триггер Шмидта собрали на паре инверторов КМОП-микросхемы К561ЛН2. Чтобы получить скважность 2, после триггера Шмидта мы предусмотрели делитель частоты на основе D-триггера К555ТМ2. (По идее, здесь лучше тоже применить КМОП-логику, но у нас под рукой оказалась только микросхема ТТЛ.) Сигнал с выходов триггера через буферные инверторы и токоограничительный резистор подаётся на шаговый двигатель.

Кроме изготовления несложной электронной схемы вам нужно будет провести деликатную операцию – разобрать часовой механизм, чтобы провести туда провода внешнего управления. Сняв пластмассовую крышку, которая держится на четырёх защёлках, сфотографируйте механизм. Фотоснимок поможет вам разобраться с многочисленными шестерёнками, если они вылетят и рассыплются.

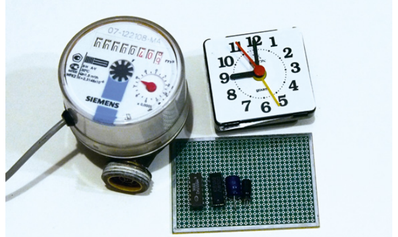
На миниатюрной печатной плате внутри часов вам нужно найти места припайки проводов, которые идут к обмотке шагового двигателя. Аккуратно перережьте ножом печатные проводники между часовой микросхемой и шаговым двигателем. После этого припаяйте провода внешнего управления к контактам его обмотки. Не допускайте попадания пыли в часовой механизм. После сборки часов убедитесь, что шаговый двигатель срабатывает и все шестерёнки проворачиваются. Для этого несколько раз присоедините к проводам внешнего управления батарейку на 1,5 В, каждый раз меняя полярность.

Для питания платы АСКУВ мы применили батарейный отсек на два элемента типоразмера АА, в который вставили ионно-литиевый аккумулятор (номинальное напряжение 3,7 В) и обычную щелочную батарейку на 1,5 В. В сумме получилось напряжение 5,2 В, пригодное для питания цифровых логических микросхем ТТЛ.

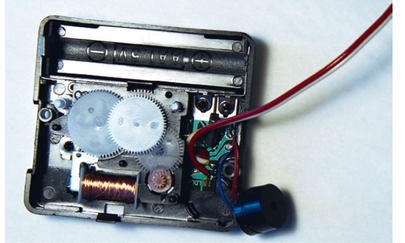
В использованном нами счётчике Siemens сигналы выведены непосредственно с контактов геркона, но вам может попасться счётчик, у которого последовательно и параллельно с герконом включены резисторы. В таком случае подберите сопротивление на схеме во входной RC-цепочке.

При работе будьте аккуратны, не торопитесь.

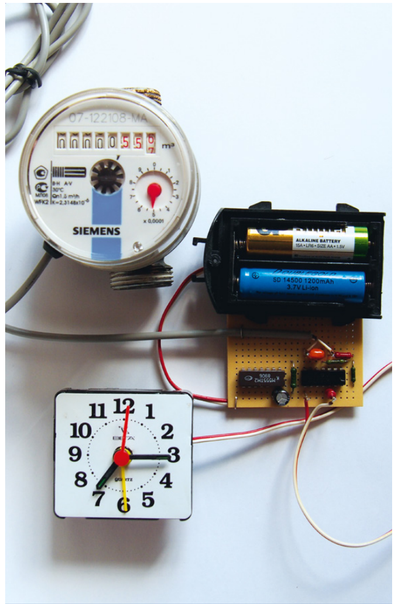
Итак, приступим.



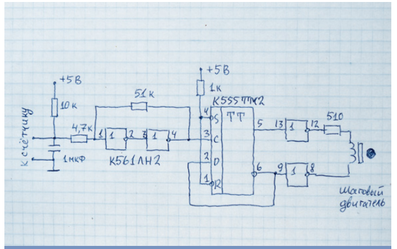
ШАГ 1. Раздобудьте ненужный водяной счётчик с импульсным выходом, кварцевый часовой механизм, макетную плату, цифровые микросхемы (инверторы и D-триггеры, желательно КМОП).



ШАГ 2. Разберите часовой механизм, найдите на плате и перережьте проводники между микросхемой и катушкой шагового двигателя. Припаяйте провода для внешнего управления им.



ШАГ 5. Подсоедините к плате счётчик и часы. Испытайте систему в комплексе, используя вместо воды воздух (можно подуть). Если всё заработает, разворачивайте АСКУВ на садовом участке. Желаем удачи!



ШАГ 3. Спаяйте приведённую на рисунке схему. Не забудьте развести цепи земли и питания, а также предусмотреть электролитический конденсатор для исключения помех по питанию.

ШАГ 4. Проверьте работу схемы с кнопкой вместо импульсного датчика и двумя встречно включёнными светодиодами вместо часового механизма. Убедитесь, что сбоев не происходит.

Электрообоняние

Startup-компания «ТермоЭлектрика» из Москвы предложила оригинальные системы непрерывного контроля температуры контактов и шин внутри электрических щитов и другого электрооборудования.

В качестве датчиков температуры используются термоактивируемые газовыделяющие наклейки. При нагреве выше 120 °C наклейки изменяют свою окраску и выделяют сигнальный газ, который улавливается специализированным датчиком, прикрепляемым на DIN-рейку. Датчик передаёт адресное тревожное извещение по линии связи (CAN-bus или RS-485 в зависимости от исполнения) в систему защиты/диспетчеризации/пожарной или охранно-пожарной сигнализации.

Наклейки включают пенистый пластик со сжиженным газом в порах. Диапазон рабочих температур датчика и наклеек – от –40 до +70 °C. Температура срабатывания наклеек может быть изменена на любую из диапазона 90–180 °C.

В отличие от тепловизионного контроля термогазовый осуществляется непрерывно и при правильном построении систем сигнализации и защиты позволяет избежать термического разрушения элементов электрооборудования.

Наклейки выпускаются двух видов: для проводов и плоских поверхностей. Производитель требует замены наклеек после каждого их «срабатывания», но на практике одну наклейку можно использовать несколько раз. Сам газ не имеет цвета и запаха, безвреден для человека и окружающей среды.

В принципе, система может использоваться для контроля состояния любого оборудования (не только электрического), не допускающего сильного нагрева.

Компания «ТермоЭлектрика» также производит термоиндикаторные наклейки для выявления потенциально опасных контактных соединений. Эти наклейки не выпускают никакого газа, а только меняют свой цвет с белого на чёрный при кратковременном разовом нагреве до 100 или 130 °C.

Термоиндикаторы рекомендуется наклеить на все контактные соединения, работающие под токовой нагрузкой свыше 5 А. Если в течение нескольких недель после установки индикатор поменяет цвет, значит, контакт ненадёжен и может стать причиной пожара или аварии.

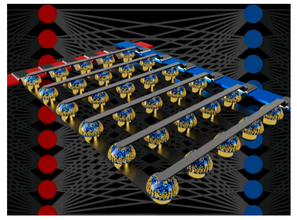
Пар под напряжением

Американские учёные и инженеры из Массачусетского технологического института и стартап-компании Infinite Cooling тестируют систему, позволяющую снизить водяные потери в башенных градирнях путём сбора мелкодисперсной влаги. Система состоит из сетки, устанавливаемой наверху башни, и находящегося перед ней коронирующего электрода (с иглами или другими острыми элементами) для заряда капель влаги. Приобретая заряд, большинство микрокапель притягиваются к проволоке сетки и оседают на ней. Вода накапливается на сетке и стекает в сборную ёмкость.

Между тем в российском патенте РФ № 2326321 предлагается внизу градирни расположить ионный вентилятор для принудительного нагнетания воздуха. Ионный вентилятор представляет собой комбинацию коронирующего электрода и сетки, к которым приложено высокое постоянное напряжение. Коронный разряд на остриях ионизирует молекулы газов, которые устремляются к сетке, попутно захватывая неионизированные молекулы. Возникает воздушный поток. В случае применения этой системы в градирне может ускориться коррозия элементов конструкции (из-за воздействия ионизированных газов и озона).

В другом российском патенте, RU 2519292, предлагается система, схожая по устройству с американской, но учитывающая направление ветра. Идея в том, чтобы во время работы градирни отслеживать направление внешнего ветрового потока наверху башни и управлять системой генерации коронного разряда между заземлённой вертикальной сеткой, смонтированной над башней в пределах её выходного сечения, и коронирующими электродами. Цель – вовлечь в процесс охлаждения воды дополнительный объём окружающего воздуха и энергию ветрового потока. Для этого напряжение прикладывается так, чтобы коронирующие электроды находились с наветренной стороны относительно заземлённой сетки.

В такой системе возможно как электрическое, так и чисто механическое управление. В последнем случае коронирующие электроды располагаются на конструкции, поворачиваемой вокруг вертикальной оси.



Простой аналог

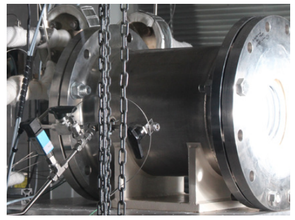
Инженеры корпорации IBM исследуют возможность возврата к элементам аналоговых ЭВМ, которые широко использовались в исследовательских лабораториях сорок лет назад. Речь идёт о накоплении электрического заряда на обкладках конденсаторов вместо многократного повторения операций умножения на весовые коэффициенты и суммирования. Идея выглядит особенно перспективно для мобильных клиентских терминалов, которые должны имитировать нейронные сети.

Поскольку сам мобильный терминал имеет небольшую вычислительную мощность, сегодня ему приходится передавать информацию на сервер или в облако для математической обработки. Подобная пересылка приводит к перегрузке каналов связи и сокращению времени работы терминала от аккумулятора.

Инженеры IBM предложили сформировать на кремниевом кристалле матрицу конденсаторов, которая будет в аналоговой форме (в виде напряжений) хранить табличную информацию о параметрах, вычисляемых в программе искусственного интеллекта. Это решение позволяет сэкономить как на арифметических блоках (умножителях и сумматорах), так и на передаче информации, а заодно ускорить её обработку. Теперь главное – обеспечить одинаковые характеристики конденсаторов во всей матрице (предложено использовать методики компенсации разброса параметров) и добиться точной работы аналоговых схем, размещённых на кристалле цифровой микросхемы.

К счастью, задачи имитации нейронных сетей в большинстве случаев не требуют идеальной цифровой точности. Моделирование системы с помощью компьютера и электронных схем на дискретных аналоговых компонентах показало, что идея жизнеспособна. Если она будет реализована, в вычислительной технике впервые появятся блоки аналоговых ускорителей.

Согласно предварительным расчётам, «ускоритель искусственного интеллекта» будет иметь удельную вычислительную мощность свыше 28 гигаопераций в секунду на ватт энергопотребления – на порядок более высокую, чем у современных графических акселераторов.



Солнечный водород

Учёные-исследователи в Германском аэрокосмическом центре (DLR) успешно провели эксперимент по высокотемпературному электролизу воды для получения водорода, используя солнечную энергию.

Высокотемпературный электролиз проходит при 700–900 °C и позволяет получить очень высокую энергетическую эффективность реакции – вплоть до 90%. Для сравнения, низкотемпературный электролиз (70–100 °C) ограничивается эффективностью 60–80%.

В DLR задача осложнялась тем, что солнечная энергия непостоянна, а процесс требует подачи пара при строго постоянном давлении. (Перепады давления могут повредить электролизные ячейки.)

Энергия для разогрева пара была получена с помощью солнечного коллектора и тепла самой реакции. Напряжение подавалось от фотоэлектрических панелей. При этом самым сложным моментом была настройка программируемого контроллера, управляющего технологическим процессом.

Результаты компьютерного моделирования всей системы показали, что общий КПД установки, преобразующей солнечную энергию в химическую энергию водородного топлива, может достичь 20–25%.

Для случаев, когда солнце скрылось за облаками или горизонтом, учёные DLR прорабатывают тепловой накопитель.

«Зелёный мотор»

Учёные из Рутгерского университета исследуют, как улитки из Северного моря высасывают из зелёных водорослей вещества, отвечающие за фотосинтез, и приспосабливают их для собственных нужд.

Улитки Элизия хлоротика, по виду напоминающие лист растения, в процессе эволюции вернулись к растительной системе питания. Как и их собратья, свежевылупившиеся особи Элизия хлоротика едят водоросли, но не как пищу, а как источник хлорофилла. После этого моллюски встраивают хлорофилл в своё тело и полностью переходят на питание минеральными веществами и солнечной энергией.

В надежде найти ключ к эффективному производству биотоплива учёные Рутгертского университета пытаются выяснить, как можно извлечь все необходимые для этого процесса элементы из растительной клетки, не трогая её ядра.

КР-анализаторы

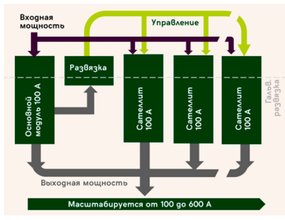
В Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томский научный центр) идёт разработка оптических газоанализаторов для контроля состава воздуха, природного газа и других газовых смесей.

«Сейчас для подобных анализов используются газовые хроматографы или масс-спектрометры, – поясняет старший научный сотрудник лаборатории экологического приборостроения Дмитрий Петров. – *Однако первые требуют расходных материалов, не позволяют измерять параметры газов в реальном времени и нуждаются в частых поверках. Масс-спектрометры, в свою очередь, очень дорого стоят и требуют квалифицированного обслуживания. Наша лаборатория работает над газоанализаторами нового поколения на основе явления комбинационного рассеяния света».* Если в анализируемую среду направить свет с фиксированной длиной волны, то в рассеянном свете появится Рамановское излучение – слабое свечение на других длинах волн, связанное с внутренними частотами молекул. Расшифровывая полученный спектр, можно вычислить, какие частицы и в каком количестве находились в анализируемом газе.

По заказу ООО «Газпром трансгаз Томск» учёные выполнили НИОКР и предложили технические решения, обеспечивающие требуемую чувствительность, а также создали первый прототип устройства. Анализатор прошёл экспертизу во Всероссийском НИИ метрологии им. Д. И. Менделеева.

Энергетический кэш

В американском исследовательском агентстве ARPA-E предложили строить многобаковые проточные накопители энергии, по архитектуре напоминающие многоуровневую кэш-память компьютера (содержит небольшое количество сверхбыстрой памяти и большое – относительно медленной). Например, для часового регулирования мощности предназначаются использовать лучшие дорогие реагенты, а для суточного – дешёвые реагенты с меньшей плотностью энергии и меньшей циклируемостью, зато запасённые в больших количествах в недорогих баках. Подобная оптимизация потребует разработки универсального реакторного блока, способного работать с разными веществами.



Штампуя питание

В компьютерной индустрии образован новый альянс Power Stamp («Штамп питания», www.powerstamp.org), нацеленный на стандартизацию и масштабирование схем питания серверов.

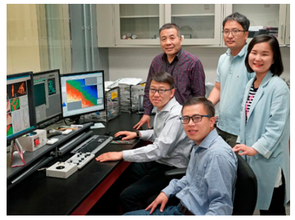
Между стойками в центрах обработки данных (ЦОД) обычно разводится переменное напряжение 220 или 110 В, которое преобразуется в набор постоянных напряжений 12 В, 5 В и 3,3 В в сетевых импульсных блоках питания внутри каждого сервера. На системных платах располагаются дополнительные преобразователи, понижающие основное напряжение 12 В до напряжения 0,8–1,2 В для питания многоядерных процессоров (токи доходят до 400 А и более) или специфических заказных микросхем ASIC и до 1,2 В – для питания модулей памяти.

Альянс Power Stamp предлагает перейти на повышенное до 48 В основное постоянное напряжение и применять стандартизованные модульные понижающие преобразователи, располагаемые на системной плате, снабдив их унифицированными средствами диагностики и управления.

Все модули имеют гальваническую развязку между входом и выходом и делятся на ведущие (основные) и ведомые (сателлиты). Альянсом разрабатывается протокол управления преобразователями. Размеры их основания – 30×12,7 мм, высота – до 18 мм.

Новая архитектура позволит упростить проектирование и снизить стоимость серверов, сократить потери энергии и упростить системы питания ЦОДов, избавившись от лишних преобразователей напряжения. Например, можно будет вообще отказаться от сетевых блоков питания в каждом сервере, разведя по стойкам ЦОДа шины постоянного напряжения 48 В, подсоединённые к батареям резервного ИБП. Вместе с потерями энергии снизятся требования к системам охлаждения ЦОДов.

Если инициатива альянса начнёт широко внедряться, предприятиям будет проще строить не только современные центры обработки данных, но и микросети для внедрения ВИЭ. И поскольку ЦОДы по мощности всё чаще выходят на уровень промышленных потребителей энергии, энергетические компании могут начать создавать точки поставки электроэнергии на постоянном напряжении.



Перспективный катод

Группа учёных из Университета Мериленда и Брукхейвенской национальной лаборатории при Министерстве энергетики США нашла новый материал, позволяющий утроить энергетическую плотность катода в ионно-литиевых аккумуляторах.

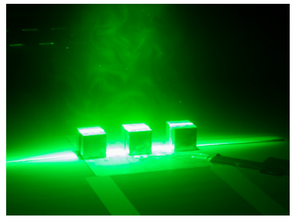
«В сравнении с ёмкостью графитового анода, используемого в коммерческих изделиях, ёмкость катода существенно ограничена, – рассказывает учёный Университета Мериленда Зьюлин Фэн. – *Именно катод часто становится узким местом, когда нужно увеличить энергетическую плотность накопителя».*

Обычно в ионно-литиевых аккумуляторах используются процессы интеркаляции ионов, в которых переносится лишь один электрон. Однако некоторые катодные соединения, такие, как FeF_3, способны переносить три электрона в ходе реакции химического замещения.

«Когда ионы лития внедряются в FeF_3, этот материал превращается во фторид железа-лития, – рассказал сотрудник Брукхейвенского центра функциональных наноматериалов Суён Хван. – *При этом реакция внедрения ионов лития не является обратимой. Мы попробовали заместить два атома фтора на атом кислорода и каждый десятый атом железа на атом кобальта. После этого структура катодного материала обрела устойчивость и реакция внедрения ионов лития стала обратимой».*

Исходный катодный материал FeF_3, согласно расчётам, способен обеспечить плотность мощности до 1922 Вт·ч/кг. Его наноструктурированный и химический модифицированный вариант $Fe_{0,9}Co_{0,1}OF$ в лабораторных тестах показал удельную ёмкость 420 мА·ч/г и выдержал 1000 циклов заряда-разряда (от 1,2 до 4 В током 70 мА/г) с потерей ёмкости около 0,03% за цикл.

Катодная наноструктура представляет собой «нанощётку» с «щетинками» диаметром 40–50 нм и длиной 300–400 нм. Исследователи сначала контролировали наноструктуры с помощью просвечивающего электронного микроскопа с разрешением 0,1 нм. Затем они наблюдали за изменением кристаллической решётки катода в реальном времени, используя источник синхротронного излучения.



Острова тепла

В городах температура воздуха часто оказывается на несколько градусов выше, чем в пригородах. Причины тому – обилие тёмных тротуаров и стен, хорошо поглощающих солнечный свет, нехватка зелёных растений, испаряющих влагу, транспорт, промышленные предприятия и т. д.

Швейцарские учёные в научно-исследовательском институте Empa озаботились проблемой перегрева городских улиц. Для её решения предложено использовать ветер, но тогда нужно изменить городскую среду так, чтобы воздушные массы легко проходили между зданиями и сооружениями. Задача, надо сказать, нетривиальная.

Для моделирования воздушных потоков в лаборатории Empa построен «водный тоннель» – протяжённый бассейн с моделями зданий на дне. Как уверяют учёные из Empa, в малом масштабе и при определённых скоростях движения вода ведёт себя так же, как ветер.

«Водный тоннель» снабжён сложной системой, предназначенной для пространственного измерения скоростей потоков. Учёные добавили в воду мелкие частицы нерастворимых примесей и флуоресцентную краску. Сканирующий луч лазера пронизывает водную толщу. Одновременно работает скоростная фотокамера, после неё процессор отфильтровывает исходный зелёный свет лазера, фиксируя только флуоресценцию.

Результаты моделирования в «водном тоннеле» помогут учёным подобрать такие архитектурные конфигурации, чтобы свести к минимуму зоны локального перегрева, или «острова тепла».

Победит побеждён?

Химики из Сколтеха под руководством Артёма Оганова с помощью китайских коллег предсказали возможность синтезировать из вольфрама и бора новый сверхтвёрдый инструментальный материал, пригодный для применения в машиностроении, нефтедобыче и других отраслях.

С 1930-х в промышленности применяется победит для изготовления свёрл, буровых долот, инструмента для металлорежущих станков и т. д. Новый материал WB5 должен иметь на 50% большую твёрдость и на 20% меньшую вязкость разрушения, чем победит. **эв**

Помыслить энергию

Люди с техническим складом ума, умеющие работать в команде, находят свою судьбу в энергетике

Управление энергией не сводится к переключению рубильников или, в современных условиях, щелчкам мыши на экранных мнемосхемах. Потому что моменту действия всегда предшествует глубокая проработка – электрических схем, графиков-нарядов, планов по ремонту оборудования, должностных инструкций, стратегий развития и т. п. По большому счёту, энергией управляет человеческая мысль. Неудивительно, что в нашей отрасли очень ценятся работники, умеющие мыслить ясно и чётко, и, конечно же, неравнодушные к общему делу.

«Всегда в “активе”»

Рассказывает Ирэна Юрьевна КРАВЕЦ, инженер 1-й категории производственно-технического отдела Сервисного центра «Усинскэнергонефть» Усинского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Выбирая себе стезю, я рассматривала разные направления: медицину, педагогику, экологию, биологию и прочие. Осознанно остановилась на энергетике. Почему? Я принадлежу к династии энергетиков – мой дед был начальником электротехнической лаборатории при электростанции, три тётки работали по разным энергетическим специальностям, мама трудится в энергосбытовой организации.

Помимо родственников в моём окружении всегда было много людей с техническим и аналитическим складом ума. Они мобильны, легки на подъём, стремятся узнавать новое, с ними интересно.

Энергетика была, есть и будет. Она возникла давно, когда человек учился использовать огонь, и с тех пор только ускоряется в своём развитии. Именно в этой сфере мне хочется работать и развиваться самой.

В 2015 г. я окончила Южно-Уральский государственный университет в Челябинске по специальности «Системы электроснабжения».

Поначалу я работала электромонтёром – было безумно интересно. Ещё на производственной практике задумывалась о том, как много порой зависит от действий одного человека, причём не когда-то «потом», а «здесь и сейчас». Любую работу можно сделать более безопасной и продуктивной, проявив внимание к деталям. Можно за каждым инструментом и запасной частью ходить по мере необходимости, но лучше один раз продумать всю последовательность действий на энергоустановке и, полноценно подготовившись, уже не отвлекаться по мелочам. Электрические схемы в большинстве своём логичны, их нужно не столько учить, сколько понимать. То же самое с последовательностью действий при работе.

Мы постоянно заботимся о производственной безопасности. Конечно, понимание физических законов упрощает нашу жизнь и делает её безопасней – в какой-то степени. Я считаю, что полностью предсказать электрические явления невозможно, но можно подготовиться к грозным проявлениям электричества, заготовить алгоритмы действий на разные случаи, чтобы минимизировать возможный ущерб.

Электрику творчество на работе противопоказано: здесь главное – внимание. Но при хорошем настроении сложно сдержаться и не начать, например, напевать себе под нос любимую песню. И нужно научиться творческие порывы направлять в правильное русло, не нарушая чётко прописанных инструкций.

Ирэна КРАВЕЦ
(ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)

Сейчас я тружусь в офисе, в производственно-техническом отделе, и творчество мне помогает. Хотя, казалось бы, что можно придумать в электронных таблицах? Конечно, проще всего передать компьютерный файл коллегам, надеясь, что они разберутся, а можно обработать информацию так, что она будет как бы сама раскрываться по мере возникновения вопросов. Вот здесь уже нужно постараться, проявить воображение в подготовке форм для отчётов, справок и прочего.

Коллектив отдела у нас хороший, доброжелательный, бойкий. За словом в карман не лезем, порой одной меткой фразой приводим друг друга в «боеспособное» состояние. И хотя мы курируем разные направления (электроснабжение, водоснабжение и водоотведение, теплоснабжение и пр.), при возникновении сложных задач подключаются все, ищем лучшее решение, спорим. Замечательно, что между нами нет конкуренции и мы мотивируем друг друга своими успехами.

Электрические схемы в большинстве своём логичны, их нужно не столько учить, сколько понимать. То же самое с последовательностью действий при работе.

Кроме того, есть Совет молодых специалистов. Сколько себя помню, я всегда в «активе». Участие в СМС предприятия и Молодёжном парламенте Усинска – это возможность работать с людьми, заранее нацеленными на действия и результат. Как говорится: *«Нетрудно рассмешить человека, который пришёл на КВН»*.

У нас есть силы, идеи и целый город для их реализации. Все хотят жить в более чистой обстановке, лучше и интересней, но первыми работать в этих направлениях начинают активисты. Молодёжный парламент 5 созыва г. Усинска состоит из представителей СМС различных организаций. И они объединяются в таких замечательных проектах, как, например, сбор средств для детей «ДоброБазар».

Набираться знаний мне помогают любопытство и упорство. Когда я чего-то не понимаю, ищу ответы на свои вопросы во всех доступных источниках. Это может быть техническая документация, постановления Правительства РФ, периодические издания, да и более опытные сотрудники – они делятся опытом.

Думаю, что при целенаправленном обучении результаты будут скорее. Поэтому мне хотелось бы пройти курсы повышения квалификации по профилю, важному для нашей организации.

За всё время работы на предприятии (пока небольшое) мне особенно запомнился переход в производственно-технический отдел – я всегда хотела заниматься деталями сложного производства. И ещё для меня очень важно недавно полученные звания «Лучший молодой специалист года» в номинации «Инженер-энергетик» в ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» и ПАО «ЛУКОЙЛ».

На досуге, помимо общественной деятельности, люблю ездить верхом, играть в «Что? Где? Когда?», петь, танцевать. Вообще, мне интересно проверять себя на прочность: *«А смогу ли я?»* Сдать нормы ГТО, найти ответ на заковыристый вопрос, пройти сложный маршрут в парке «Лесной экстрим», прыгнуть через барьер на лошади. Люблю прикладывать усилия и оценивать результат, делать выводы и работать над ошибками.

Читателям «Энерговектора», пользуясь случаем, предложу всегда идти вперёд. Энергия не стоит на месте: если закрыт один путь, значит, есть другой.

«Учимся новому»

Рассказывает Николай Фёдорович БАЕВ, начальник службы эксплуатации ПГУ-110 ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго».

В энергетику я попал неслучайно. Ещё в школе меня привлекала физика, особенно её разделы по механике и электричеству. По окончании школы, недолго думая, я пошёл учиться в Новочеркасский политехнический институт, на энергетический факультет.

В 1988 г. я переехал из Белой Калитвы в Астрахань и устроился на Астраханскую ГРЭС начальником смены электроцеха. Я очень хотел работать по специальности, и не просто работать, а стать высококвалифицированным специалистом, профессионалом своего дела. Тем более что было на кого равняться – моим первым наставником был начальник электроцеха Василий Никитич Низкопоклонов – грамотный, строгий учитель, Педагог с большой буквы. Василий Никитич научил меня всему и помог мне реализоваться в профессии. Проработав на станции в разных должностях 30 лет, сегодня я руковожу службой эксплуатации ПГУ-110.

При реформирования отрасли было решено на площадке Астраханской ГРЭС построить парогазовую установку мощностью 110 МВт. 26 апреля 2011 г. у нас состоялся торжественный пуск ПГУ-110. С тех пор наша работа сильно переменилась. Управление оборудованием ПГУ – полностью автоматизированное. Весь процесс производства электроэнергии отражается на мониторах. В качестве основного и резервного топлива на ПГУ-110 используется местный природный газ.

Главная особенность парогазовой технологии заключается в повторном использовании отработавшего в турбине газа, обладающего высокой температурой, для производства пара и, следовательно, выработки дополнительной электроэнергии. Переход с паросиловой на парогазовую технологию позволил нашему предприятию сократить удельные расходы топлива и резко снизить негативное воздействие на природу.

После ввода в эксплуатацию ПГУ-110 на Астраханской ГРЭС значительно сократились выбросы вредных веществ в атмосферу. Например, концентрация оксидов азота находится на уровне 0,1 ПДК. В газовых турбинах GE применены высокоэффективные камеры сгорания, в которых оксид углерода образуется в незначительных количествах. Благодаря использованию природного газа в качестве топлива отсутствуют выбросы серного ангидрида.

Кроме того, на станции возведена мощная система очистных сооружений. Все отходы производства утилизируются, при этом влияние ПГУ на атмосферный воздух, воды и почву находится в пределах и даже ниже норм, установленных для энергообъектов.

Техника у нас первоклассная, но инженерная мысль не стоит на месте. В марте 2012 г. генерирующее оборудование ПГУ-110 проходило аттестацию по увеличению располагаемой мощности – тогда мы опробовали режимы работы газовых турбин (в части поддержания максимальной нагрузки), выходя за пределы заводских рекомендаций. В результате мы оформили рацпредложение по увеличению располагаемой мощности и снижению ограничений ГТУ путём дополнительного охлаждения воздуха, поступающего на вход компрессора низкого давления. Предложили дополнить штатное оборудование тепловым насосом. Эта идея легла в основу корпоративного проекта (см. «Энерговектор», № 3/2015, с. 8. – *Прим. ред.*) по модернизации ПГУ с использованием абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машин (АБХМ), который был успешно реализован на нашей станции в 2015 г. – впервые в России. В результате на 8–10% снизились сезонные ограничения мощности. Впоследствии эта разработка была тиражирована на ПГУ-235 в Астрахани и ПГУ-135 в Будённовске.

Сейчас воплощаются в жизнь рационализаторские идеи по дальнейшему развитию АБХМ-охлаждения: разрабатываются проекты по охлаждению масла в маслосистемах газовых турбин и газа в дожимных компрессорных установках.

Николай БАЕВ
(ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго»)

Изготовитель газовых турбин ПГУ-110 гарантирует ресурс 160 тыс. ч (почти 20 лет непрерывной работы). Во время эксплуатации газовые турбины проходят средние и капитальные ремонты на заводах GE через, соответственно, 25 и 50 тыс. ч. Ремонты длятся по 3–4 месяца. Для снижения ремонтных простоев оборудования на ПГУ-110 и ПГУ-235 общество «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» приобрело резервную газовую турбину. Благодаря замене ремонтируемой ГТУ на резервную время простоя энергоблока сокращается до восьми рабочих дней, что позволяет эффективно использовать оборудование.

Мне очень повезло с рабочим коллективом – и тогда, на ГРЭС, и сейчас, на ПГУ-110. Я работаю в команде настоящих профессионалов. Коллектив дружный, сплочённый, очень грамотный. Все действуют слаженно, чётко, профессионально, каждый выполняет свои задачи с большой ответственностью и готов выручить коллег. Очень приятно видеть, когда люди понимают, что делают общее дело. Я думаю, именно такой и должна быть производственная атмосфера.

Мне очень повезло с рабочим коллективом – и тогда, на ГРЭС, и сейчас, на ПГУ-110. Я работаю в команде настоящих профессионалов. Коллектив дружный, сплочённый, очень грамотный.

Я очень рад тому, что мне довелось работать рядом с ветеранами станции – Вениамином Николаевичем Сальниковым и Николаем Андреевичем Сорокиным, которые стояли у самых истоков Астраханской ГРЭС и участвовали в пуске её первого оборудования в1947 г.

В прошлом году Астраханская ГРЭС в составе ПГУ-110 праздновала своё 70-летие. Была очень душевная обстановка. Сегодняшние руководители большого и дружного коллектива ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» заместитель генерального директора по персоналу и административным вопросам В. И. Куринный, заместитель генерального директора – главный инженер А. В. Парфёнов и заместитель главного инженера по эксплуатации И. И. Клименко начинали свою трудовую деятельность в коллективе Астраханской ГРЭС.

Наше предприятие тесно сотрудничает с Астраханским государственным техническим университетом (АГТУ). Мы ежегодно принимаем на производственную практику студентов Института морских технологий, энергетики и транспорта АГТУ. Лучшие выпускники этого института становятся работниками «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго».

Помимо молодых специалистов нашего предприятия, в научно-практических конференциях ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» участвуют студенты и преподаватели кафедры «Промышленная теплоэнергетика» АГТУ. И мне отрадно видеть, что будущие инженеры-энергетики имеют реальную возможность изучить опыт использования современных технологий на производстве, предложить свои инновационные решения. Проекты, отмеченные экспертной комиссией, получают шансы на реализацию.

Выпускники университета работают у нас в разных должностях, начиная с машиниста энергоблока и заканчивая техническим директором ПГУ-110 (Сергей Куртынов), и составляют основу коллектива нашей электростанции.

За всю трудовую жизнь мне особо запомнились строительство и успешный пуск ПГУ-110 на площадке Астраханской ГРЭС. Отработав более 60 лет, Астраханская ГРЭС обрела новую жизнь, ну, и мы теперь постоянно учимся чему-то новому.

Как большинство астраханцев, свободное время я предпочитаю проводить на природе, люблю нашу реку Волгу – приятно посидеть на берегу с удочкой.

Коллегам-энергетикам и остальным читателям газеты хочу пожелать всегда достигать поставленных целей, успеха во всём, профессионального роста, развития, безаварийной и спокойной работы по графику, тепла и света в домах. **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
7.07.2018 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:
EA SPORTS FIFA

ЭВ
НЕФТЯНИК
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
Издаётся с 2004 г.
16+
РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА
ЦИФРА НЕДЕЛИ:
Добыли с начала года в Югре и ЯНАО
79,1 млн тонн нефти
165,3 млрд куб. м газа
ЛУКОЙЛ
НОВОСТИ
СТАТЬИ
ФОТОНЕДЕЛЯ
PDF АРХИВ
Search
Выпуск: № 14 (502) 09.04.2018
09 апрель, 2018
Новости
Проект в Мексике
По результатам тендера, который прошёл в Мексике в рамках первого этапа третьего лицензионного раунда, ЛУКОЙЛ в составе консорциума с итальянской компанией Eni выиграл право на заключение контракта в отношении Блока 28, расположенного на шельфе Мексиканского залива на...
Без конкурентов в этом мире «Нефтяник Западной Сибири»