



От мельчайших атомов до звёзд





## К 300-летию Перми

«ЛУКОЙЛ» как один из ключевых партнёров Прикамья поддерживает проект, посвящённый трёхсотлетию юбилею Перми (будет отмечаться 4 мая). Это строительство новой сцены Театра юного зрителя (на фото) и театрального квартала, нового корпуса для семейного центра «Марьюшка», двух новых общежитий для Пермского политеха, изготовление и установка восьми стел при въезде в регион.

Организациями Группы «ЛУКОЙЛ» в Пермском крае были подписаны традиционные соглашения о сотрудничестве с двадцатью пятью муниципальными образованияами. За последние пять лет в рамках этих соглашений было построено, отремонтировано и реконструировано свыше 250 различных объектов.

В 2023 году помимо традиционных обязательств, прописанных в ежегодных соглашениях, компания определила ещё несколько форм взаимодействия с территориями Прикамья. Там появятся «станции здоровья», универсальные детские игровые и спортивные площадки, в медицинских и образовательных учреждениях – новое оборудование.

Компания взаимодействует с муниципалитетами не только в рамках соглашений. Ежегодно «ЛУКОЙЛ» проводит Конкурс социальных и культурных проектов, журналистский конкурс «Чёрное золото Прикамья», а также «Марафон добрых дел», включающий более двухсот благотворительных мероприятий.

## ВИЭ круглый год

Проект строительства Международной арктической станции «Снежинка» в ЯНАО получил положительное заключение Главгосэкспертизы России. Концепция станции предполагает создание полностью автономного энергокомплекса, работающего на базе ВИЭ (ветровых и солнечных генераторов) и систем водородной энергетики. Проект разрабатывается командой Московского физико-технического института.

В больших прозрачных куполах, соединённых переходами, смогут жить и работать двадцать постоянных сотрудников и шестьдесят гостей. «Они оценят эффективность новейших технологий на собственном опыте, поскольку "Снежинка" станет первой в мире полностью автономной научной станцией, работающей на безуглеродной энергии», – отмечают авторы проекта.



## Думающие ребята

В ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» подведены итоги VII Конкурса на лучшую научно-техническую разработку среди молодых работников и молодых специалистов за 2021–2022 годы. В конкурсе, на этот раз прошедшем в дистанционном формате, приняли участие 68 человек, которые представили 61 научно-техническую разработку в двух номинациях. Главные критерии оценки творчества молодёжи – актуальность, экономическая эффективность и возможность внедрения предложений в производство.

В номинации «Энергетика, энергоэффективность» первое место завоевал **Ильнур Сабитов** (Западно-Сибирское региональное управление) с работой «Анализ отказов и способов ремонта в период послегарантийной эксплуатации микропроцессорных терминалов на примере ТРОР-200». Второе место заняли **Евгений Миков** и **Александр Шляков** (Пермское региональное управление) за проект «Оптимизация технологического режима работы ГТЭС "Чашкинская" путём внедрения системы автоматического регулирования активной мощности по входному давлению в газотурбинные установки». На третьем месте расположились **Иван Марчинский**, **Андрей Катаев** и **Виктор Коналов** (Пермское региональное управление) с проектом «Разработка цифровой модели сетей 0,4 кВ для расчётов токов короткого замыкания и анализа уставок РЗА в целях повышения надёжности электроснабжения производственных установок ООО "ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез"».

В номинации «Промышленная и экологическая безопасность» лучшей признана работа **Викторий Любимовой** из Усинского регионального управления «Получение магнитных наночастиц и разработка технологической схемы очистки сточных вод от нефтяных загрязнений». Жюри отметило высокий уровень представленных работ и успехов, достигнутые их авторами в исследовательской и производственной деятельности.

Участники конкурса научно-технических работ, образно говоря, не идут уже наезженными дорогами, а ищут и прокладывают новые тропы. Не все предложения принимаются, но это не беда. Кто знает, может быть, идеи, которые сегодня кажутся слишком нестандартными и смелыми, завтра будут внедрены и приведут к повышению производительности труда и производственной эффективности.



## В свете юпитеров

Семнадцатого марта на Ростовской ТЭЦ-2 состоялся торжественная церемония, приуроченная к Дню работников жилищно-коммунального хозяйства. Министр ЖКХ Ростовской области Сергей Сизиков наградил лучших сотрудников обществ «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» и «Ростовские тепловые сети» («РТС»).

«За достигнутые успехи в работе и высокие производственные показатели в связи с профессиональным праздником» Благодарностью Министерства ЖКХ Ростовской области отмечены: руководитель группы эксплуатации Центральной котельной ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» **Денис Бояр**; руководитель группы эксплуатации котельной № 4 ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» **Виталий Верещагин**; мастер службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Николай Софрин**; инженер службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Геннадий Мостовой**; начальник службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Роман Агеев**; слесарь по ремонту оборудования тепловых сетей службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Юрий Поляков**; мастер группы технической эксплуатации теплового района «Центральный» ООО «РТС» **Николай Лепендин**; электрогазосварщик службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Андрей Балабин**.

«За высокое профессиональное мастерство и личный вклад в развитие общества» Благодарностью генерального директора ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» отмечены: руководитель группы эксплуатации котельной № 3 ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» **Александр Шкуров**; электросварщик ручной сварки службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Святослав Никонов**; слесарь по ремонту оборудования тепловых сетей службы аварийно-восстановительного ремонта ООО «РТС» **Валерий Цветков**.

«Мы считаем честью быть удостоенными высоких наград. Будем и дальше стараться поддерживать высокий уровень, улучшая производственные показатели и повышая надёжность работы тепловых сетей на благо жителей Ростова-на-Дону», – отметил генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» Сергей Левченко.

День работников торговли, бытового обслуживания населения и жилищно-коммунального хозяйства отмечается ежегодно в третье воскресенье марта. В этом году праздник пришёлся на девятнадцатое число.



## Сила и опора ЖКХ

В преддверии Дня работников жилищно-коммунального хозяйства в Детско-юношеском центре Волгограда чествовали энергетиков Волгоградской ТЭЦ-2. В адрес профессионалов из ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» прозвучало немало тёплых слов.

Почётными грамотами Волгоградской областной Думы награждены **Максим Матвеев**, **Андрей Куцаев** и **Павел Морозов**. От Комитета ЖКХ Волгоградской области Почётные грамоты вручены **Алексей Котельникову** и **Сергею Митяеву**. Энергетики **Артём Джгаркава** и **Александр Курченко** удостоены Почётных грамот администрации Волгограда. Ещё двое сотрудников ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго», **Андрей Дронов** и **Юрий Перекрестов**, отмечены Почётными грамотами департамента ЖКХ и ТЭК администрации Волгограда.

## Успешный год

Энергетики Краснодарской ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» подвели итоги 2022 года. Коллектив предприятия выполнил задачу устойчивого снабжения электроэнергией Кубанской энергосистемы, тепловой энергией – объектов Краснодара.

Станция в 2022 году произвела 5802 млн кВт·ч электрической энергии, в том числе на парогазовой установке 3302 млн кВт·ч, что на 7,5% выше уровня предыдущего года. Специалистам удалось снизить удельный расход условного топлива на 7,9 г/кВт·ч по электрической и на 2,4 кг/Гкал по тепловой энергии. В августе 2022-го на территории ТЭЦ была запущена в эксплуатацию солнечная электростанция.

Вместе с плановыми ремонтами выполнен большой объём работ по повышению надёжности и экономичности оборудования. В проекте по модернизации энергоблока № 1 смонтированы новые котёл и турбина, а также вспомогательное оборудование, заменены контрольно-измерительные приборы и АСУТП.

На предприятии разработаны и выполняются программы промышленной и пожарной безопасности, охраны окружающей среды. Для воспроизводства водных биологических ресурсов энергетиками выпущено в кубанские лиманы почти три миллиона особей сазана.

В 2022 году ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» оказало адресную благотворительную помощь полусотне с лишним организаций и частных лиц, включая специализированные детские учреждения.



## Больше добрых дел!

ПАО «ЭЛ5-Энерго» (входит в Группу «ЛУКОЙЛ») подвело итоги конкурса социальных грантов, организованного на территориях своего присутствия для создания доступной, экологичной и безопасной среды. Победителями стали индивидуальные предприниматели, государственные, некоммерческие и общественные организации, действующие в Свердловской, Мурманской, Тверской областях и в Ставропольском крае.

В Среднеуральске при поддержке компании будет благоустроен сквер на пересечении улиц Ленина и Уральской. Там планируется создать «Парк чемпионов» с местами отдыха для всей семьи и большим скейт-дромом. На первом этапе проекта в 2023 году пройдут работы по подготовке территории.

В Невинномысске на средства гранта обновится многофункциональная игровая площадка в детском краевом санатории «Журавлик». Среди прочего там будет положено безопасное резиновое покрытие взамен асфальтового. По окончании проекта в санатории появится современное пространство для спортивных мероприятий (включая соревнования по футболу и баскетболу), лечебной физкультуре, а также для утренняя гимнастики на свежем воздухе.

В Тверской области выделен грант на обустройство территории школы № 1 посёлка Редкино. Намечено обновление и расширение исторического яблоневого сада, высаженно школьниками ещё в 1965 году. Кроме того, запланировано оформить информационные стенды по истории посёлка и школы, а также воссоздать Парк Победы в память героев Великой Отечественной войны. Вокруг школы будут обустроены дорожки для прогулок и спортивная площадка.

В Мурманской области компания поддерживает съёмки короткометражного фильма в районе Кольского ветропарка на развилке дороги Туманный – Терiberка. Сюжет фильма разворачивается на другой планете, и его создатели уверены, что виды Кольского полуострова сравнимы с инопланетными пейзажами. Одна из целей проекта – привлечь внимание кинематографистов к тундре и промышленным объектам Кольского района как перспективным площадкам для съёмки фантастических фильмов. Создаваемую короткометражку планируется показать на трёх российских кинофестивалях, в том числе в Терiberке.



## Молодые инноваторы

В ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» прошёл XIII Конкурс молодых работников и специалистов на лучшую научно-техническую разработку. Первое место разделили **Денис Ершов**, ведущий инженер управления производственно-технического обеспечения и метрологии (тема работы: «Модернизация Краснодарской СЭС. Охлаждение инверторов»), и **Андрей Апекишев**, электрослесарь участка средств измерений и автоматики (тема работы: «Интеграция алкотестеров в систему контроля доступа на предприятии с использованием современных средств измерений»).

Второе место опять же на двоих досталось **Ивану Ганееву**, электромонтеру участка электротехнического оборудования, и **Владимиру Любичу**, электрослесарю участка средств измерений и автоматики. Они представили соответственно инновационные работы «Внедрение определителя места повреждения ИМФ-ЗР» и «Модернизация узла учёта ливневых вод "Калининская Балка" в целях обеспечения надёжности и точности учёта».

На третьем месте – **Кристина Соколова**, электромонтер участка электротехнического оборудования, представившая работу «Модернизация нижнего уровня СОТИАССО. Замена многофункциональных преобразователей типа ION».

Победители конкурса получили денежные премии и рекомендации участвовать в Конкурсе молодых учёных и специалистов на лучшую научно-техническую разработку ПАО «ЛУКОЙЛ».

## Знай энергетику!

Работники Краснодарской ТЭЦ ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» провели экскурсию по предприятию для сорока двух студентов Кубанского государственного аграрного университета, обучающихся по специальности «Электроэнергетика и электротехника».

После вводного инструктажа студенты побывали на главном шите управления теплоэлектростанции, солнечной электростанции и других объектах предприятия. По традиции экскурсантам рассказали об истории развития энергетики Кубани, об этапах строительства и расширения Краснодарской ТЭЦ, включая ввод в эксплуатацию фотоэлектрической станции в 2022 году и текущий проект по модернизации трёх паросиловых энергоблоков в рамках государственной программы ДПМ-2.



## Ценные предложения

Волжская ТЭЦ-2 и сервисный центр «Волгоградэнерго» стали пилотными площадками для внедрения системы непрерывных улучшений в «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго».

Любая инициатива по совершенствованию производства теперь попадёт в корпоративный банк идей, а потому обязательно получит техническую и экономическую оценку. «Мы хотим уйти от пассивного отношения к работе: отменился на проходной, отработал положенные восемь часов, и домой. Система непрерывных улучшений должна выстроить работу так, чтобы каждый коллектив стал единой рационализаторской командой. Мы готовы принять инициативы, которые помогут улучшить технологические процессы, сэкономить энергоресурсы и повысить надёжность оборудования», – отметил главный инженер предприятия Олег Баландин.

Если предложение пройдёт отбор, всем участникам рационализаторской группы будет выплачено вознаграждение. Его размер рассчитывается исходя из ожидаемого экономического эффекта.

В коллективе с интересом отнеслись к новой системе. Ведущий инженер участка тепломеханического и топливно-транспортного оборудования Андрей Булгасов (автор нескольких предложений, которые уже нашли свое применение на станции) делится впечатлениями: «Это хорошая возможность для молодых специалистов заявить о себе, проявить инженерно-техническую смекалку. Жизнь не стоит на месте, меняются требования к технологиям, приоритетными становятся энергосбережение и безопасность. Думаю, у молодых энергетиков будет дополнительный стимул к творчеству».

«Система непрерывных улучшений, внедряемая на предприятии, даёт нам уникальную возможность быстро довести свою идею до руководства, получить компетентный анализ и оценку и, самое главное, внедрить предложение на производстве», – комментирует председатель совета молодых специалистов, ведущий инженер отдела промышленной безопасности, охраны труда и экологии ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» Артём Зеленский.



## Кольские пленники

Тридцатого марта сотрудники компании «ЭЛ5-Энерго», входящей в Группу «ЛУКОЙЛ», с Кольской ветроэлектростанции за Полярным кругом участвовали в спасательной операции, развернувшейся на дороге из Терiberки в Мурманск. Более тридцати машин с туристами, в основном женщинами и детьми, оказались в снежном плену.

Специалист по техническому обслуживанию ветроустановок Андрей Сергеев привёз туристам еду и воду, после чего на вездеходе «Трэкол» доставил пленников стихии во временный лагерь МЧС.

Губернатор Мурманской области Андрей Чибис, находившийся с рабочим визитом в Кандалякше, поблагодарил спецслужбы, спасателей и энергетиков Кольской ВЭС за помощь в спасении людей, попавших в непростую ситуацию. При этом он рекомендовал северянам, гостям Кольского Заполярья и глдам внимательно отслеживать метеоисводки и информацию о перекрытии дорог из-за нулевой видимости, метели и ветра. По словам главы региона, выполнять рекомендации МЧС и Минтранса необходимо, чтобы избежать опасных последствий.

## Волшебные лиганды

Ученые из Физико-технического института имени А. Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург) синтезировали новые электрокатализаторы на базе никеля, меди и углеродного волокна. Материал может служить для эффективного получения из воды чистого кислорода в области медицины и водорода в сфере энергетики и на транспорте.

Электрокатализаторы (углеродные микротрубки) были покрыты композициями на основе никеля и меди. Покрытия синтезированы методом электрохимического осаждения из комплексных аммоний-сульфосалициловых электролитов, которые содержат органические лиганды со сложной структурой. Благодаря этому площадь электрохимически активной поверхности материалов увеличена в разы.

«Мы добились улучшения электрокатализаторских свойств как за счёт уменьшения размера кристаллитов, так и за счёт добавки меди. Она улучшает электропроводность и снижает общую энергию связи металла – водород, ослабляя диффузионные ограничения реакции», – отметил научный сотрудник института Дмитрий Дмитриев. **ЭВ**

# ВОДОРОДНАЯ ЛИХОРАДКА

Идти вперёд, не забывая об имеющемся заделе

**О**смысленный огромный интерес к применению водорода в энергетике и на транспорте, задаётся вопросом: «Откуда прилетела водородная лихорадка?» По всему миру правительства обсуждают и строят планы перевода электростанций и автомобилей на безуглеродное топливо. Многие энергокомпании собираются в огромных количествах производить и экспортировать «зелёный» водород. Отраслевая пресса каждый день обнародует громкие заявления лидеров государств и корпораций.

Читаем в телеграм-канале Internet of Energy: «В мире формируется новый глобальный рынок низкоуглеродного водорода, на котором уже в 2030 году будут торговаться десятки миллионов тонн нового энергоносителя. Он будет транспортироваться по миру так, как сегодня это происходит с СПГ и нефтью. Кроме того, создаётся и глобальный рынок водородных технологий, годовой оборот на котором в середине века превысит двести миллиардов долларов. По крайней мере так считают в целом ряде мировых аналитических центров».

Вероятно, у водородного бума есть психологические причины. Думается, каждой стране и отдельным регионам, бедным на нефть, газ и гидроэнергию, хочется получить энергетическую независимость и добиться процветания за счёт бесплатной энергии солнца и ветра, овеянной в новом топливе. Специалисты предупреждают, что потери энергии по всей цепочке энергетических преобразований, начиная от электролиза и заканчивая электродвигателем водородного авто, превышают 70%, но какая разница, если солнце и ветер бесплатны?

Для стран и регионов, богатых традиционными энергоресурсами, в этих обстоятельствах важно не отстать от тренда – подготовиться к переходу на новые технологии ради сохранения экспортных рынков и статуса поставщика энергоносителей.

Между тем сегодня явно не самое удачное время для серьёзных инвестиций в водородные технологии. Ситуация непростая: по

всему миру мы видим нарушения в цепочках поставок материалов и оборудования, сильную инфляцию, сложности, тормозящие международное сотрудничество в науке, неопределённость насчёт политической стабильности регионов и перспектив их дальнейшего экономического роста. Как назло, в США разразился банковский кризис, грозящий перекинуться на все страны Запада. Когда там оправятся от кризиса и начнут всерьёз заниматься энергетикой, неизвестно. В таких условиях спешка чревата пустыми тратами драгоценных ресурсов.

## ПОДЪЁМНАЯ ЗАДАЧА

Начальные инвестиции в водородные технологии обещают быть немалыми, а сроки окупаемости проектов пока не просматриваются. Потому что неясно, кто, где, когда и в каких объёмах будет потреблять новое топливо. Так стоит ли «бежать впереди паровоза», занимаясь капиталоемкими проектами? Может, лучше подождать?



История показывает, что в некоторых случаях эта стратегия выигрывает. Так, страны Африки успешно пропустили этап проводной телефонизации, которая требует прокладки медного провода в каждый дом и строительства обширной сети телефонных станций, связанных друг с другом бесчисленными кабелями. Многие африканцы, никогда в жизни не видевшие проводного телефона, обзавелись сразу сотовыми аппаратами и смартфонами. (А их, кстати, можно заряжать от солнечных панелей.) Телефонизация, которая в России и на Западе растянулась на полвека, в странах Африки завершается за пять-семь лет. Возникает за-

кономерный вопрос: стоит ли гнаться за водородной энергетикой на начальных стадиях её развития?

К сожалению, мы не можем позволить себе ждать с водородными технологиями – они необходимы для поддержания обороноспособности страны. И ещё хотелось бы получить синергию и эффект масштаба, а также не отстать от зарубежных конкурентов. Директор аналитического направления центра «Энерджиет» Игорь Чаусов в телеграм-канале Internet of Energy отмечает: «Ставка на развитие отечественных водородных технологий позволит нам в условиях, когда нет возможности полноценно участвовать в разделе формирующегося глобального водородного рынка, тем не менее не отстать в создании водородной промышленности». Он перечисляет перспективные направления, которыми исследователи занимаются по всему миру, но на наш взгляд стоит также вспомнить об оригинальных исследованиях и разработках, сделанных в нашей стране в начале века.

## ВОДОРОД ПЛЮС ПАР

Например, в Объединённом институте высоких температур (ОИВТ) РАН прорабатывалась концепция высокотемпературной паротурбинной установки с комбинированным газодородным топливом. Водород использовался там для того, чтобы увеличить температуру пара на входе в паровую турбину сверх нынешних 550–600 °С, обойдя ограничения, которые обусловлены жаропрочностью материалов. (Трубки теплообменника в котлах не выдерживают одно-временного воздействия высоких температур и давлений, ограничивая КПД паросиловых энергоблоков.)

Учёные из ОИВТ РАН предложили тратить дорогой водород на промежуточный перегрев водяного пара, полученного в традиционном паровом котле, который работает на газе или угле. Эксперимент дал очень интересные результаты.

Теоретически путём сжигания водорода в кислороде можно обеспечить температуру пара около 3000 °С. При этом необходимо специальным образом защищать стенки камеры сгорания. В ракетно-космической технике нарабатаны технологии их охлаждения жидким топливом. Здесь же учёные ОИВТ РАН предложили использовать водяной пар.

Камера сжигания водорода и кислорода в паровой среде была создана и испытывалась на научно-производственном внедренческом предприятии «Турбоком» (Калуга). Вдоль стенок пароперегревателя конструкторы организовали паровую завесу с более низкой температурой. На выходе из камеры сгорания ещё добавляли пар, чтобы поступающий в турбину теплоноситель имел ту температуру, которая необходима.

Сотрудники «Турбокона» в своих научных статьях предложили использовать высокотемпературную конденсационную паровую турбину с неохлаждаемой рабочей частью, куда будет подаваться поток перегретого пара с температурой 850 °С, и охлаждаемой частью, где температура пара будет достигать 1500–1700 °С. По расчётам авторов исследования, электрический КПД электростанции с подобной паротурбинной установкой мощностью более 100 МВт (с учётом затрат на производство водорода и кислорода) превысит 55% в пересчёте на органическое топливо. При использовании установки в парогазовом цикле её КПД может достигать 65%. При этом было предложено использовать в турбине лопатки с пористым охлаждением, тоже создаваемые на основе отечественных ракетно-космических разработок.

## В КОМПЛЕКСЕ

Подобные проекты обеспечат внутренний спрос на водород, который концерн «Росэнергоатом» планирует получать из воды на своих атомных электростанциях. Более того, они помогут поддерживать высокоэффективную электрогенерацию в тот период, пока российские газовые турбины высокой мощности не будут отлажены и поставлены на поток. Важно, что так можно будет совершенствовать водородные технологии и производство, не дожидаясь окончания запятого финансового кризиса и нормализации геополитической ситуации на экспортных рынках.

Имея свои наработки в водородной энергетике, мы должны их использовать и развивать, критически глядя на приходящие из-за рубежа прогнозы о развитии отрасли. В конце концов, историю науки и технологий творят учёные и инженеры, а не аналитики.

Константин ЧЕСТНОВ

# АНТИПОДЫ НЕФТЕДОЛЛАРА

Шесть способов криптомонетизировать уход от углеводородного топлива

**К**огда эта статья версталась, компания C+Charge, зарегистрированная на Британских Виргинских островах, готовила к запуску блокчейн C+Charge на платформе BNB для владельцев электромобилей и электростанций. Чем может быть интересен такой блокчейн?

## ЗАРЯДКА ДЛЯ ПРИРОДЫ

Помимо удобства расчётов через приложение для смартфона и известных достоинств блокчейна (надёжность, защищённость, прозрачность) владельцев «электричек» может привлечь перспектива получать углеродные сертификаты. Идея в том, что каждый киловатт-час безуглеродной энергии, потраченный при движении электромобиля, исключает затраты определённого количества традиционного углеводородного топлива – бензина, дизеля или газа. Неизвестно, по какому алгоритму будут выписываться углеродные сертификаты C+Charge, но они могут быть интересны предприятиям, стремящимся компенсировать атмосферные выбросы от своей основной производственной деятельности. Операторов зарядных станций могут привлечь сниженные затраты на обслуживание системы C+Charge по сравнению с традиционными кассовыми терминалами, необходимыми для банковских карт.

Возникает естественный вопрос: как привязать стоимость криптокоинов к цене электроэнергии? Внятного ответа на него в материалах C+Charge мы не нашли, но увидели, что разработчики стремятся поддерживать баланс между спросом и предложением. Так, каждый криптокоин, потраченный владельцем электромобиля на зарядной станции, будет изыматься из обращения.

## ВЫРАЩИВАЮТ НА ДЕРЕВЬЯХ

Бразильская компания Moss выпустила криптокоины MCO2 (Moss Carbon Credit) на платформе Ethereum. Эмиссия токенов MCO2 определяется ходом проектов по восстановлению бразильских джунглей. Компания постоянно следит через спутники за состоянием лесов, используя системы геопространственного анализа и искусственного интеллекта. Обнаружив повреждённые лесные угодья, специалисты Moss обращаются к владельцам земель с предложениями по восстановлению лесов. По результатам проведённых работ компания получает углеродные сертификаты, оформляя их в виде

криптокоин (все этапы работ проходят аудит), приспособленных для обращения на крипторынках.

Важно, что компания Moss предпринимает немалые усилия для широкого распространения углеродных сертификатов в криптосфере. В августе 2022 года она с помощью команды Regen Network Development (RND) выпустила сертификаты на платформе Regen, которая существует в блокчейновой экосистеме Cosmos. Через протокол межблокчейновой связи эти сертификаты стали доступны сразу в пятидесяти криптографических сетях.

Вместе с разработчиками протокола Toucan, который поддерживает реестр углеродных проектов на криптоплатформе Polygon, и командой RND компания Moss разработала стандарт Nature Carbon Top, позволяющий вывести на рынок высококачественные криптографические сертификаты. В каком смысле? В таких сертификатах зафиксированы не обезличенные тонны CO<sub>2</sub>, а подробные све-



Команда Nori переводит рынок углеродных сертификатов в блокчейн

дения о проведённых проектах и их результатах. Значит, потенциальный покупатель может выбирать сертификаты, ориентируясь на свои представления о добротности работ по охране природы и восстановлению климата.

## НАКАЧИВАЮТ ЦЕНУ

В криптопроекте KlimaDAO (платформа Polygon) технологии цифровых финансов используются для повышения стоимости углеродных сертификатов. Для этого команда покупает углеродные сертификаты у регистратора Verra и, списывая их бумажные варианты, вводит по протоколу Toucan эммитирует криптографические токены BCT (Base Carbon Tonnes – «Базовые углеродные тонны»). Каждый такой токен фиксирует удаление из атмосферы тонны углекислого газа.

Токены BCT используются как база для обеспечения криптовалюты Klima, обладателей которой стимулируют накапливать её

путём начисления процентов. Проект однозначно влияет на рынок, поскольку команда KlimaDAO заняла 2% добровольного рынка углеродных сертификатов.

## ЗАКАПЫВАЮТ В ЗЕМЛЮ

Разработчики криптопроекта Nori (платформа Ethereum) опираются на способность почв накапливать и удерживать углекислый газ. Команда создаёт рынок, объединяя мелких фермеров (поставщиков углеродных сертификатов) и компании, которые покупают сертификаты добровольно. При регенеративном сельском хозяйстве состояние почв улучшается, и они накапливают большее количество углекислого газа. Факты его секвестрации на срок не менее десяти лет (подтверждённые аудиторами) оформляются как углеродные сертификаты, обеспечивающие основную цифровую актив проекта – NRT (Nori Carbon Removal Tonne).

## ЭКОШОПИНГ

В декабре 2022 года на криптобирже LBank были запущены торги экологическим токеном IMPRT на платформе Ethereum. Команда проекта из десяти человек обещает пользователям обеспечить конвертируемость IMPRT в углеродные сертификаты в форме невазымаемых токенов. «Наша цель – предоставить каждому возможность поддерживать сотни природоохранных проектов».

## ГЛАЗА ВЕЛИКИ

Среди мем-коинов, то есть криптокоин с образом интернет-мема, выделяется выдвигимый на рынок Big Eyes Coin («монетка с большими глазами»). На биржах обозначаемая тикером BIG. Согласно легенде изображённая на значке BIG кошечка всерьёз озабочена состоянием мирового океана и населения его живых существ. И поэтому десять миллиардов BIG (5% всей эмитируемой массы) будут помещены в благотворительный кошелёк для финансирования проектов по очистке океанов от мусора.

Криptomаны чаще всего покупают мем-коины для забавы, когда ухитряются подзаработать на росте котировок. Но есть и любители сыграть в лотерею: повезёт – не повезёт. Среди персонажей мем-коинов до сих пор доминировали разного рода собаки, так что кошечку публики восприняла с воодушевлением. Впрочем, шумиха вокруг новинок объясняется не только этим. Всё больше людей действительно хотят сделать реальный вклад, пусть небольшой, в сохранение и восстановление природы, которая является большой ценностью. А ценность, как известно, можно монетизировать. **ЭБ**

Держатели Big Eyes Coin помогут очистить океаны от пластикового мусора

по всему миру самым простым способом, не предполагающим изменение привычного распорядка жизни», – заявляют разработчики. Это напоминает покупку индulgенции грешником. Кстати, даже не обязательно приобретать криптокоины IMPRT – они будут автоматически начисляться тем, кто использует для шопинга фирменную онлайн-платформу.

Во втором квартале текущего года команда IMPRT начинает строить гигантскую фран-



# ЭНЕРГИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

## Готов ли ChatGPT двигаться по пути устойчивого развития?

Осенью прошлого года компания OpenAI предоставила широкой публике доступ к разговорному боту ChatGPT. Он поразил пользователей Интернета широкими возможностями, которые не ограничиваются разговорами на общие темы. Бот, насчитывающий 175 миллиардов искусственных нейронов, составляет программы для компьютеров, переводит тексты с одного языка на другой, пишет стихи в разных стилях, не поддаётся на обман (то есть критически оценивает запросы человека) и, что самое удивительное, часто даёт толковые ответы на сложные вопросы. За первые два месяца аудитория активных пользователей бота достигла ста миллионов человек.

Войдёт ли выпуск ChatGPT в историю как начало эры искусственного интеллекта (ИИ)? Вполне возможно: имея доступ к ИИ, люди пробуют его возможности в самых разных сферах. Так, пользователь YouTube с псевдонимом Enderman использовал бота для того чтобы генерировать ключи активации к операционной системе Windows 95. Мой знакомый с помощью ChatGPT сумел найти в Интернете фотографию печатной платы, которую уже отчаялся искать средствами Google.

Педагогов волнует тот факт, что ChatGPT выполняет школьные задания на уровне хороших учеников. Офисные работники опасаются конкуренции со стороны компьютеров. Забеспокоились даже учителя английского: ChatGPT готов болтать с пользователем в любое время дня и ночи, поправляя неверно построенные фразы, стоит лишь об этом попросить.

### ПРОЖОРЛИВЫЙ СУБЪЕКТ

Нейросеть, в которой реализован алгоритм ChatGPT, находится в «облаке», то есть в арендуемых вычислительных системах. Для надёжного доступа из разных регионов в любое время суток такие системы располагаются в центрах обработки данных (ЦОД) сразу на нескольких континентах. И хотя каждый ЦОД выполняет множество задач, ясно, что ChatGPT добавил к их энергопотреблению не один мегаватт. С начала февраля нынешнего года пользователи на страничке регистрации стали получать сообщения: «ChatGPT is at capacity right now» («Сейчас ChatGPT полностью загружен»). Между тем у облачных систем ограничений по вычислительной мощности и трафику не бывает – поставщики услуг всегда готовы подключить дополнительные серверы и расширить каналы связи. Значит, компания OpenAI вынуждена экономить на счетах за аренду серверов и линий.

В прошлом веке человечество столкнулось с проблемой устойчивого развития, то есть такой организации общества, когда его текущая жизнедеятельность не осуществляется за счёт будущего. Сегодня к этой проблеме добавляется широкопрофильный искусственный интеллект. Факт потребления энергии и других материальных ресурсов ботом ChatGPT очевиден, а его общественная польза пока остаётся под сомнением.

Узкоспециализированные нейронные сети, используемые в различных сферах науки и техники (например, для анализа режимов работы энергосистем), окупаются благодаря экономическому эффекту, высвобождая время и силы людей. Ис-

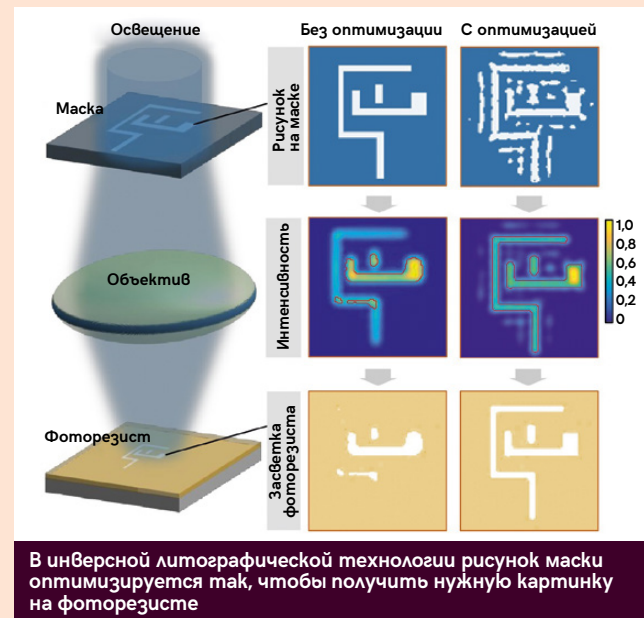
кусственный интеллект широкого профиля, наоборот, пока оттягивает на себя их время и силы. Когда мы научимся продуктивно использовать ChatGPT (решение школьных заданий не в счёт), неизвестно.

Поскольку ChatGPT имитирует мозг, отрезанный от органов чувств, для него было бы естественно взять на себя какие-то научные и управленческие задачи для сокращения административной и бюрократической прослойки в компаниях и государственных организациях. Однако до этого момента ему предстоит пройти большой путь по дороге совершенствования и, как ни странно это звучало бы, по дороге самосовершенствования.

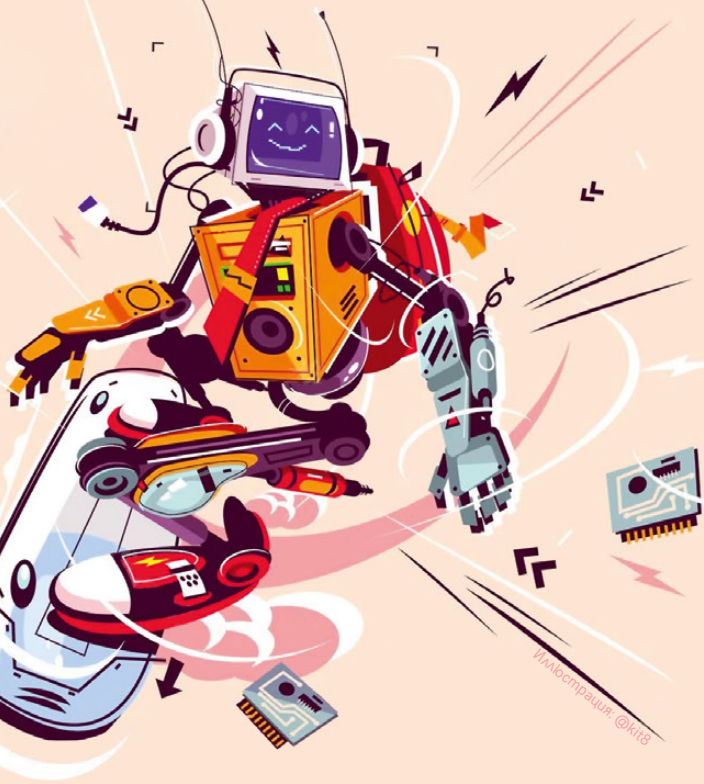
### МИКРОСХЕМЫ МАКСВЕЛЛА

Идею проще всего пояснить на примере вычислительной литографии. Что это за зверь? В современных микропроцессорах минимальные размеры топологических элементов уже исчисляются единицами нанометров, а длина световой волны в установке фотолитографии, которая формирует точнейший рисунок на кремниевой подложке, составляет сотни нанометров. Казалось бы, такая фотолитография из-за эффектов интерференции света невозможна. Но – как раз наоборот: именно благодаря интерференции она очень даже возможна!

Вычислительная литография используется в микроэлектронике уже больше тридцати лет. Компьютеры синтезируют рисунок на фотошаблоне по уравнениям Максвелла так, чтобы неизбежные эффекты интерференции создали требуемую засветку фоторезиста. Итоговые маски выглядят, мягко говоря, не совсем так, как формируемые с их помощью рисунки.



В сложных микросхемах используются десятки слоёв металлизации, диэлектрика и полупроводников. Для их получения нужны десятки фотошаблонов, создаваемых на мощнейшем суперкомпьютере. Например, при производстве нового графического акселератора nVidia H100 с тензорными ядрами задействуется 89 фотошаблонов. Каждый из них просчитывается в ЦОДе на протяжении двух недель.



Микроэлектронные предприятия имеют крупные центры обработки данных, построенные на самых совершенных серверах, и по всему миру ежегодно потребляют десятки миллиардов процессор-часов. Знаменитый тайваньский производитель микросхем, компания TSMC эксплуатирует вычислительные системы, которые в сумме насчитывают сорок тысяч процессоров.

Во время как технологические нормы сокращаются, вычислительная нагрузка только увеличивается. При этом объём литографических расчётов прирастает быстрее, чем количество транзисторов на кремниевом кристалле. Отсюда – задержки с разработкой и выводом микросхем на рынок. Тормозится развитие не только микроэлектроники, но и других отраслей, где широко используется микроэлектронная продукция, включая энергетику и электротранспорт.

Таким образом, компьютеры в мощнейших вычислительных центрах используются для создания новых микропроцессоров, которыми в свою очередь оснащаются новые компьютеры. Круг замыкается, техника «сама себя совершенствует».

### ГРАФИКА ДЛЯ ОПТИКИ

Недавно компания nVidia построила специализированную программную библиотеку CuLitho, которая позволит в вычислительной литографии вместо центральных процессоров задействовать графические акселераторы. По прикидкам nVidia, с их помощью компания TSMC сможет заменить сорок тысяч центральных процессоров на пятьсот новейших вычислительных модулей nVidia DGX-H100 с фирменной технологией CUDA, снизив энергопотребление ЦОДов с 35 до 5 МВт. Поскольку время просчёта каждого фотошаблона сократится с двух недель до восьми часов, вырастет и скорость разработки новых микросхем.

В вычислительной литографии используются два основных алгоритма: OPC (optical proximity correction – коррекция эффектов оптической близости) и ILT (inverse lithography technology – инверсная литографическая технология). Компания nVidia поддерживает алгоритм ИЛТ, который требует большого объёма вычислений, но зато обеспечивает хорошую глубину резкости (читай: при экспозиции вся кремниевая пластина будет в фокусе).

На создание библиотеки CuLitho компания nVidia потратила почти четыре года. Специалисты адаптировали операции с графическими примитивами, на которые рассчитаны видеокарты, к решению задач волновой оптики. При этом они широко использовали операции свёртки, применяемые в системах ИИ.

Компания TSMC собирается задействовать вычислители и новую библиотеку nVidia уже с лета этого года. Производитель чипов надеется не только сократить сроки создания продукции и сберечь энергию, но и нарастить выход годных изделий, тем самым удешевив новые микросхемы.

Несмотря на то что в микроэлектронике уже лет двадцать говорят о необходимости перехода на ультрафиолетовую литографию, такой переход только начинается. На подходе – технологические нормы 2 нм, при которых расчёты масок усложнятся настолько, что энергопотребление центров обработки данных потянет на сотни мегаватт. В таких условиях переход на графические процессоры – насущная необходимость. А старые вычислительные системы можно пустить на искусственный интеллект ChatGPT.

Алексей БАТЫРЬ

# СВЕРХКРИТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

## Новые технические решения для коммутации постоянного тока

В энергетике назревает переход на распределительные сети постоянного тока. Постоянный ток особенно удобен в малых гибридных энергосистемах (микростанциях, электрохимических аккумуляторы и топливные элементы), где имеются солнечные электростанции, электрохимические аккумуляторы и топливные элементы. Его используют в морских ветропарках, чтобы экономить на инверторах и силовых трансформаторах, а также эффективнее передавать энергию на берег.

Задача преобразования постоянного напряжения решается с помощью современной силовой электроники, но остаётся проблема быстрой коммутации сильных (в тысячи ампер) токов, что особенно важно для защиты от коротких замыканий.

В цепях переменного тока напряжение сто раз в секунду проходит через ноль, поэтому возникающая между контактами размыкателя электрическая дуга гаснет сама собой. При постоянном токе дуга может гореть до тех пор, пока не испарится металл контакта. Чтобы размыкатель служил долго и надёжно, нужны специфические технические решения.

### Вспоминя Эдисона

В 2019 году Университет Флориды и Технический университет Джорджии объединили свои усилия в работе над высоковольтным силовоточным гибридным размыкателем. В устройстве была заложена простая идея: при физическом расщеплении контактов пустить ток по обходной цепи через силовые электронные приборы. За это время они не должны нагреться и сгореть. А когда контакты разойдутся на безопасное (не допускающее искрового пробоя) расстояние, можно будет отключить силовые приборы, разомкнув обходную цепь. Таким образом, в штатном режиме ток течёт через механический выключатель, обладающий минимальными потерями, а дорогостоящие электронные компоненты задействуются лишь изредка на короткое время.

Проект получил название Efficient DC Interrupter with Surge Protection (EDISON) как дань памяти о легендарном американском изобретателе Томасе Эдисоне, который в пикку конкуренту Николе Тесле занимался разработкой и строительством электри-

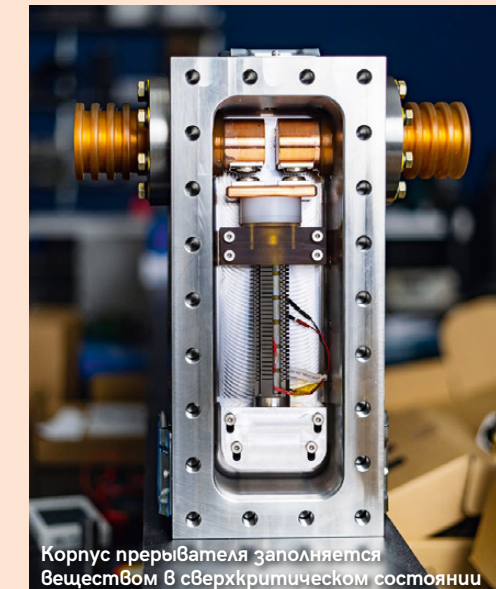
По материалам Университета Джорджии.



ческих сетей постоянного тока. Финансирование проекта в объёме 3,3 млн долл. предоставило агентство передовых энергетических исследований ARPA-E. Сегодня проект завершён, а его исполнители рассказывают о результатах.

### Оригинальные находки

«Наше устройство работает чрезвычайно быстро», – делится Лукас Грабер, доцент Школы электрической и компьютерной техники при Техническом университете Джорджии. – Оно физически разводит контакты за 250 микросекунд и полностью прерывает ток за 500 микросекунд. Мы не смогли получить требуемую скорость с помощью стандартных пружинных и гидравлических механизмов, поэтому применили пьезоэлектрические актуаторы».



Для уменьшения габаритов выключатель заполнен диэлектрическим веществом в сверхкритическом состоянии. «Сначала мы думали сделать вакуумный выключатель», – продолжает Грабер, – но скоро обнаружили его ограничения по величине пропускаемого тока, поскольку шина быстро перегревалась. Отмечу, что для любых приложений, где требуются низкая вязкость, высокая теплопроводность и отличные изолирующие свойства, имеет смысл рассматривать диэлектрики в сверхкритическом состоянии. Поначалу мы пробовали чистый углекислый газ, потом начали экспериментировать со смесями. Добавили фторсодержащие веще-

ства и оксиды, чтобы получить желаемые свойства. В какой-то момент даже долили этана, снизив таким образом критическую температуру».

Пьезопровод не только быстр, но и чрезвычайно точен (в фототехнике он используется для фокусировки объективов), что позволило придать механическому выключателю новые возможности. «Пьезоэлектрический актуатор способен работать в разных средах. Его можно поместить прямо в камеру с диэлектриком», – поясняет Грабер. – Актуаторы других типов требуют смазки, которая растворилась бы в сверхкритическом веществе».

Обходная цепь содержит большое количество включённых последовательно и параллельно силовых сборок IGBT, то есть имеет модульную структуру. «Мы использовали эту особенность для защиты от скачков напряжения, чтобы при отключении цепи напряжение между контактами выключателя нарастало постепенно, мелкими шажками», – рассказала доцент Технического университета Джорджии Марьям Саэдифард.

«Стоит учитывать, что после подключения обходной цепи ток через основные контакты (первоначально 2000 ампер) падает со скоростью 400 ампер в микросекунду», – рассказывает Майкл Стьюер, сотрудник Центра современных энергетических систем в Университете Флориды. – А нам нужно довести ток практически до нуля и поймать



этот момент, чтобы далее мог работать быстрый механический расщепитель. Это серьёзный вызов, поскольку изменить высокое напряжение не просто, а управлять током в области его нулевого значения ещё сложнее. Мы сообразили, что можем изменить индуктивность и тогда напряжение уже не будет

играть роли: ток будет снижаться автоматически. Ввели управляемую индуктивность в виде ферритовых колец вокруг шины. Когда ток через неё падает ниже уровня в десяток ампер, феррит выходит из насыщения и индуктивность цепи возрастает примерно в сто раз. Благодаря этому ток держится около нулевого уровня до тех пор, пока не разомкнётся механический выключатель. Это на удивление простое решение стало для нас прорывным».

### ПРИЛОЖЕНИЯ

Устройство получилось компактным и весьма дорогим. В поисках заказчиков исследователи вышли на Военно-морской флот США, где на фрегатах и подводных лодках внедрены бортовые электрические сети постоянного тока напряжением 12 кВ. Прокладка кабелей там обходится крайне дорого, поэтому используется среднее напряжение, позволяющее экономить медь и место. При этом для электронных систем, таких как радары, сонары и средства связи, требуется чрезвычайно «чистое» (читай: без помех) питание постоянным током.

На коммерческом флоте также начинается электрификация. Буксиры и паромы уже переводятся на электрическую тягу; за ними, судя по всему, последуют сухогрузы, контейнеровозы и танкеры. Везде нужно будет защищать генерирующее оборудование и аккумуляторные батареи от коротких замыканий. В морских ветропарках тоже нередко применяются соединения на постоянном токе, поскольку он позволяет с меньшими потерями передавать энергию на берег.

Собое внимание к новинке проявили владельцы центров обработки данных (ЦОД), питание которых для оптимизации всё чаще переводится на постоянный ток. Оказалось, что стоимость площади ЦОДа настолько высока, что коммутационное оборудование даже выводится вонне. При этом владельцы ЦОДов очень беспокоятся о безопасности и о недопущении электрической дуги. Между тем работники дата-центров не готовы, как электрики, надевать индивидуальные средства защиты – несгораемые спецовки, диэлектрические перчатки и сапоги, чтобы произвести переключение в питающих цепях. Не удивительно, что в центрах обработки данных новая разработка вызвала большой интерес.

Занялись новинкой и американские энергетические компании. Им важно иметь ультрабыстрый выключатель для того, чтобы минимизировать выделение тепловой энергии при замыканиях, которые порой вызывают лесные пожары. **ЭВ**

# Цилиндры для электромобиля

**В аккумуляторной индустрии намечается серно-литиевый прорыв**

**С**уперконденсаторы традиционно выполняются в виде цилиндра, где под прочной оболочкой находится плотный рулон, скрученный из трёх лент (электродов в виде фольги, покрытой специальными материалами для увеличения площади поверхности, и сепаратора). Похожим образом устроены цилиндрические ионолитиевые элементы.

## ЛЯССЕ УЖЕ НЕ В МОДЕ

Для снятия мощности к свернутой в рулон электродной ленте прикрепляют полосы из фольги, по форме напоминающие ленточные книжные вкладыши (англ. *tabs*), или ляссе. Ленточки, идущие от катодного и анодного электродов, присоединяют к соответствующим токосборникам. Увеличивая количество вкладок, можно минимизировать омическое и индуктивное сопротивление суперконденсатора и ионолитиевого элемента.

В последнее время специалисты заговорили о конструкции цилиндрического элемента без вкладок (*tabless design*), которая позволяет увеличить энергетическую плотность и снизить стоимость суперконденсаторов и ионолитиевых аккумуляторов. Её, в частности, использует компания Tesla на своих аккумуляторных гигафабриках, где производятся элементы типа 4680. В них вместо длинных ленточек имеются многочисленные короткие загнутые полоски, прижимаемые к токосборнику.

Выигрыш от перехода на новую конструкцию очевиден: теперь большая часть объёма ионолитиевого элемента может быть занята активным материалом, а пассивные токоведущие части занимают меньшие места. Но не только это. По мере увеличения размеров и ёмкости цилиндрических элементов усугубляется проблема отвода тепла.

В аккумуляторной батарее элементы прижаты друг к другу боком, а потому тепло в основном отводится через торцы. И здесь кардинально помогает замена длинных вкладок на многочисленные полоски, плотно прижатые друг к другу.

## Новая электрохимия

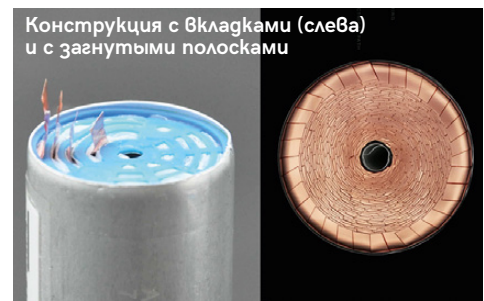
Американский аккумуляторный стартап Zeta Energy из Хьюстона также рассматривает цилиндрическую конструкцию без вкладок, но идёт дальше. Инноваторы поставили перед

собой задачу получить плотность энергии 450 Вт·ч/кг (вместо доступных сегодня 250–300 Вт·ч/кг), после чего довести её до тысячи. Для достижения этой цели компания переработала и анод, и катод, а также создала материалы для их производства.

Zeta Energy разрабатывает серно-литиевый элемент с металлическим анодом, однако стоит сразу отметить, что это не просто металл. В аноде используются углеродные нанотрубки, выращенные на поверхности медной фольги методом осаждения из газовой фазы и покрытые литием. Под микроскопом это напоминает ворсистый ковёр, пропитанный сметаной.

Покрывные литием нанотрубки не просто обладают большой площадью поверхности, они не позволяют зародиться дендритам, а также исключают ситуации, когда кусочки металлического лития отрываются от анода и потому выпадают из процесса накопления энергии, из-за чего ёмкость аккумулятора снижается. Технология быстрого выращивания нанотрубок с обеих сторон медной фольги уже создана и находится на стадии масштабирования для массового производства.

Электродлит и разделительная мембрана у элемента Zeta Energy стандартные, доступные на рынке. При изготовлении катода используются недорогой полимер, сера (продукт нефтепереработки) и углеродные нанотрубки как проводящий элемент. Читатель, возможно, обратил внимание, что



в этом перечне нет металлов. Сульфированный углерод получается в пиролизной камере. (В серийном производстве планируется использовать вращающуюся печь.)

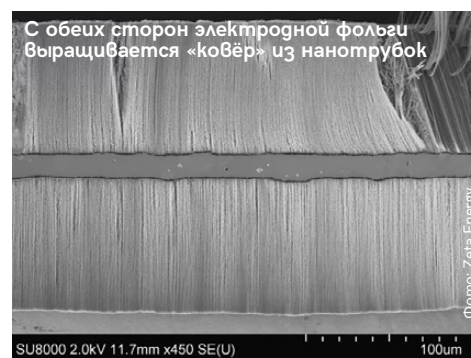
По расчётам специалистов Zeta Energy, когда производство станет массовым (гигаватты в год), удельная себестоимость элементов не превысит пятидесяти долларов за киловатт-час ёмкости. Если компания достигнет расчётных целей, её аккумулято-

ры станут катализатором для ускоренного развития рынка электромобилей.

## Безопасно и долговечно

В серно-литиевом элементе компании Zeta Energy не используется оксид лития, следовательно, не возникает опасности выделения кислорода. (Именно из-за этого эффекта тушение ионолитиевых аккумуляторов оказывается проблематичным.)

В прошлом ахиллесовой пятой серно-литиевых элементов был эффект члечного движения полисульфидов, который приводил к деградации анода и быстрому выходу аккумуляторов из строя. Многие разра-



ботчики аккумуляторов пытались подавить этот эффект или пассивировать полисульфиды тем или иным способом, а технологам из компании Zero Energy удалось полностью от них избавиться. Подтверждением тому стал чистый сепаратор в ячейке, отработавшей сотни циклов: на мембране не было ни малейших следов серы.

Согласно разработчикам, защита от дендритообразования организована в пограничном слое между твёрдым электролитом и материалом электрода. «Когда литий наносится на углеродные нанотрубки, создаётся устойчивый интерфейсный слой, не позволяющий возникнуть дендритам даже при очень высокой скорости заряда», — отметил руководитель компании Том Пилет.

## Твёрдое слово

Надежда специалистов на аккумуляторы с твёрдым электролитом постепенно тает. Уже не первый год мы слышим, что такие аккумуляторы вот-вот пойдут в производство, но результата всё ещё нет и нет. При ближайшем рассмотрении часто оказывается, что идёт игра словами: под «твёрдым» электролитом не-

редко понимается полутвёрдый полимер или густой гель. Так называемая «сухая ячейка» от компании Tesla действительно практически лишена жидкости, однако она тоже весьма далека от систем с твёрдым электролитом.

Возможно, затянувшаяся игра со словами происходит от стремления разработчиков представить свои новинки как неподверженные возгораниям, не вдаваясь в излишние детали. Потому что широкая публика знает химию лишь в объёме школьного курса и не способна выныкнуть в тонкости, но любому человеку интуитивно понятно, что из элемента с твёрдым электролитом вытечь и загореться нечему. Тем не менее причины для опасений остаются. Сейчас мало какие аккумуляторы имеют в аноде металлический литий, но с появлением твёрдых электролитов таких аккумуляторов должно стать больше.

## На пути к производству

Возвращаясь к разработкам Zeta Energy, отметим, что компания совмещает металлический литий с потенциально огнеопасным жидким электролитом, а потому вынуждена проводить со своими элементами самые строгие испытания на безопасность.

Батарея Zeta Energy может иметь цилиндрическое, призматическое («кирпичи») или плоское (запечатанный кармашек, также называемый научот от английского pouch) исполнение. Проблема зарядного разбухания «кирпичам» и паучам Zeta Energy не страшна — в них нет ни графита, ни кремния.

Изготовленные на опытном участке малые элементы выдержали тесты не только на долговечность (свыше тысячи циклов), но и на зарядку высоким током, в десять раз превышающим их ёмкость. Сейчас тестируются большие элементы. Результаты должны быть получены этим летом.

У элементов Zeta Energy обнаружилась интересная особенность — на редкость малая скорость саморазряда. У образца, который пролежал на полке пять месяцев, заряд уменьшился всего на 1%. За год потеряется, вероятно, не более 5% энергии. Значит, батареи Zeta Energy можно будет использовать как аварийные источники энергии, не требующие частой подзарядки.

В автопроме это вряд ли будет важно, хотя существование требования к электромобилям, паркуемым на территории аэропортов. Через пять недель стоянки авто должно быть способно уехать своим ходом.

Виктор САННИКОВ

# Отец кванта — резонанс

**Строение атома водорода глазами новой классической физики**

**С**то лет назад, когда всемирно знаменитые физики — Нильс Бор, Эрнест Резерфорд, Вернер Гейзенберг и другие — познавали тайны атома, наука сделала огромный скачок вперёд. Конечно, предположения об устройстве природных элементов выдвигали ещё древние философы, но их формулировки были не слишком практичны. Боровская полуклассическая модель атома оказалась достаточно понятна и детально, чтобы открыть для нас удивительный век атома, электроники и вычислительной техники.

Физика двигалась вперёд гигантскими шагами и предлагала настолько широкое поле для новых исследований, что учёным не хватало времени отточить теоретический аппарат. Так, в предложенной Резерфордом и усовершенствованной Бором планетарной модели атома (электрон движется вокруг ядра, испытывая силу центробежную и противодействующую ей силу электростатического притяжения) оставались неловко решённые проблемы. Какие именно? Если считать электрон точечным отрицательным зарядом, который вращается вокруг положительно заряженного атомного ядра, тогда электрон всё время движется с ускорением, следовательно, по законам электродинамики он должен терять энергию в виде электромагнитного излучения и тормозиться, всё время приближаясь к ядру. Другими словами, атом должен быстро схлопнуться. Поэтому Бор был вынужден постулировать, что атом может находиться только в особых состояниях.

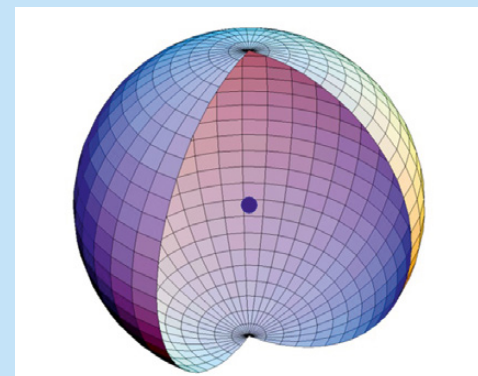
Модель электрона как точечного заряда, имеющего спин, тоже вызвала скепсис. Магнитное поле не может возникать при вращении точки вокруг собственного центра — для объяснения магнитного момента электрона нужно удалить от центра вращение хотя бы часть заряда.

Следующий пункт, который требовал уточнения, — чем определяется количество поглощаемой атомом электромагнитной энергии, необходимой для того, чтобы электрон перескочил на более высокую орбиту? Было также неясно, как электрон перескакивает с одной орбиты на другую и почему он никогда не оказывается между ними.

Физики неловко затупешали эти неуязвимы постулатами квантовой механики, отменив траектории движения частиц и превратив электрон из точечной частицы в облако.

В начале 1990-х американский учёный Рэнделл Миллс предложил новое классическое представление об устройстве атома — по сути уточнил модель Бора. Идея Миллса проста: рассматривать электрон в атоме не как движущийся точечный заряд, а как совокупность круговых токов, протекающих в «орбитосферах» (этот термин Миллс использует вместо слова «орбитали» из квантовой теории) с учётом спина электрона. Модель получилась вполне наглядной: атом состоит из отрицательно заряженного сферического электронного оболочек нулевой толщины и положительно заряженного ядра в их центре.

Известно, что поле от равномерно распределённого по сфере заряда точно такое же, как от расположенного в её центре точечного заряда. Так что предложенный Миллсом подход удобен для электростатических расчётов. Кроме того, по модели Миллса легко объяснить стабильность атома.



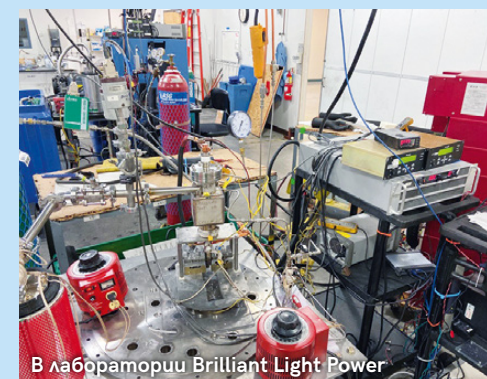
В атомной модели Миллса связанный электрон представляет собой заряженную сферу, окружающую ядро

Нельзя сказать, что в этом направлении больше никто не работал. Устойчивость уровней на определённых энергетических уровнях подтверждается в статье американского физика Джорджа Годески «Неизлучающие движения зарядов и возможное выведение для квантовой теории», опубликованной в 1964 году. Другой американский физик, Герман Хаус, продолжая исследования Годески, в 1986 году показал, что ускоряющиеся заряды не излучают энергию, «если разложенное по Фурье распределение электрического тока не имеет световых компонент».

Казалось бы, особой разницы между моделью Бора и моделью Миллса нет, но последняя предоставила возможность уйти от положений квантовой механики, ограничившись формулами электродинамики. Каким образом? Орбитосфера атома рассматривается

Миллсом как сферическая резонансная камера, настроенная на электромагнитные волны определённой длины. Именно благодаря явлению резонанса атом поглощает строго определённое количество энергии (квант), в результате чего электрон переходит на более высокий энергетический уровень. В этот момент орбитосфера увеличивается в диаметре, а поступившая с фотоном энергия оканчивается в ловушке сферического резонатора (в нём возникает стоячая электромагнитная волна). Через доли секунды после возбуждения электрон возвращается на более низкий энергетический уровень, атом излучает фотон, длина волны которого согласована с диаметром орбитосферы (читай: резонансной камеры). Не вдаваясь в излишние подробности скажем, что по методологии Миллса через уравнения электродинамики можно вывести постоянную Планка.

Рэнделл Миллс составил модели двадцати первых элементов таблицы Менделеева. Результаты расчётов по частотам поглощения и излучения электромагнитных волн точно совпали с известными спектральными характеристиками этих элементов. Лучшего подтверждения для новой теории не придумать. С её использованием был создан программный инвентарий для молекулярного моделирования Millsian (на сегодня выпущена версия 2.0).



В лаборатории Brilliant Light Power

Многие инженеры, изучавшие физику в университетах, при первом знакомстве с квантовой механикой испытали шок. После других разделов почтенной науки, где во главе угла стоят интуитивно понятные законы, правила и модели (одним словом, физический смысл), квантовая механика воспринимается как противоестественная система, лишённая всякой логики. Сегодня, знакомясь с учебником «Большая общая теория классической физики» Миллса (загрузите его, щёлкнув

здесь), люди вздыхают с облегчением: «Как хорошо, что здравый смысл восторжествует!»

Когда Рэнделл Миллс убедился, что теория работает, он с её помощью предсказал экзотические состояния атома водорода, которые назвал словом «гидрино». Ниже самого нижнего (в понимании квантовых систем) энергетического уровня у водорода обнаружилось 137 новых уровней. Миллс обозначил их дробными числами:  $H(1/2)$ ,  $H(1/3)$ ,  $H(1/4)$  и так далее. Грубо говоря, у гидрино  $H(1/2)$  диаметр орбитосферы вдвое меньше, чем у обычного водорода, у гидрино  $H(1/3)$  — втрое и так далее. Теория предсказала, а эксперименты подтвердили, что гидрино химически инертно, причём его электрон не может перейти в возбуждённое состояние. Что это значит? Гидринный газ  $H(1/N)$ , не горит и не имеет спектра в традиционном понимании этого слова.

Водород превращается в гидрино с выделением лучистой энергии (экстремального ультрафиолета), когда вступает в резонансное взаимодействие с подпадающим катализатором (ионом, атомом или молекулой), способным забрать ровно 27,2 электрон-вольта или кратное количество энергии. (Подробнее об условиях реакции вы можете прочесть, щёлкнув мышью здесь.) Гидринный газ очень текуч и быстро улетучивается в атмосферу, но его можно задержать с помощью необычных неорганических полимеров. На момент публикации этой статьи команда Миллса в компании Brilliant Light Power (BrLP) отработала 23 различных способа идентификации гидрино.

При преобразовании водорода в гидрино выделяется на два порядка больше энергии, чем при сжигании того же количества этого газа. Плотность мощности крайне высока — мегаватты на литр объёма зоны реакции, так что не удивляют технические трудности, которые возникли при создании новых генераторов энергии. Мы уже отмечали в «Энерговекторе», что инженеры из BrLP блестяще решили проблему испарения поджигающих вольфрамовых электродов, применив самовосстанавливающиеся жидкометаллические электроды — струйки расплавленного галлия, олова или серебра. Однако напрямик превратить мощнейшее экстремальное ультрафиолетовое излучение в электрический ток непросто.

Судя по темам разработки инновационных энергоустановок в BrLP, гидринная генерация пополнит перечень первичных источников энергии примерно к 2035 году.

При подготовке статьи использованы материалы компании BrLP и книга Бретта Холверстотта «Рэнделл Миллс и поиск энергии гидрино».

Иван РОГОЖКИН

# СОЗДАТЕЛИ ГИДРОТУРБИН

## КАК ВЫГЛЯДЕЛИ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕ ВОДЯНЫХ КОЛЁС

**Когда появились первые турбины? Ответ на этот вопрос зависит от того, что к ним относится, но по поводу самого слова «турбина» разногласий нет – его двести лет назад придумал французский физик и инженер Клод Бюрден, произведя название своего усовершенствованного водяного колеса от латинского turbo – вращение, вихрь, волчок. При этом слава создателя гидротурбины закрепилась не за ним самим, а за его учеником Бенуа Фурнейроном.**

### БЮРДЕН

Первая заметная научная работа Бюрдена, изданная в 1815 году под заголовком «Общие соображения о машинах в процессе движения», была посвящена расчёту производительности машин и факторам, влияющим на КПД. Сформулированные в ней теоретические принципы Бюрден в дальнейшем постарался воплотить в жизнь.

В 1822-м он представил в Парижскую Академию наук работу «О гидравлических турбинах, или высокоскоростных ротационных машинах», где, собственно, и ввёл термин «турбина». Основная идея заключалась в том, чтобы повысить эффективность водяного колеса, правильным образом регулируя подачу воды. Для этого колесо предлагалось дополнить направляющим аппаратом – неподвижной системой узких каналов. Проходя по ним и вырываясь из концевых отверстий, водяные струи с силой бьют по лопастям строго под нужным углом. Бюрден приводит формулы для расчёта характеристик направляющего аппарата в зависимости от напора, диаметра колеса и скорости его вращения.

У него уже был готов и опытный образец, который он надеялся продемонстрировать представителям Парижской академии. Турбина стояла на оружейной фабрике в Сент-Этьене и приводила в движение точильный круг; за её работой наблюдала комиссия, назначенная местным обществом содействия сельскому хозяйству и торговле, в которую входил, в частности, Луи-Антуан Бонье, главный инженер завода и директор Горной школы Сент-Этьена. Подробности не сохранились, но впечатления комиссии в целом были хорошими, а из столицы смотреть турбину так никто и не приехал.

Ответ из академии пришел лишь в 1824 году. Академики работали неспешно или, может быть, тема, поднятая Бюрденом, не казалась им достаточно актуальной; параллельно делала первые шаги электродинамика, которая была намного интереснее, а гидравлические турбины могли и подождать – никто ещё не предполагал, что они будут вращать электрические генераторы. Но как бы то ни было, в итоге академическая комиссия рассмотрела рукопись и дала ей высокую оценку, а академия утвердила представленный отчёт и рекомендовала автору не оставлять исследования, что тот и делал.



Рис. 1. Схема турбины Бюрдена

В 1825 году Бюрден переехал в Овернь, в департамент Пюи-де-Дом, где продолжил эксперименты. Он установил на мельнице в деревне Понжибо турбину небольшой высоты с вертикальной осью, которую можно было адаптировать к разнообразным колебаниям напора. Чтобы обеспечить равномерное вращение рабочего колеса, Бюрден расположил выходные отверстия трёх каналов для подачи воды в три кольца со сдвигом относительно друг друга (см. рис. 1). В 1826-м комиссия, назначенная префектом департамента, зафиксировала полученный благодаря турбине экономический эффект; согласно произведённым позже измерениям самого Бюрдена, КПД турбины составлял 67%. Ещё

одна экспериментальная турбина, установленная в деревне Ард, имела КПД от 65 до 75%. Третья турбина какое-то время проработала в Авеском лесу неподалеку от деревни Бур-Ластик; все турбины Бюрдена были экспериментальными, ради экономии изготавливались из недорогих материалов и быстро разрушались.

### ФУРНЕЙРОН

Вслед за Академией наук турбинами заинтересовалось Общество поощрения национальной промышленности, которое в 1826 году внесло в свою повестку вопрос об усовершенствовании водяного колеса и объявило конкурс проектов. Бюрден представил на него новую работу, в которой развивал свои идеи и рассматривал разные конструкции турбин. При подведении итогов конкурса в 1827 году он получил премию в размере 2000 франков. А его 25-летнему бывшему ученику Бенуа Фурнейрону досталась премия в 6000 франков за прототип промышленной турбины.

Фурнейрон получил образование в Горной школе в Сент-Этьене, блестяще окончив её в 1819 году, а в процессе учёбы, как пишут биографы, проявил выдающиеся способности к точным наукам и в пятнадцатилетнем возрасте пользовался таким доверием Бюрдена, преподававшего математику, что при необходимости мог подменить его на уроках. После выпуска он работал на рудниках Франции, осваивая профессию горного инженера. Для выполнения

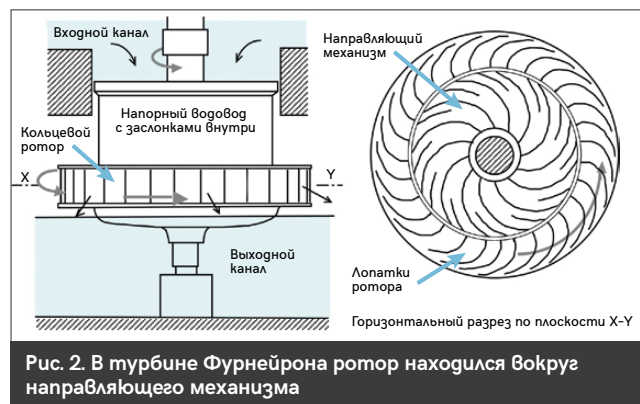


Рис. 2. В турбине Фурнейрона ротор находился вокруг направляющего механизма

различных механических работ там широко использовались маломощные водяные колёса, и Фурнейрон, зная о разработках Бюрдена, понимал, что переход к турбинам может стать хорошим решением проблем горной добычи.

Турбина, которую Фурнейрон представил на конкурс, как и та, что была установлена Бюрденом в Понжибо, имела вертикальную ось. Вода поступала сверху в расположенный в середине направляющий аппарат из изогнутых лопаток; протекая по ним, она отклонялась от радиального направления, получала завихрение и через отверстия, снабжённые регулирующими заслонками, выбрасывалась на лопатки рабочего колеса, изогнутые в противоположную сторону, и они полностью гасили завихрение (см. рис. 2). В общем и целом всё было очень похоже на то, что предлагал и пробовал реализовать Бюрден, однако Фурнейрон внёс в конструкцию направляющего аппарата ключевое, как оказалось в дальнейшем, усовершенствование – добавил заслонки, позволяющие регулировать подачу воды.

Получив премию, Фурнейрон открыл собственное конструкторское бюро в Безансоне на востоке Франции (позднее он переехал в Нидерборн, а затем – в Париж) и занялся доведением прототипа до промышленного образца. Первые две турбины ему заказал для кузнечных мастерских в коммуне Фрезан их владелец Ф. Карон. В 1832 году турбина была запатентована, стали приходить заказы и из-за рубежа – сначала из Европы, а затем и из Америки. На оружейном заводе в Санкт-Блазье в Германии турбина Фурнейрона использовалась с 1832 по 1864 год и выдавала мощность 40 л. с. при 2300 оборотах в минуту. Впоследствии она послужила прототипом при создании трёх крупных турбоагрегатов мощностью 3700 кВт каждый для ГЭС на американской стороне Ниагарского водопада.

В 1834 году Фурнейрона чествовала Парижская Академия наук, в 1839-м он получил золотую медаль Всемирной Парижской выставки и орден Почётного Легиона, в 1846-м стал членом-корреспондентом Бостонской Академии наук, в 1850-м основал небольшое экспериментальное производство. На выставке 1855 года он представил усовершенствованную турбину и вновь получил медаль. В 1867 году его пригласили в жюри выставки (так что в конкурсе он участвовать не мог), но из-за болезни ему пришлось сложить с себя обязанности, и вскоре он скончался. Бюрден пережил Фурнейрона на шесть лет, но не удостоился и десятой доли той славы, которая досталась его ученику.

Мария СУХАНОВА

# ВСЁ ВРЕМЯ НА ЛИНИИ

## КУДА И КАК ПРИСПОСОБИТЬ СТАВШИЙ НЕУЖНЫМ PLC-АДАПТЕР

**Недорогие PLC-адаптеры, используемые для передачи сигналов локальной сети Ethernet через проводку силовой сети 240 В, могут выйти из строя через пять-семь лет эксплуатации. В таком случае пользователь, как правило, недолго думая приобретает пару новых адаптеров, а старые – выбрасывает. Между тем их можно приспособить для применения в ином качестве.**

Нам в руки попала пара отслуживших своё PLC-адаптеров QPLA-200v.2p с логотипом компании «МТС». Как выяснилось при разборке, в одном из них отказали электролитические конденсаторы на выходе преобразователя напряжения. Аллюминиевые колпачки конденсаторов вздулись, начали давить на разъём RJ-45, отчего даже лопнул пластмассовый стержень, стягивающий вместе две половинки корпуса. После замены конденсаторов адаптер перестал сигнализировать о неисправностях красным светодиодом, но к этому моменту новые PLC-адаптеры

были уже приобретены и установлены. Возникла проблема утилизации старых.

Внутри адаптера имеются две платы: одна – с блоком питания, вторая – цифровая, соединённая с ней разъёмом. Источник питания QPLA-200v.2p, выполненный на довольно распространённой микросхеме импульсного преобразователя напряжения LNK623DG, выдаёт 3,3 В. Значит, без перенстройки его можно использовать для питания светодиодов, подключив их через балластные резисторы. Отсюда – первый способ перепрофилировать адаптер QPLA-200v.2p (или аналогичный): превратить его в ночник либо декоративную лампу. Микросхема LNK623DG способна выдать в нагрузку мощность свыше 5 Вт, следовательно, можно применить как простые индикаторные светодиоды на ток 5–10 мА, так и мощные осветительные на 300 мА. После извлечения цифровой платы в корпусе адаптера останется достаточно места для размещения светодиодов либо разъёма для их внешнего подключения.

Учтите, что нагрузки в 5–10 мА блоку питания может быть мало для устойчивой работы. Если вы услышите звук, значит,

преобразователь напряжения нужно дополнительно нагрузить балластным резистором.

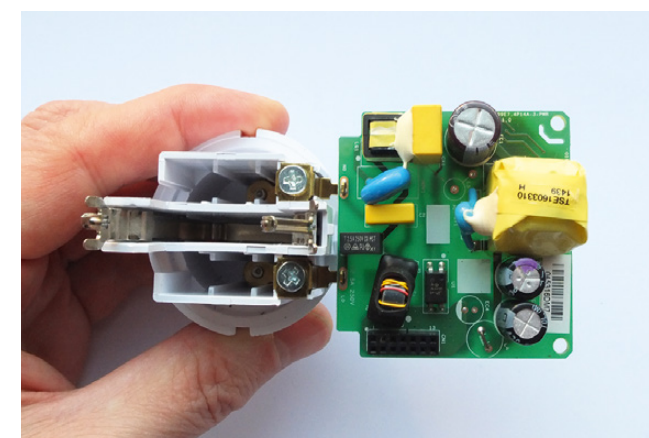
Второй способ перепрофилировать адаптер – поднять выходное напряжение, скажем, до пяти вольт, чтобы получить зарядное устройство для смартфона или блок питания для каких-либо цифровых схем. Типовой способ включения микросхемы LNK623DG известен (см. рисунок на шаге 4), и отсюда понятно, что для повышения напряжения на выходе нужно уменьшить сопротивление между выводами FB и S (номера контактов 1 и 8). Если вы захотите получить двенадцать вольт или больше, вам нужно будет заменить электролитические конденсаторы C8 и C9 на 16- или 25-вольтовые.

Третий способ дать прибору новую жизнь – дополнить его батарейным отсеком 18650 и платой зарядного устройства для ионнолитиевых элементов (доступна на AliExpress и в магазинах электронных компонентов). Такие платы обычно снабжены разноцветными сигнальными светодиодами «идёт зарядка» и «готово», что очень удобно.

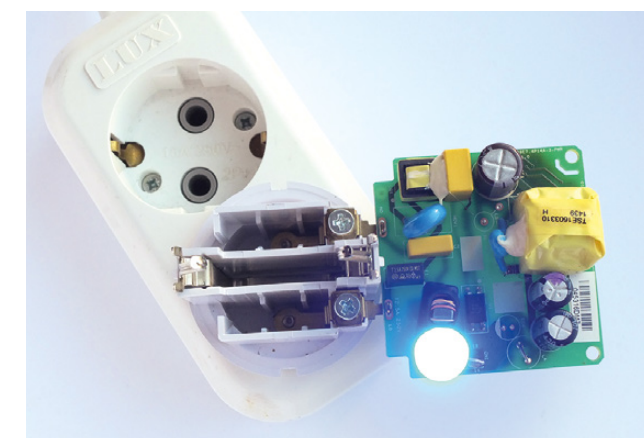
При работе не торопитесь, соблюдайте технику безопасности. Итак, приступим!



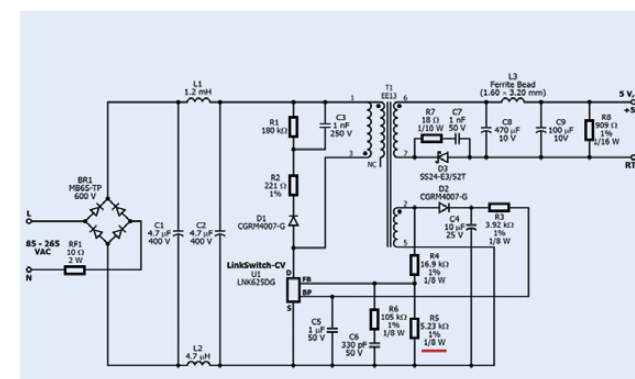
ШАГ 1. Не выбрасывайте PLC-адаптер, даже если к нему нет пары или он неисправен. Находящийся внутри него импульсный источник питания можно задействовать для самых разных целей.



ШАГ 2. Аккуратно разберите PLC-адаптер. Извлеките из него плату с цифровыми схемами. Убедитесь в том, что на плате блока питания не вздулись электролитические конденсаторы. При необходимости замените их на новые.



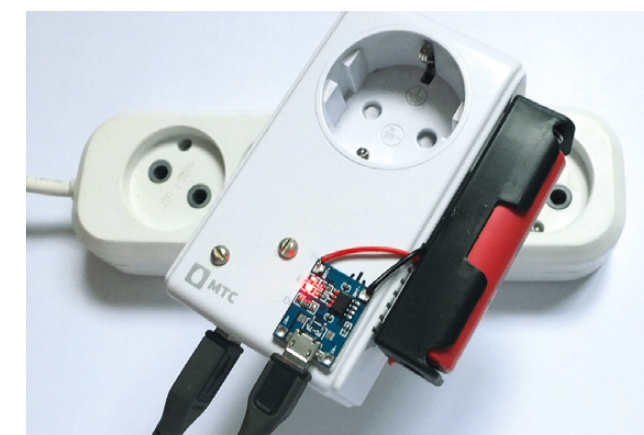
ШАГ 3. Найдите на разъёме контакты питания 3,3 В и попробуйте зажать светодиоды. Маломощные подключайте через резисторы 27–51 Ом, мощные (рассчитанные на ток в 300 мА) – через резисторы 1–1,5 Ом. Соберите ночник.



ШАГ 4. Если вы захотите увеличить напряжение на выходе блока питания до 5 В, вам потребуется уменьшить сопротивление R5 в цепи обратной связи микросхемы LNK623DG (между выводами 1 и 8) примерно в полтора раза.



ШАГ 5. Через USB-разъём выведете напряжение с блока питания наружу. Чтобы преобразователь устойчиво работал на холостом ходу, подключите нагрузочное сопротивление R8. Проверьте стабильность напряжения.



ШАГ 6. Дополните PLC-адаптер контроллером заряда ионнолитиевых аккумуляторов и подогнодите для них батарейный отсек. Проверьте получившееся зарядное устройство в работе. Желаем удачи! ЭВ









**НАШИ ГОРОДА**  
Медиа-холдинг «Западная Сибирь»

ПОИСК



22 ноября 2022 / ХМАО-Югра / Общество

### Внимание! Новогодний розыгрыш от медиа-холдинга «Западная Сибирь»!

Медиа-холдинг «Западная Сибирь» объявляет о старте новогодней викторины. Принять участие в ней приглашают всех жителей Лангепаса, Урая, Когалыма и Покачей. Для того чтобы побороться за призы, достаточно перейти...

ВСЕ НОВОСТИ »

СЕВЕРЯНЕ »

Закреплено / ХМАО-Югра / Общество

#### Работа в ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

В Лангепасскую базу УПТОИКО ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» проводится подбор персонала, имеющего опыт работы по профессиям...



Сегодня в 14:00 / Когалым / Северяне

#### Больше чем просто работа

Бог сотворил землю, а всё остальное на ней создано руками строителей. Неизвестно, кто и когда...

Сегодня в 11:00 / ХМАО-Югра / Общество

#### Пресс-конференция губернатора Югры

Вчера губернатор Югры Наталья Комарова несколько часов общалась с прессой. В Ханты-Мансийск приехали журналисты со...



19 ноября 2022 / Когалым / Северяне

#### Искромётная профессия, или... Варит швы, словно художник!

Качество работы зависит от приборов. Бывает так, что...

Сегодня в 10:00 / Урай / Общество

#### Дедсад для пожилых в Урае

В Урайском комплексном центре социального обслуживания населения реализуют систему долговременного ухода за пожилыми людьми. Для...



Сегодня в 09:00 / Лангепас / Общество

#### В Лангепасе работодатель задолжал и заплатил штраф

Один из предпринимателей Лангепаса, занимающийся грузоперевозками, нарушил законодательство Российской Федерации - накопил серьезные долги. Не выплатил...



17 ноября 2022 / ХМАО-Югра / Северяне

#### Прощёный Севером!

Рамиль... в «нефтянке»... стал... тридцать... для него...

23 ноября 2022 / Когалым / Спорт

#### «Золотая шайба» в Когалыме

В Когалыме стартовал региональный этап Всероссийского турнира юных хоккеистов «Золотая шайба» имени Анатолия Тарасова. Играют...

