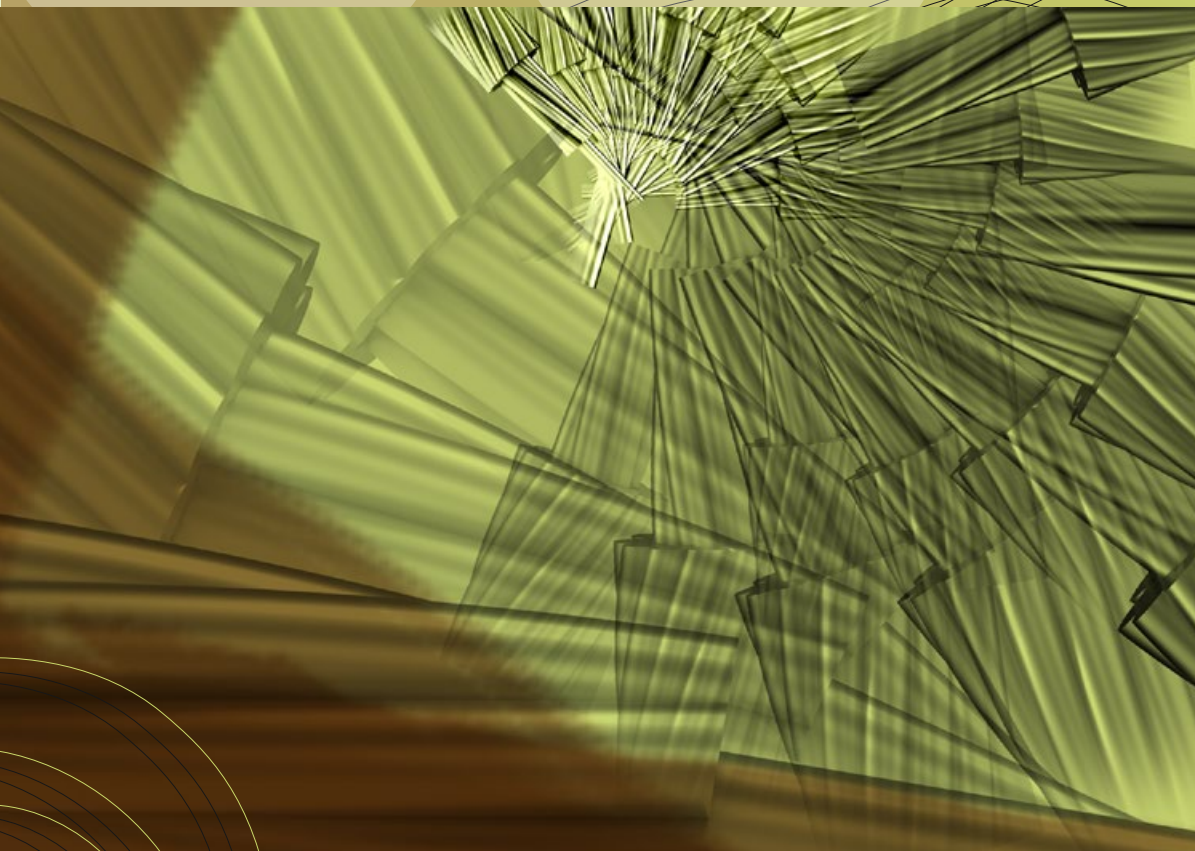


№ 1 (41) март 2018 года

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!



**Инвестиционная привлекательность регионов
по стоимости электроэнергии**

Технологии управления — главному энергетiku

Ветрогенерация. Модель энергосистемы

Метаморфозы: грозозащитный трос коррозионностойкий

ЭнергоStyle



Содержание

- 3 стр. **News**
- 6 стр. **Событие**
Первый технологический форум производителей
- 8 стр. **О главном**
Оценка инвестиционной привлекательности регионов России по стоимости электроэнергии
- 12 стр. **Инновации**
Новые изоляторы с увеличенной длиной пути утечки
- 16 стр. **Приборы**
Модернизация многофункциональных измерительных преобразователей Е900ЭЛ
- 18 стр. **Практика**
Грамотно и оперативно
- 20 стр. **Стандарты**
Автоматизация управления технической эксплуатацией зданий и инженерных систем
- 30 стр. **Метаморфозы**
Грозозащитный трос на основе стальных проволок, плакированных алюминием
- 38 стр. **Альтернатива**
Ветрогенерация.
Использование вероятностного прогнозирования в задаче оптимального потокораспределения
- 42 стр. **Что.Где.Когда**
Мир энергетики в экспозиции
- 44 стр. **Энергия жизни**
Микроскопический свет
- 46 стр. **Культпросвет**
«Электросказки» из Страны Советов

ЭНКМ-3

доступная
телемеханика



2 × RS-485 1 × RS-232
1 × Ethernet 100 Base-T
3G/GPRS ГЛОНАСС/GPS
4 × DI 2 × AI 3 × DO
опрос до 64 устройств
8 каналов связи «наверх»



+7 (8182) 65-75-65, enip2.ru

ЭнергоStyle

март 2018 № 1 (41)

Учредитель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Издатель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Главный редактор:

Мария В. Лупанова
m.lupanova@locus.ru

Корректор:

Светлана Галинова

Фото:

Евгений Ланкин

Дизайн, верстка:

Олеся Акулова
akulova_oa@mail.ru

Предпечатная подготовка:

Виталий Носкевич

Авторы:

Игорь Антоненко, Дмитрий Гиберт, Анатолий Дзюба, Олег Ефимов, Светлана Кадочникова, Андрей Кудрявцев, Мария Лупанова, Александр Малахов, Мария Орлова, Сергей Смирнов, Наталия Шоглева

Адрес редакции:

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 412
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

Информация о журнале на www.locus.ru/energostyle

Отпечатано:

Издательско-полиграфический холдинг АМБ
620142, г. Екатеринбург, ул. Цвиллинга, 7
тел. (343) 311-30-91, amb@amb.ur.ru

Периодичность выхода: 1 раз в три месяца

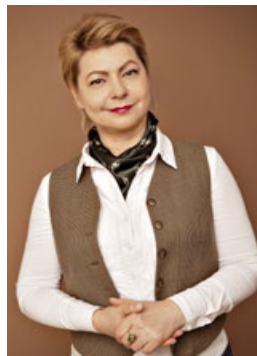
Тираж: 4000 экз.

Заказ: № 150, подписано в печать 05.03.2018 г.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-49255

от 04 апреля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Перепечатка и цитирование материалов издания возможны только с письменного разрешения редакции. Ссылка на журнал «ЭнергоStyle» обязательна. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Мнение авторов может не совпадать с точкой зрения редакции. Журнал распространяется по всей территории России.



Не знаю, как ваш регион, а Урал ушедшая зима донельзя избаловала теплом и малоснежьем. Нам без конца улыбается солнце. Редкий снегопад и морозец — так за счастье, соскучились же по искрящейся белоснежности и хрустящему насту! Впрочем, затейливая весна может отыгаться за «курортные» условия и устроить нам «зиму в начале мая». Да и это пройдет, «как с белых яблонь дым». А есть вещи непреложные. Сегодня слова инвестиция, модернизация, презентация, стандартизация, автоматизация, инновация, ветрогенерация — приметы нашего времени. Как когда-то «перестройка и демократизация». Слова красивые, актуальные, модные. Они доносятся в разных контекстах до нас отовсюду (только что не из утюга). И, несмотря на «затертость», — это не только слова, за ними стоят конкретные дела и решения. Например, неведомые для обычных людей инновационные изоляторы с увеличенной длиной пути утечки или грозозащитный трос на основе стальных проволок, плакированных алюминием, привносятся в жизнь каждого определенную стабильность и надежность. Благодаря им весенний первый гром не станет поводом для принудительных романтических вечеров при свечах целых районов и поминания всеу энергетиков. Кстати, здания являются одним из главных потребителей разного рода энергии. Тут, как ни крути, требуется автоматизированная система управления технической эксплуатацией, а в этом деле существуют свои стандарты международного и национального уровней, которые периодически обновляются. С одним таким совсем «свежим» стандартом вы можете ознакомиться в этом номере. Теперь вопрос на засыпку: какой инвестор не любит разумный выбор? Потому сегодня стоимость электроэнергии региона становится важнейшим фактором для подбора площадки нового инвестиционного проекта. И среди прочих все чаще появляются объекты альтернативной энергетики, к примеру, ветрогенерации. У нее есть бесспорные плюсы, к которым добавляется коварная ложка дегтя в виде стохастической природы ветра. Но ищущие молодые энергетики работают над этой проблемой, а кто ищет, тот всегда найдет. Желаю всем в работе творческого непокоя, весеннего жизнеутверждающего настроения на лучшее, заряда бодрости и удачи! !

Мария Лупанова



Дорожная карта

Цифровой РЭС

В кузбасском филиале ПАО «МРСК Сибири» (входит в группу компаний ПАО «Россети») стартовал проект «Цифровой РЭС». Пилотным подразделением стал Топкинский район электрических сетей. До 2020 года здесь будут реализованы ключевые направления программы инновационного развития и переход к цифровым электрическим сетям, с интеллектуальной системой управления.

В рамках проекта уже установлено на линиях электропередачи 7 реклоузеров, выводящих из работы участок линии, где произошло повреждение, автоматически и дистанционно. До конца 2018 года энергетики планируют смонтировать еще 44 реклоузера на фидерах и отпайках в Топкинском районе. По расчетам специалистов, секционирование и автоматизация позволят снизить количество нарушений в электрических сетях на 30%.

Другое направление проекта — 100% оснащения потребителей в зоне ответственности филиала интеллектуальными приборами учета, а также организация автоматизированной системы учета электроэнергии на подстанциях. Благодаря чему могут снизиться коммерческие потери на более чем миллион кВт·ч. Сократить время перерывов электроснабжения и повысить надежность электроснабжения потребителей позволит комплексная модернизация подстанции «Шишинская» с установкой современных выключателей, системы релейной защиты и автоматики, телемеханики. На завершающем этапе проекта энергетики планируют построить участок волоконно-оптической линии и организовать каналы связи от Центра управления сетями в Кемерово до цифрового узла в Топкинском РЭС.

Глава МРСК Центра Олег Исаев и глава Удмуртской Республики Александр Бречалов подписали дорожную карту в сфере развития электросетевого комплекса республики. Целью дорожной карты является взаимовыгодное сотрудничество сторон в обеспечении устойчивого развития электросетевого комплекса Удмуртской Республики и организация максимально эффективной инфраструктуры путем консолидации электросетевых активов, а также оптимизация процесса тарифообразования. Все это должно обеспечить надежное и качественное электроснабжение потребителей Удмуртской Республики.

— *Эффективное управление сетями — это прозрачная инвестиционная политика, обеспечение необходимых вложений в реконструкцию и модернизацию электросетевого хозяйства. Все это в итоге позволит снизить расходы по эксплуатации сетей, операционные затраты и, как следствие, ограничить рост тарифа,* — заявил Александр Бречалов. По его словам, заключение соглашения будет способствовать преодолению разрозненности в управлении распределительным сетевым комплексом и обеспечению надежного электроснабжения всех потребителей.

Ветропарки на Дону

На Российском инвестиционном форуме в Сочи Губернатор Ростовской области Василий Голубев и генеральный директор компании ПАО «Энел Россия» Карло Палашано Вилламаны подписали соглашение о строительстве ветропарка в Донском регионе. Ветропарк «Энел Россия» мощностью 90 МВт разместится на побережье Азовского моря, на территории бывшей игровой зоны «Азов-Сити». Локализацией оборудования для будущего ветропарка «Энел Россия» займется международный концерн Siemens Gamesa. Ввод ветропарка в эксплуатацию запланирован в 2020 году. Азовская ВЭС сможет вырабатывать порядка 300 ГВт·ч в год.

— *«Энел Россия» — один из наших стратегических партнеров в реализации масштабной программы развития ветроэнергетики на Дону. Это новая для региона отрасль с большим инвестиционным потенциалом. Для строительства ветропарков в Донском регионе имеются все условия,* — заявил Василий Голубев.



Группа компаний «Локус» поздравляет!

Группа компаний «Локус» с особым теплом и искренностью поздравляет с юбилеем своего генерального директора — Дениса Сергеевича Буравлева!

Совместно с редакцией журнала «ЭнергоStyle» желаем вам покорения новых вершин и расширения горизонта в бизнесе, невероятных творческих взлетов и погружения в море тепла, радости и любви людей, которые с вами идут по жизни!

Ваше умение тактически и стратегически верно оценивать ситуации и принимать решения, понимать, чувствовать людей и открыто, искренне общаться с ними, философски и в то же время с долей здорового юмора относиться к любым жизненным проявлениям, постоянно стремиться к новому и добиваться намеченных целей — все это дает чувство надежности и уверенности в будущем как нам, так и деловым партнерам компании. Пусть в вашей жизни всегда будет место интересным открытиям и ярким впечатлениям! Крепкого здоровья и счастья!

Для надежного электроснабжения

ФСК ЕЭС начала строительство двух новых подстанций для повышения надежности электроснабжения территорий опережающего развития Хабаровск (площадка Ракитное) и Надеждинская. Запустить их в работу планируется к 1 июля 2018 года. Для электроснабжения площадки Ракитное в Хабаровском крае будет построена ПС 220 кВ «Восток», а для ТОР Надеждинская в Приморье — ПС 220 кВ «Промпарк». Трансформаторная мощность каждого из объектов составит 126 МВА. Одновременно в Хабаровском крае начато строительство линии электропередачи от действующей ВЛ до подстанции «Восток».

Площадка Ракитное (имеет 3 якорных резидента) предлагается для создания предприятий по выпуску строительных материалов, пищевой и сельскохозяйственной продукции и др. В настоящее время заявленная мощность для реализации инвестиционных проектов составляет 52,2 МВт. На территории ТОР Надеждинская запланировано строительство транспортно-логистического комплекса, кондитерского завода и предприятия пищевой промышленности по производству полуфабрикатов. На сегодняшний день здесь работают 36 резидентов. Заявленная мощность — 61 МВт.

Новые СЭС

В Оренбуржье приступают к строительству двух крупнейших в России солнечных электростанций — Новосергиевской и Сорочинской. Суммарная мощность двух СЭС составит 105 МВт. Фотоэлектрические модули производятся на заводе группы компаний «Хевел» (г. Новочебоксарск) по новой гетероструктурной технологии (HJT), сочетающей преимущества тонкопленочной и кристаллической технологий. КПД ячейки составляет 19–22%, мощность каждого модуля — 280–310 Вт.

Солнечные станции строятся в рамках реализации федеральной программы по стимулированию развития объектов возобновляемых источников энергии. По плану две СЭС будут введены весной 2019 года. Мощность солнечной станции в Новосергиевском районе составит 45 МВт. Площадь территории объекта — 99 гектаров, количество солнечных фотоэлектрических модулей — 154 500 штук. Мощность солнечной станции в Сорочинском районе составит 60 МВт. На площади 131 гектар установят 204 750 фотоэлектрических модулей.



стильный
отраслевой
журнал

ЭнергоStyle

О важнейшей отрасли,
от которой напрямую
зависят жизнь и развитие
экономики страны



**мы
говорим:**

о профессиональном —
ДОСТУПНО

об очевидном —
НЕСТАНДАРТНО

о важном —
АВТОРИТЕТНО

о наиболее —
ОТКРОВЕННО

ЭS

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09
e-mail: m.lupanova@locus.ru
www.locus.ru/energostyle



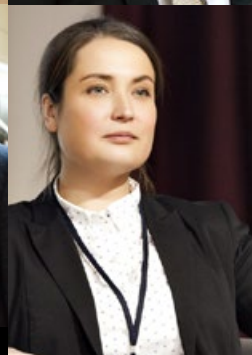
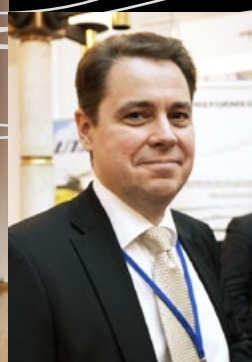
Первый технологический форум производителей



По материалам <http://www.te.ru>
 Фото: **Рамиль Нуриев, Юлия Сажнева**

В ноябре 2017 года состоялся Первый технологический форум производителей оборудования в сфере энергетики, организованный компанией «Тюменьэнерго». В течение двух дней прошло несколько совещаний и панельных дискуссий по вопросам закупочной деятельности, строительства и эксплуатации сетей, применению новых разработок в области телемеханики, связи и РЗА, презентации компаний. По приблизительным оценкам, Форум посетили свыше 500 человек (более 80 компаний из России и Казахстана) — представители компаний ТЭК и территориальных сетевых организаций, производители оборудования, лидеры общественных организаций в сфере малого и среднего бизнеса, преподаватели и студенты энергетического профиля сургутских учреждений высшего и среднего образования, гости V Всероссийского форума рабочей молодежи.

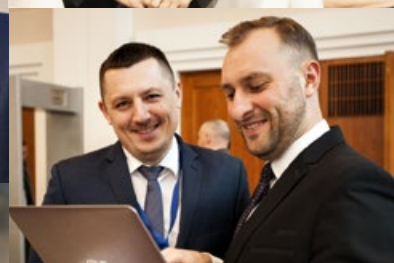




Производители презентовали потенциальным клиентам свои последние разработки в области мониторинга дефектов энергооборудования, а энергетики, в свою очередь, — поделились опытом их эксплуатации, отметили сильные и слабые стороны, высказали свои пожелания. «Встреча оказалась полезна как для нас — принимающей стороны, так и для наших партнеров. Она помогла обеим сторонам диалога определиться с направлениями дальнейшей работы по развитию систем диагностирования высоковольтного оборудования», — отметил заместитель главного инженера АО «Тюменьэнерго» Василий Боровицкий. Участники встречи обсудили также законодательные нововведения, связанные с ограничениями закупок импортной продукции, антидемпинговыми мерами, и типичные ошибки при оформлении конкурсной документации.

«Большое количество технических решений, представленных на Форуме, могут быть в равной степени представлены как для специализированных нужд энергетики, так и для нужд города. Мы обсуждали, например, вопросы применения компактных линий электропередачи, которые могут стать хорошим решением для городов, где высоковольтные линии проходят по улицам. В целом, мы видим большие перспективы в применении умных технологий и считаем, что будущее нашей отрасли за цифровыми сетями, интеллектуальными устройствами передачи электроэнергии, системой мониторинга», — резюмировал генеральный директор АО «Тюменьэнерго» Сергей Савчук.

ЭС



Оценка инвестиционной привлекательности регионов России по стоимости электроэнергии

Анатолий Дзюба, исполнительный директор ООО «Газэнергосбыт» (Челябинск)

Статья печатается с разрешения журнала «Энергосбережение». https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6767

Выбирая место для размещения площадки инвестиционного проекта, инвестор учитывает множество различных факторов, среди которых наличие сырья и стоимость его доставки, затраты на отгрузку продукции, стоимость и наличие квалифицированной рабочей силы, близость к рынкам сбыта, развитие транспортной инфраструктуры и прочее. К числу важнейших характеристик, влияющих на принятие решения о строительстве энергоемкого промышленного объекта, относится стоимость электрической энергии. Проанализируем российские регионы с точки зрения привлекательности данного показателя.

Именно затраты на электроэнергию являются одной из существенных статей расходов энергоемкого предприятия. Взвешенный подход к выбору региона размещения производственной площадки позволит инвестору сэкономить средства на оплату электроэнергии, составляющие десятки и даже сотни миллионов рублей и увеличивающиеся с ростом тарифа на электрическую энергию.

Структура стоимости электроэнергии для промышленных потребителей в России примерно одинакова для всех регионов (рис. 1). Однако тариф на электроэнергию в 85 регионах России неодинаков, поскольку на стоимость отдельных компонентов влияет ряд факторов:

- различаются энергорайоны поставки электроэнергии и мощности;
- отличается структура топливного баланса поставщиков электроэнергии;
- различны параметры тарифов на передачу электроэнергии в регионе;
- установлены разные величины региональных снабженческих сбытовых надбавок;
- на стоимость влияет вхождение региона в зону свободного оптового рынка либо в зону с регулируемым ценообразованием.

Также внутри тарифных групп промышленных потребителей стоимость электроэнергии группируется в зависимости от параметров уровня напряжения питающей сети каждого предприятия, величины максимальной мощности энергопринимающих устройств [2]. Данные факторы также немаловажны при расчете инвестиционных проектов.



Рис. 1. Структура стоимости электроэнергии для промышленных потребителей в России [1]

Региональные тарифы на электроэнергию

Диаграмма региональных тарифов на электроэнергию за второе полугодие 2015 года представлена на рис. 2. Данные тарифы рассчитаны для одинаковой категории потребителей электроэнергии — промышленных предприятий, имеющих максимальную мощность энергопринимающих устройств свыше 110 МВА и уровень напряжения питающей сети 110 кВ. В расчетах была использована стоимость покупки электроэнергии у базового регионального гарантирующего поставщика. В случае если промышленное предприятие имеет иные параметры электропотребления, тарифы для рассматриваемых регионов будут отличаться от приведенных (рис. 2).

Принятая тарифная группа является самой дешевой в рамках существующей тарифной сетки. Однако соотношение представленных тарифов дает картину, отражающую различия в тарифах на электроэнергию для промышленности между различными регионами России. Как видно, величины тарифов на электроэнергию для разных регионов существенно отличаются (рис. 2), для некоторых регионов даже втрое. Так, стоимость 1 кВт·ч электроэнергии в Республике Хакасия составляет 2,01 руб., а в Республике Саха (Якутия) — 5,97 руб.

Средняя стоимость электроэнергии по России за исследуемый период составила 3,16 руб./кВт·ч. При этом в 49 регионах показатель стоимости электроэнергии ниже среднего значения, а в 36 регионах — выше среднего. Различия региональных тарифов отражает различия инвестиционного потенциала регионов.

Распределение тарифов на электроэнергию для промышленных предприятий по федеральным округам России

На основании анализа диаграммы (рис. 2) видно, что наибольший инвестиционный потенциал имеет Сибирский федеральный округ (рис. 3), тариф для выбранной группы потребителей которого составляет 2,71 руб./кВт·ч. Сравнительно низкая стоимость электроэнергии в Сибирском федеральном округе обусловлена высокой концентрацией гидрогенерации и избытком предложения электроэнергии.

Средний инвестиционный потенциал наблюдается у Северо-Кавказского, Приволжского, Уральского и Северо-Западного федеральных округов, тариф на электроэнергию для выбранной группы потребителей составляет 3,0 руб./кВт·ч.

Самый низкий инвестиционный потенциал наблюдается у Дальневосточного, Южного и Крымского федеральных округов. Высокая стоимость электроэнергии для данных территорий обусловлена рядом факторов, связанных со структурой топливного баланса и тарифами на передачу электроэнергии.



Рис. 2. Диаграмма региональных тарифов на электроэнергию для промышленных предприятий за II полугодие 2015 года [2–6]

Необходимо отдельно сказать о Крымском федеральном округе. На момент выполнения данного исследования основная доля поставки электроэнергии на данную территорию осуществлялась с Украины. Наиболее вероятно, что после открытия всех очередей «Крымского энергомоста» стоимость электроэнергии в данном федеральном округе снизится, что приведет к повышению его инвестиционной привлекательности по критерию тарифов на электроэнергию.

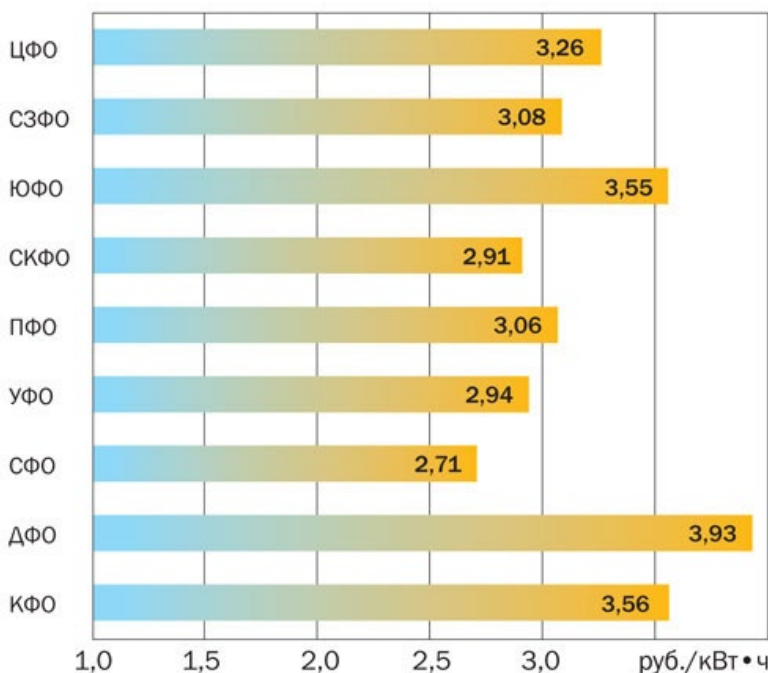


Рис. 3. Тарифы на электроэнергию для промышленных потребителей в различных федеральных округах РФ за II полугодие 2015 года [2–6]

Рейтинг регионов по стоимости электроэнергии

В рейтинге топ-10 регионов с самой низкой стоимостью электроэнергии (см. табл.) четыре находятся в Сибирском федеральном округе и по три региона — в Северо-Западном и Приволжском федеральных округах.

Таблица

Топ-10 регионов с самой низкой и с самой высокой стоимостью электроэнергии в России за II полугодие 2015 года [2–6]

№ в рейтинге	Регион РФ	Федеральный округ	Тариф, руб./кВт•ч	Средний тариф в группе	Средний тариф в РФ	Отклонение от среднего тарифа по РФ, руб./кВт•ч	Отклонение от среднего тарифа по РФ, %	Ежегодный экономический эффект/убыток от размещения типового инвестиционного проекта, тыс.руб./год
Регионы с самой низкой стоимостью электроэнергии								
1	Республика Хакасия	СФО	2,01	2,31	3,16	1,15	36	34 410
2	Мурманская область	СЗФО	2,02			1,14	36	34 290
3	Иркутская область	СФО	2,14			1,02	32	30 660
4	Самарская область	ПФО	2,21			0,95	30	28 560
5	Санкт-Петербург	СЗФО	2,30			0,86	27	25 800
6	Красноярский край	СФО	2,41			0,76	24	22 650
7	Республика Татарстан	ПФО	2,43			0,73	23	22 020
8	Калининградская область	СЗФО	2,46			0,70	22	21 000
9	Удмуртская Республика	ПФО	2,56			0,60	19	18 000
10	Новосибирская область	СФО	2,60			0,56	18	16 830
Регионы с самой высокой стоимостью электроэнергии								
85	Республика Саха (Якутия)	ДФО	5,97	4,43	3,16	-2,81	-89	-84 360
84	Архангельская область	СЗФО	5,25			-2,09	-66	-62 730
83	Магаданская область	ДФО	4,67			-1,51	-48	-45 222
82	Камчатский край	ДФО	4,56			-1,40	-44	-42 000
81	Ростовская область	ЮФО	4,32			-1,16	-37	-34 800
80	Республика Марий Эл	ПФО	4,17			-1,01	-32	-30 420
79	Тамбовская область	ЦФО	3,97			-0,81	-25	-24 150
78	Пензенская область	ПФО	3,86			-0,70	-22	-20 850
77	Республика Калмыкия	ЮФО	3,76			-0,60	-19	-17 910
76	Краснодарский край	ЮФО	3,76			-0,60	-19	-17 880

* Средняя величина электропотребления типового инвестиционного проекта составляет: 30 000 000 кВт•ч в год.

* Средняя величина электропотребления типового инвестиционного проекта составляет 30 000 000 кВт·ч в год.

В рейтинге топ-10 регионов с самой высокой стоимостью электроэнергии три региона входят в Дальневосточный федеральный округ: Республика Саха (Якутия), Магаданская область, Камчатский край (см. табл.). Для данных регионов характерна территориальная отдаленность и большие расстояния обслуживания. Астраханская область, имеющая второй по величине тариф на электроэнергию в России, также относится к территориям, для которых характерны большие расстояния обслуживания и дорогая топливная составляющая. Остальные регионы принадлежат Южному и Приволжскому федеральным округам.

На основании полученных рейтингов проведем сравнительную оценку годового экономического эффекта (или экономических потерь) от размещения инвестиционного проекта в том или ином регионе России. Для этого экономический эффект/убыток был рассчитан на основе типового проекта промышленного предприятия, средняя величина электропотребления которого составляет 30 000 000 кВт·ч в год (см. табл.). В результате величина относительной экономии от размещения проекта, например, в Республике Хакасия или в Мурманской области может достигать 34 млн рублей в год. А вот в случае размещения проекта в Республике Саха или Архангельской области величина относительного ежегодного убытка может достигать 80 млн рублей.

В случае расчета экономической эффективности для предприятия, имеющего более высокие объемы потребления, экономический эффект/убыток будет меняться пропорционально.

Итак, можно констатировать, что учет фактора региональной стоимости электроэнергии в процессе выбора региона размещения площадки инвестиционного проекта имеет существенное влияние на эффективность проекта в целом, как в краткосрочном, так и в стратегическом периоде.

ЭС

Литература

1. Соловьева И. А. Управление спросом на электропотребление на мезоуровне по показателям волатильности // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2017. № 1.
2. Постановление Правительства РФ от 4 мая 2012 года № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии».
3. Составляющие предельных уровней нерегулируемых цен на электрическую энергию (мощность) // Материалы официального сайта АО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии (мощности)». www.atsenergo.ru.
4. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2004 года № 861 «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг».
5. Материалы официального сайта ПАО «Россети». www.rosseti.ru.
6. Материалы официального сайта ОАО «Администратор торговой системы». www.atsenergo.ru.

Энергетика

ДВ региона - 2018

Энергоснабжение

- Производство
- Транспортировка
- Альтернатива
- ЖКХ



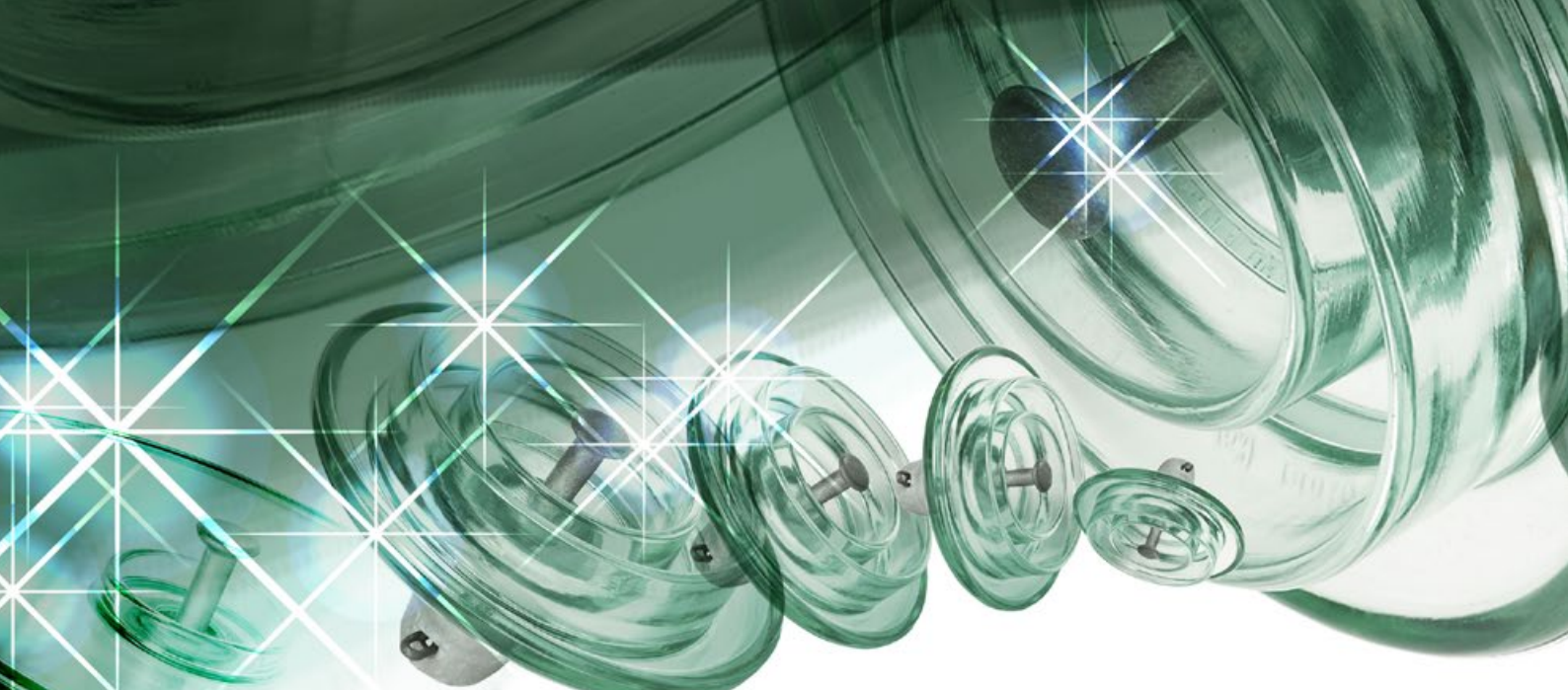

**Арена
«Ерофей»**

24-27
МАЯ



ХАБАРОВСК

(4212) 567-650 • khabexpo.ru



Новые изоляторы с увеличенной длиной пути утечки

Андрей Кудрявцев, главный инженер ООО «Экспертный центр технологических решений»

Олег Ефимов, директор по изоляторам АО «Южноуральский арматурно-изоляторный завод»

Сергей Смирнов, директор по развитию ООО «МК «Локус»

Настоящая статья продолжает цикл материалов о новых видах стеклянных изоляторов с увеличенной длиной пути утечки и изолирующих гирлянд для ВЛ 35 и выше кВ. В прошлой статье мы остановились на изоляторе аэродинамического профиля U120AD. Он открывает линию изоляторов с увеличенной длиной пути утечки 12-тонного ряда. При этом не стоит забывать, что изоляторы 7- и 12-тонных рядов сочленяются друг с другом, что позволяет применять их вместе в гирляндах, на участках ВЛ, которые подвержены сильнейшим загрязнениям.

Изолятор ПСВ120Б

Этот изолятор является развитием изолятора ПС120В, который известен на рынке. Он отличается большей длиной пути утечки, которая составляет 445 мм по сравнению с 407 мм у ПС120В. Также у него больший диаметр тарелки стеклодетали, который составляет 280 мм по сравнению с 255 мм у изолятора ПСВ120В. Таким образом, данный изолятор имеет большие характеристики и его применение предпочтительнее в районах с сильными загрязнениями.

Конечно, увеличение разрядных характеристик изолятора ПСВ120Б достигается за счет увеличения массы изолятора. И это является единственным недостатком изолятора. Как правило, на действующих ВЛ, основываясь на опыте эксплуатации конкретных участков в условиях тех или иных загрязнений, принимается решение о применении данного типа изоляторов.

Преимущественным является применение изолятора ПСВ120Б в районах со следующими видами загрязнений:

- промышленные загрязнения, включая загрязнения токопроводящими веществами в районах металлургических и подобных производств;
- районы с повышенной влажностью (поймы рек, болота, низины, где часты туманы, берега озер и морей);
- районы, в которых часто наблюдаются «утренние отключения».

Во времена СССР производились изоляторы с конусным профилем. В 2017 году было принято решение возобновить производство изоляторов с

профилем, который имеет конусную форму верхней части поверхности стеклодетали и увеличенную длину пути утечки.

Было принято решение об освоении этой формы на изоляторе 12-тонного ряда. Наименование изолятора ПСВ120Д. Достоинствами такого профиля являются:

- конусный профиль лучше «скидывает» влагу с поверхности изолятора;
- изолятор лучше смывает загрязнение со своей поверхности за счет профиля;
- длина пути утечки изолятора составляет 468 мм;
- в увлажненном состоянии выдерживаемое напряжение больше, чем у изолятора ПСВ120Б.

Все это позволяет применять изолятор в сложных условиях эксплуатации с такими загрязнениями, где не хватает свойств такого изолятора, как ПСВ120Б. Это такие места, как:

- прибрежные зоны морей и крупных водоемов;
- солончаки;
- интенсивные промышленные и сельскохозяйственные загрязнения.

Таблица 1. Сравнение параметров изоляторов ПС120В и ПСВ120Б

Параметры	ПС120В 146 мм	ПСВ120Б 146 мм	Отклонение ПСВ120Б/ПСВ120В
Диаметр тарелки, мм	255	280	+ 9,8%
Длина пути утечки, мм	407	445	+ 9,34%
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в сухом состоянии, кВ	72	82	+ 13,89%
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты под дождем, кВ	42	50	+19,05%
Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса, кВ	110	125	+ 13,63%
Вес, кг	4,6	5,66	-23,04%

Таблица 2. Сравнение параметров изоляторов ПСВ120Б и ПСВ120Д

Параметры	ПСВ120Б 146 мм	ПСВ120Д 146 мм	Отклонение ПСВ120Д/ПСВ120Б
Диаметр тарелки, мм	280	280	0 %
Длина пути утечки, мм	445	468	+ 5,17%
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в сухом состоянии, кВ	82	82	0 %
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты под дождем, кВ	50	55	+ 10%
Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса, кВ	125	125	0 %
Вес, кг	5,66	5,75	+ 1,59%

Как видно из приведенного сравнения, профиль изолятора влияет на основной параметр — выдерживаемое напряжение под дождем. Именно в увлажненном состоянии, как правило, совмещенном с наличием загрязнений, происходит основное количество отключений линий. Увеличенный параметр выдерживаемого напряжения под дождем на 10% при увеличении длины пути утечки на 5,17% по сравнению с изолятором ПСВ120Б достигается также профилем изолятора.

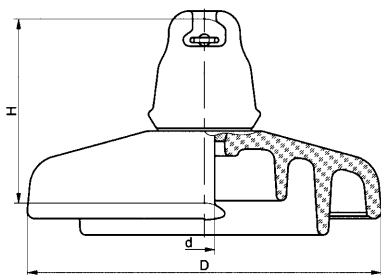


Рис. 1

Общий вывод по изоляторам с увеличенной длиной пути утечки

Развитие изоляторов в сторону увеличения длины пути утечки вызвано тем, что за срок жизни ВЛ очень трудно спрогнозировать интенсивность и окончательную степень загрязнения изоляторов от различных источников. Расчетный срок жизни ВЛ составляет 40 лет. Многие ВЛ работают далеко за этот срок. За такой период изменяются внешние условия на тех территориях, где эксплуатируется ВЛ, — проводятся новые

дороги, строятся предприятия, населенные пункты, изменяются виды загрязнений, так как меняются технологии и материалы и т.п. Конечно, электросетевым предприятиям нет интереса менять изоляторы. Это большие расходы. Так же как и производителям изоляторов нет интереса изменять конструкцию изоляторов без веских на то причин. Однако внешние условия, которые приводят к отключениям ВЛ, заставляют разрабатывать новые виды изоляторов, которые должны противостоять тем негативным воздействиям, которые приводят к этим отключениям. В настоящее время другого пути по совершенствованию стеклянных изоляторов, как увеличение длины пути утечки и обоснованное изменение профиля изоляторов, пока не наблюдается.

Другие возможности

Частичная замена изоляторов в действующих гирляндах ВЛ — развитие направления изоляторов с увеличенной длиной пути утечки. Очень часто стоит задача усиления изоляции на ВЛ, которые эксплуатируются длительное время. На ВЛ начинаются отключения. Причины бывают разные, от загрязнения изоляторов внешними воздействиями до ржавчины, которая стекает с траверсы опоры.

На «Южноуральском арматурно-изоляционном заводе» по заданию сетевых предприятий проведен цикл испытаний изоляторов, которые были сняты с действующих ВЛ, с целью поиска решений, которые могут с минимальными издержками усилить изолирующие свойства гирлянд. Одно из решений — применение в действующей подвеске изоляторов с увеличенной длиной пути утечки, заменяя часть изоляторов. В таблице 1 приведены параметры гирлянды изоляторов для 1 СЗА для подвески, которая состоит из восьми изоляторов типа ПС70Е. При этом взяты параметры гирлянды, состоящей полностью из новых изоляторов ПС70Е. Альтернативным решением является замена двух верхних изоляторов на изоляторы U120AD и ПС70И. Оставшиеся шесть изоляторов в подвеске составили изоляторы ПС70Е с действующей ВЛ. Испытания показали, что параметры гирлянды с частичной заменой изоляторов на изоляторы с увеличенной длиной пути утечки сравнимы и даже больше, чем аналогичная по количеству изоляторов гирлянда изоляторов ПС70Е.

Таблица 3. Сравнительная таблица гирлянд изоляторов

Параметры	СЗА/кол-во изоляторов	ПС70Е Новые изоляторы	U120AD (1 шт.) ПС70И (1 шт.) 6 действующих изоляторов ПС70Е	Отклонение
Длина пути утечки, мм	I/8	2 560	2 692	+5,16%
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в сухом состоянии, кВ		365	440	+20,54%
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты под дождем, кВ		261	265	+1,53%
Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса, кВ		585	+650/-645	+11,11%/+10,26%
Стоимость изоляторов в гирлянде, руб.		614,88	1913,61	41,47%

Данное техническое решение может найти свое применение при адресной работе по усилению изоляции на действующих ВЛ, на участках, где имеется повышенное количество отключений. Особенно отключений в «утренние часы», по невыясненным причинам и по причинам воздействий птиц. При этом снизить расходы на закупку изоляторов, так как подвеска заменяется не полностью.

Поставка изоляторов может производиться так называемым «ремонтным комплектом», состоящим из изоляторов U120AD и ПС70Е. Такой комплект удобно держать в аварийном запасе. Например, при замене изоляторов поврежденной подвески из-за прошедшего перекрытия на одной из фаз предлагается сразу на других фазах опоры ВЛ в гирляндах заменять верхние 2–3 изолятора. Таким образом, постепенно будет осуществляться усиление изоляции на участках ВЛ, где имеется повышенное количество отключений. При этом не надо будет производить специальных отключений ВЛ.

Таким образом, расширение линейки стеклянных изоляторов в сторону увеличения длины пути утечки позволяет ожидать, что линейная изоляция будет работать в течение всего срока жизни линии ВЛ, снизится количество перекрытий изоляции и отключений. Расширяются варианты усиления изоляции и появляется возможность адресного построения изоляции исходя из тех условий, в которых работает линия. «Южноуральский арматурно-изоляторный завод», компания «МК «Локус» и «Экспертный центр» продолжают исследовательскую работу по выработке технических решений по новым видам изоляторов и подвесок, о результатах которой планируется рассказывать на страницах журнала «ЭнергоStyle». Если у вас появятся вопросы, пишите на m.lupanova@locus.ru, и ответы наших специалистов будут опубликованы в следующем номере.

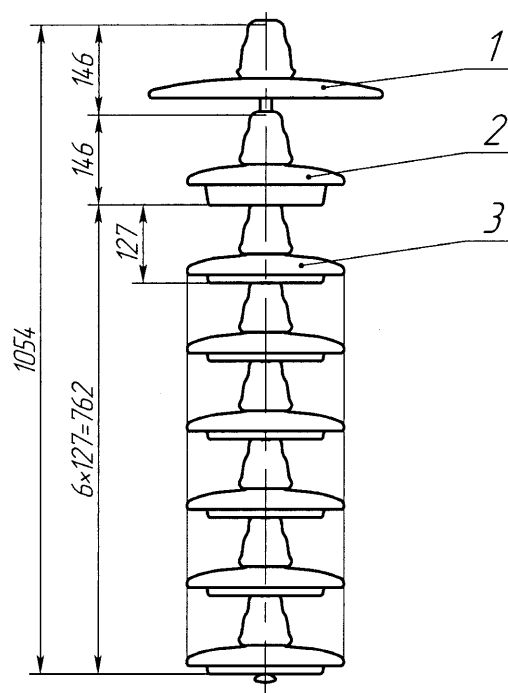


Рис. 2. Чертеж подвески. С частичной заменой

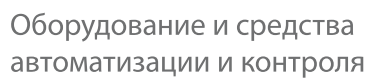
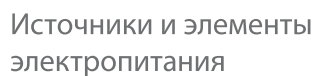
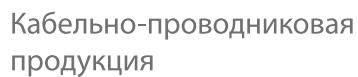
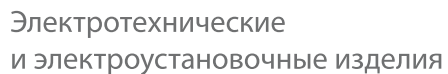
ООО «МК «Локус» является партнером АО «ЮАИЗ» и обеспечит поставку изоляторов во все регионы России.



ООО «МК «Локус»
620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 4
тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09
факс 375-87-86
e-mail: locus@locus.ru
www.locus.ru

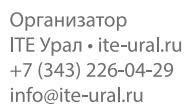


Выставка электротехнической, светотехнической и электроустановочной продукции



24–26 апреля 2018

Россия, Екатеринбург
МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»



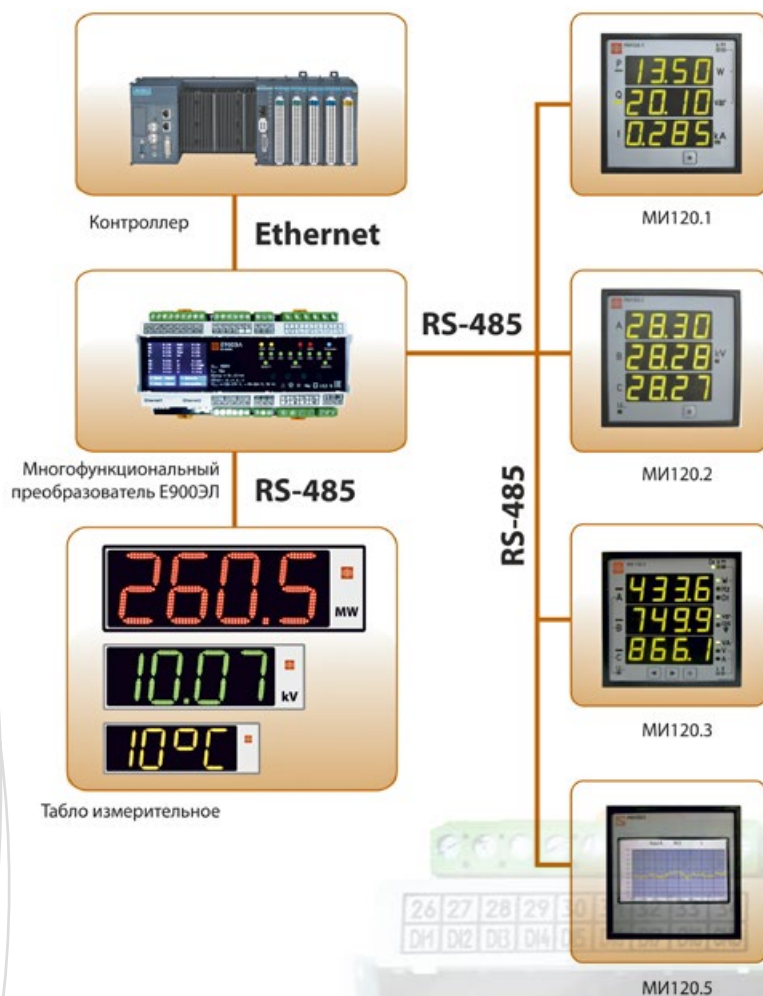
electrotech-ural.ru



Модернизация многофункциональных измерительных преобразователей E900ЭЛ

Наталья Шоглева, руководитель отдела маркетинга ОАО «Электроприбор»

Единой Технической политикой электросетевого комплекса ПАО «Россети», утвержденной Советом директоров ПАО (протокол № 252 от 22.02.2017 г.), в качестве приоритетного направления модернизации предложена замена изношенных и устаревших средств измерений на многофункциональные средства измерения нового поколения (цифровые, имеющие возможность передачи сигнала на расстояние) с увеличенными межкалибровочным и межповерочным интервалами (п. 15.7.4).



Требования Технической политики многофункциональными цифровыми приборами и преобразователями выполняются, а именно:

1. Для обеспечения передачи данных все цифровые электроизмерительные приборы и измерительные преобразователи имеют:
 - интерфейс RS485 (протоколы Modbus RTU, МЭК 60870-5-101);
 - интерфейс Ethernet (протоколы Modbus TCP, МЭК 60870-5-104).

Кроме того, цифровые приборы нового поколения с функциями технического и коммерческого учета, а также контроля показателей качества электроэнергии — ЩМК96 и ЩМК120С поддерживают протоколы цифровой подстанции МЭК 61850-8.1.

2. Межповерочный интервал многофункциональных цифровых приборов и преобразователей составляет 10–11 лет.

Далее более подробно рассмотрим многофункциональные измерительные преобразователи, а именно — преобразователь E900ЭЛ, который прошел полную модернизацию, начиная от дизайна и заканчивая функциональными характеристиками и схемотехническими решениями (табл. 1).

Рис. 1. Схема измерения, отображения и передачи данных в АСУТП с помощью применения электроизмерительных преобразователей и цифрового табло



Таблица 1

Преобразователь E900ЭЛ	Было	Стало
		
Габаритные размеры	115 x 105 x 115 мм	162 x 90 x 61 мм
Опции		
Интерфейс RS485	До 2-х RS485, протокол Modbus RTU	До 2-х RS485, протокол Modbus RTU или МЭК 60870-5-101
Интерфейс Ethernet	1 Ethernet, протокол МЭК 60870-5-104	До 2-х Ethernet, протокол Modbus TCP или МЭК 60870-5-104; синхронизация времени устройства от внешнего сервера по протоколу SNTP; HTTP (встроенный WEB-сервер)
Дискретные входы	6 входов, тип «сухой контакт», напряжение = 24 В, ток 10 мА	8 входов, тип «сухой контакт», напряжение = 24 В, ток 10 мА
Релейные выходы	Нет	До 3-х, напряжение ~250В, =30В, ток 5 А
Аналоговые выходы	Нет	До 3-х перепрограммируемых сигналов: 0...5 мА, 4...20 мА, 0...20 мА, 0...2,5...5 мА, 4...12...20 мА, -5...0...+5 мА, 0...10...20 мА
Ж/к дисплей	Нет	Цветной TFT-дисплей (опционально); 2,2" (46,7x35,4) мм
Межповерочный интервал	6 лет	11 лет, 8 лет (с ж/к дисплеем)
Измерение и контроль параметров качества электроэнергии	Нет	- Отклонение частоты, Гц (-5...5 Гц). - Длительность провала напряжения (0,1...60 с). - Глубина провала напряжения (10...99 %). - Длительность прерывания напряжения (0,1...60 с). - Длительность временного перенапряжения (0,1...60 с)
Светодиодная индикация (единичные индикаторы)	Нет	- Наличие напряжения питания. - Работа интерфейса RS485. - Состояние дискретных входов. - Состояние релейных выходов. - Индикатор событий. - Ошибка чередования фаз
Технический учет (активная и реактивная энергия)	Нет	Есть

Достоинства E900ЭЛ

- Многофункциональность — в одном преобразователе реализовано измерение электрических параметров сети, непрерывное измерение и контроль параметров качества электроэнергии и технический учет электрической энергии, что позволит сократить число необходимых приборов и преобразователей для выполнения тех же самых функций.
- Увеличенный до 11 лет межповерочный интервал позволяет существенно сократить затраты на поверку.

3. Возможность объединения преобразователей в единую сеть с другими средствами измерения и передачи информации посредством линий с интерфейсами RS485 и Ethernet (дополнительно учтена возможность резервирования передачи в случае заказа модификаций с 2 интерфейсами RS485 и Ethernet).

4. Наличие до 3-х перепрограммируемых выходных унифицированных сигналов постоянного тока позволяет использовать данные преобразователи на объектах энергетики в автоматизированных системах (телемеханики, системах сбора и передачи информации, автоматизированных системах управления технологическими процессами) различного года создания.

5. Возможность отображения на внешней индикации наиболее значимых для контроля параметров (см. рис. 1).

A tall, complex metal lattice tower for a high-voltage power line stands in a snowy, wooded landscape. Several thick, dark power cables are visible, stretching across the upper right portion of the frame. The sky is a pale, overcast blue.

Грамотно и оперативно

Все, кто занимается строительством линий электропередач, знают, что в работе всегда могут возникнуть нестандартные ситуации, требующие неординарных решений. Каждая местность со своими ландшафтными и климатическими особенностями способна преподнести сюрпризы. При этом никто не отменял сроки сдачи объекта. Да и качество исполнения работ подразумевается само собой. Однако эти неожиданные преграды самим работникам самостоятельно преодолеть бывает невозможно. И тогда к ним на помощь приходят специалисты, которые быстро и со знанием дела находят единственно верное решение. Компания «Локус» не раз поддерживала таким образом своих клиентов. И вот один из последних случаев.

ООО «Монтажспецстрой» работало на объекте ВЛ-35 кВ (в габаритах 110 кВ), при переходе через судоходную протоку Усть-Лагарма на Западно-Покамасовском месторождении потребовалась защита провода. Незамедлительно обратились в «Локус» в начале декабря 2017 года с запросом на продукцию компании ЭССП ПЗС-23.1-21. Изучив заявку, специалисты выяснили, что этот вариант невозможен, поскольку срок изготовления продукции ЭССП — две рабочих недели после новогодних праздников. А установить защиту надо было успеть до 22 декабря того же года, иначе «Монтажспецстрой» ждали очень серьезные штрафы за каждые просроченные сутки! Надо было действовать быстро, и тогда, после рассмотрения различных вариантов и изучения технической части, была предложена продукция компании «ПЛП РУС». С одной стороны, она аналогична той, что у ЭССП. Но с другой, AVP-23.1-500 протектор защитный подпадал под разряд «эксклюзивной» продукции, так как длина спиральной арматуры была 5 м, и требовала определенного режима работы, упаковки и транспортировки. Протектор был изготовлен в кратчайшие сроки. Через 5 рабочих дней он был готов к отправке и 20 декабря доставлен клиенту самолетом. До 22 декабря AVP-23.1-500 успешно смонтировали на объекте.

В благодарственном письме руководитель компании «Монтажспецстрой» выразил ООО «МК «Локус» благодарность и признательность за оперативное решение возникших проблем и технически грамотный подход к их решению. При этом отметил, что было применено новое техническое решение: установлены спиральные проекторы AVP-23.1-500 для защиты провода в многороликовом подвесе производства компании ООО «ПЛП РУС». Эта продукция не только и полностью отвечает всем техническим требованиям, но и удобна в монтаже. Имея столь положительный опыт в работе с компанией «Локус», «Монтажспецстрой» продолжает с ней дальнейшее сотрудничество, видя в нем грамотного и надежного партнера.



ООО «МК «Локус»
620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 4
тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09
факс 375-87-86
e-mail: locus@locus.ru
www.locus.ru





Автоматизация управления

технической эксплуатацией зданий и инженерных систем

Игорь Антоненко, начальник отдела маркетинга, ООО «НПП «СпецТек»

В течение текущего десятилетия активно ведется деятельность по определению требований к эксплуатации зданий как на международном, так и национальном уровне. Прежде всего, стоит упомянуть стандарты серии ISO 50000 и соответствующие стандарты России на системы энергетического менеджмента. Поскольку здания являются одним из главных потребителей разного рода энергии в процессе эксплуатации (электричество, тепло, топливо), то эти стандарты напрямую их касаются.

Выпускаются и специальные стандарты, в частности, ISO 41011:2017 «Facility management. Vocabulary». На обсуждении со статусом «DIS» находится проект стандарта ISO 41001 «Facility management. Management systems. Requirements with guidance for use», название которого можно перевести как «Управление недвижимостью. Системы менеджмента. Требования и руководство по применению». Эксплуатация зданий в организации, как правило, относится к ведению главного энергетика и подчиненной ему службы. Для управления процессами эксплуатации необходим инструмент, который помог бы им соответствовать требованиям и решать актуальные задачи в области технической эксплуатации зданий и инженерных систем. Таким инструментом является автоматизированная система управления технической эксплуатацией (АСУ ТЭ).

Задачи технической эксплуатации

Для соответствия требованиям стандартов на системы менеджмента необходим полный учет издержек, связанных с эксплуатацией, планирование этих издержек на основе объективной информации, информация о дефектах и отказах, а также сведения о производственных планах и производительности, привязанные к соответствующим объектам инфраструктуры. Эффективная эксплуатация здания зависит от соблюдения регламентов технического обслуживания и ремонта (ТОиР), полноты и своевременности

выполнения заявок на ремонты и обслуживание. Специалисты организации должны точно знать, в какие сроки следует провести замену оборудования или поверку приборов, каково состояние элементов инженерных систем, какие предстоят плановые работы, какое оборудование требует ремонта и т.д. При этом объекты недвижимости характеризуются высокой насыщенностью инженерным оборудованием, отвечающим за различные сферы жизнедеятельности — от систем центрального водоснабжения до интеллектуальных систем типа АСКУЭ или АСОДУ. Разительно отличаются и требования к организации обслуживания таких разнородных систем — разные нормативы на работы, периодичности работ, да и состав самих работ и стратегии обслуживания также отличаются. Соответственно, необходимы адекватные инструменты, которые облегчали бы совместную организацию, планирование и проведение работ с учетом всей информации о специфике объектов.

Фундаментальным качеством недвижимости является ее долговечность. Это вызывает необходимость расширения горизонтов планирования и хранения истории эксплуатации. Объем информации становится очень большим, отсюда возникает еще одна задача технической эксплуатации — сбор, хранение и обработка информации. По причине той же долговечности недвижимости может возникнуть ситуация, когда требования к ее эксплуатации на каком-то этапе могут существенно измениться: произошла реорганизация, изменился производственный процесс, размещено иное оборудование. Здесь понадобится соответствующая гибкость в управлении эксплуатацией, внедрение и сопровождение новых регламентов во всех подразделениях на том же объекте. Для реализации таких мероприятий, контроля их выполнения и их пересмотра требуется информационная связь между руководителями и исполнителями. Наконец, кроме процессов технической эксплуатации существуют арендные отношения, документооборот с арендаторами и арендодателями, уборка помещений, благоустройство территории и т.д. Всеми этими процессами необходимо управлять согласованно и взаимосвязанно, в единой системе управления.

Возможности автоматизированной системы

Система АСУ ТЭ включает в себя базу данных (БД) и специализированное программное обеспечение [1]. При этом архитектура системы может быть двухуровневой, трехуровневой, а в общем случае — многоуровневой [2].

База данных (БД) служит хранилищем всей информации по объектам, находящимся в эксплуатации (рис. 1). Это могут быть как сами здания, так и системы электроснабжения, отопления, водоснабжения, вентиляции, кондиционирования, освещения, лифты, слаботочные системы (охранная и пожарная сигнализация, видеонаблюдение, телефонные и компьютерные сети) и т.д. Объем хранимой в БД информации по каждому типу объектов может быть разным. Это могут быть паспортные данные, регламенты работ с периодичностью, трудоемкостью, необходимыми запчастями, материалами и инструментами, ремонтные и эксплуатационные документы на объект, графические изображения (чертежи, поэтажные планы, схемы, точки подключения), текущие данные по наработке и т.д. Информация хранится с привязкой к соответствующему объекту, а сама учетная единица объекта в БД служит удобной точкой доступа ко всей этой информации.

В процессе эксплуатации к тому же объекту привязывается информация о выполненных работах, результатах испытаний и осмотров, измеренных технических параметрах. Этими данными автоматически наполняется электронный формуляр, который в любое время

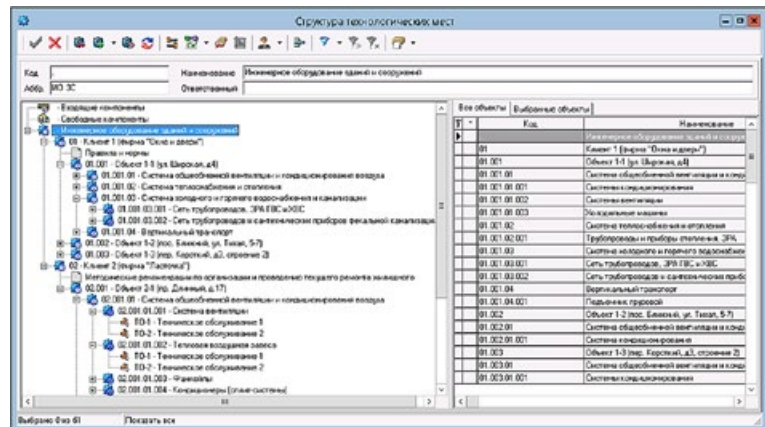


Рис. 1. Дерево оборудования и технологических мест

может быть выведен на печать вместе с другой информацией (паспортами, чертежами, документами, историей работ и т.д.). В базе данных также хранится информация о лицах, задействованных в процессах технической эксплуатации. Это могут быть работники, по ним хранятся персональные данные, сведения о профессии, квалификации, прохождении инструктажей, наличии допусков и т.д. Последнее необходимо для корректного планирования работ, загрузки персонала, определения стоимости работ. Это могут быть и арендаторы, по которым хранятся договоры, в том числе ведется реестр по условиям договоров, данные по арендным платежам и другая информация. Это также могут быть подрядные организации, по ним хранятся расценки на работы, рекламации и другие данные.

Программное обеспечение АСУ ТЭ позволяет оперировать информацией, содержащейся в БД, — вводить, корректировать, искать, анализировать, обрабатывать данные, контролировать их значения, выводить их в удобном виде, а также получать новые данные на основе обработки имеющихся. Оно позволяет пользователям выполнять те функции, которые возложены на них в системе управления, — планирование работ, заказ запчастей и т.д. Кроме того, оно обеспечивает оперативное предоставление изменений данных, распределение между пользователями полномочий по оперированию данными.

Внедрить АСУ ТЭ означает добиться такого информационного взаимодействия всех вовлеченных в техническую эксплуатацию лиц, при котором они будут выдавать и получать достоверные, своевременные и полные данные, а руководители будут пользоваться этими данными и основывать на них свои решения. Сотрудники (пользователи), использующие АСУ ТЭ, выполняют в ней функции по своей компетенции и ответственности, находясь на разных объектах, в том числе на значительных расстояниях, обусловленных расположением объектов недвижимости. При этом информация от них (отчеты по работам, заявки на запчасти и т.д.) поступает по каналам связи, накапливается в единой базе данных и становится доступной соответствующим руководителям и специалистам. Имеет место и обратный поток информации — нормативы на работы, планы работ и др.

Ведение базы данных

Частично возможности АСУ ТЭ по ведению базы данных представлены выше. В других публикациях [3] ранее было рассмотрено управление документами, обеспечивающее единство документа (документ, однажды введенный в базу данных АСУ ТЭ, в дальнейшем становится доступен во всех местах его использования, и при этом экземпляры документа не множатся), централизованную актуализацию документа (изменения вносятся один раз, в одном месте, и становятся доступны всем), установление прав доступа к документу, электронное согласование и утверждение документа и т.д.

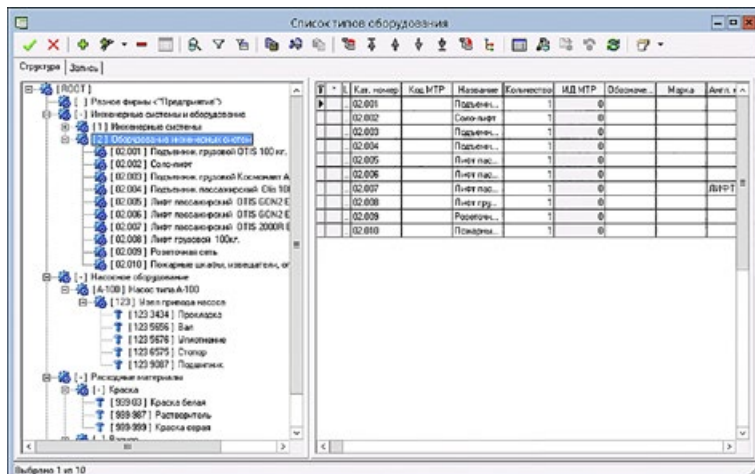


Рис. 2. Каталог типов оборудования и материалов

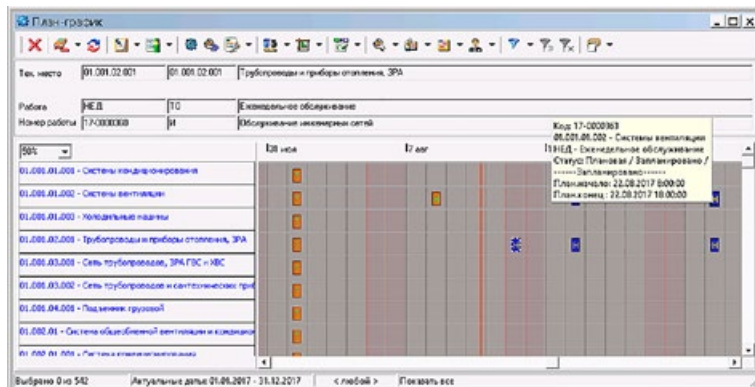


Рис. 3. План-график работ

Важными функциями АСУ ТЭ являются учет перемещений персонала и оборудования, ведение справочников по нормативам эксплуатации, ведение каталога по типам оборудования (рис. 2), актуализация технологических карт и указаний по технике безопасности, инвентаризация объектов с помощью сканера штрих-кодов. Последнее осуществляется с помощью носимого мобильного устройства, которое считывает штрих-код непосредственно с объекта и передает его в базу данных АСУ ТЭ. В базе данных происходит автоматический поиск объекта и вывод его на экран терминала. Далее можно внести этот объект в акт инвентаризации либо внести этот объект в базу данных, если он новый. При проведении инвентаризации возможна также фиксация размещения объектов путем привязки к ним файлов фотосъемки.

Планирование

Под планированием понимается не только формирование графиков работ — ремонтов, технического обслуживания, ремонтно-строительных работ, реконструкции, осмотров, проверок, инспекций на объектах эксплуатации. Еще до графика в АСУ ТЭ формируются обоснованные программы работ. Они могут формироваться по каждому типу оборудования как на основании рекомендаций его поставщика, так и на основании собственных оценок критичности отказов и состояния объекта. В итоге создается последовательность работ на каждый объект (осмотр, диагностика, предупредительное обслуживание, плановый ремонт, замена) с периодичностью, описанием содержания и порядка выполнения. В план-график работ (рис. 3) также включаются работы, потребность в которых определяется по итогам плановой дефектации конструктивных элементов и систем. Дефектация производится, в том числе, с мобильных устройств и карманных ПК, как имеющих непрерывный канал связи с АСУ ТЭ, так и работающих автономно. При этом каждый обнаруженный дефект класси-

фицируется и регистрируется в АСУ ТЭ, вводится его описание, к нему привязывается фотография дефекта. Для проведения дефектации могут использоваться типовые дефектные ведомости, из которых путем копирования и редактирования создаются уже рабочие дефектные ведомости. Утвержденные работы из дефектной ведомости транслируются в план-график работ.

Массив внеплановых работ в АСУ ТЭ формируется также из заявок на устранение отказов и дефектов, выполнение ремонтных работ. Внеплановые работы также вносятся в план-график с указанием времени, необходимых ресурсов и персонала. Работы в плане-графике могут ранжироваться по приоритетности (важности) исходя из критичности отказов, на предупреждение которых эти работы направлены. Из плана-графика работ автоматически рассчитывается потребность в расходных материалах, запчастях, спецодежде, инструментах и других ресурсах. Потребность сравнивается в АСУ ТЭ с остатками на складе, и на этой основе формируются заявки на закупку.

Из плана-графика работ также формируются планы работ на период (сутки, неделя), а также задания на работу (наряд-заказы), которые распределяются в АСУ ТЭ по исполнителям. С учетом количества, профессий и квалификации исполнителей в АСУ ТЭ производится расчет трудоемкости, планирование рабочего времени и занятости. На основе упомянутых выше расчетов в АСУ ТЭ формируются сметные показатели эксплуатации, формируется бюджет на эксплуатацию. С учетом финансовых ограничений и приоритетности работ производится балансировка бюджета, возможно секвестирование плана закупок и плана работ.

Выполнение

В ходе выполнения осмотров, проверок, инспекций производится идентификация объекта по штрих-коду с помощью носимого мобильного устройства, как это описано выше для случая инвентаризации. После идентификации можно, например, зарегистрировать эксплуатационное состояние объекта (работа, отказ, резерв), зарегистрировать дефект или отказ или ввести заявку на ремонт, сформировать распоряжение на перемещение объекта. Все результаты осмотра привязываются к объекту и помещению, в котором объект находится. Выполнение плановых ремонтов и обслуживания завершается вводом в АСУ ТЭ соответствующих отчетов с указанием фактически использованных ресурсов, времени начала и окончания работ, контролируемых параметров. На основе вводимой информации уполномоченные лица могут со своих рабочих мест контролировать подготовку и выполнение работ, осуществлять мониторинг ситуации на всех объектах по авариям, отключениям, по выполнению заявок. В АСУ ТЭ также вводятся фактические результаты по доходной части эксплуатации — поступившие арендные платежи, объем просроченных платежей и т.д.

ЭНЕРГЕТИКА. ЛЕКТРОТЕХНИКА.

20-я специализированная выставка
Энерго- и ресурсосбережение.

ПРОЕКТ ФОРУМА
"ВЕЛИКИЕ РЕКИ" / IGEF



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
"ВЕЛИКИЕ РЕКИ"
РОССИЯ, НИЖНИЙ НОВГОРОД, МАЙ 2018

РОССИЯ НИЖНИЙ НОВГОРОД НИЖЕГОРОДСКАЯ ЯРМАКА

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

Высоковольтное оборудование,
трансформаторы.

Кабели, провода, электрокерамические
изделия, светотехническое оборудование,
низковольтная электроустановочная
аппаратура.

Котельное и вспомогательное
оборудование, теплообменные аппараты.
Турбогенераторы, турбины, насосы,
компрессоры.

Электрические машины,
электроприводы, аккумуляторы.
Измерительное оборудование,
диагностика.

Комплексная автоматизация
технологических процессов.

Новые технологии в производстве
и сбережении электроэнергии.

Услуги по проектированию,
установке, обслуживанию
энергетического оборудования.

Альтернативная энергетика.

Технологии и оборудование
для ликвидации аварийных ситуаций.



15-18

мая 2018 года



Нижний Новгород, ул. Совнаркомовская, 13
Телефоны: (831) 277-56-90, 277-55-95
e-mail: irina@yarmarka.ru
www.yarmarka.ru



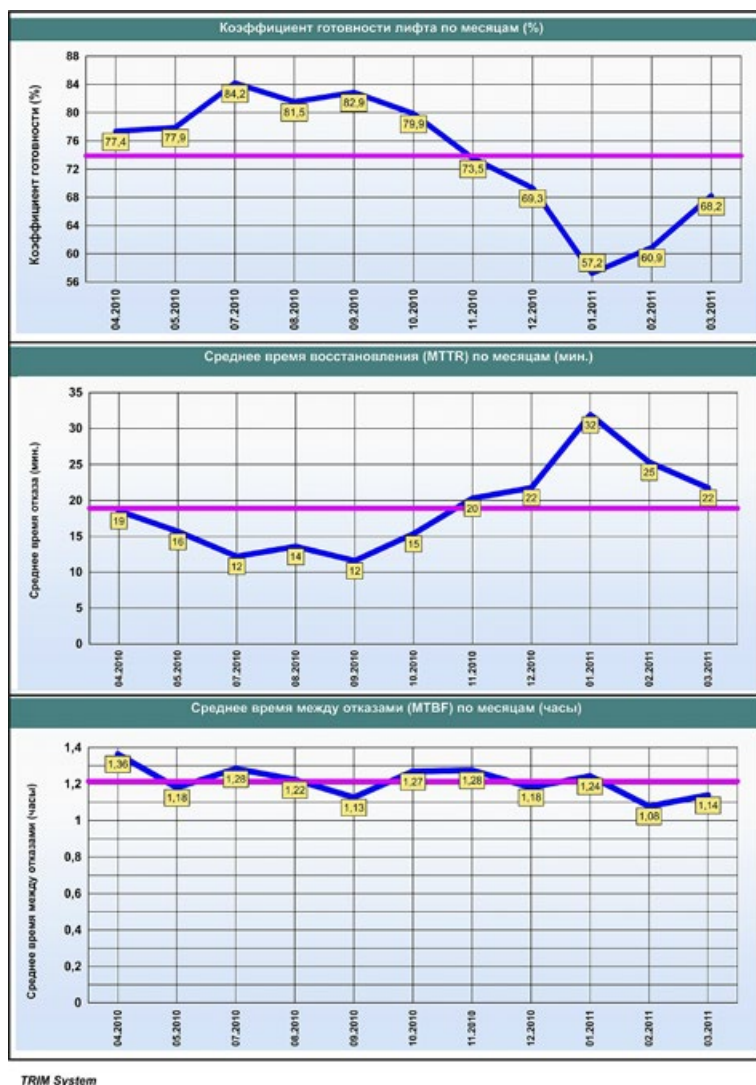


Рис. 4. Пример представления показателей в АСУ ТЭ

Анализ результатов

Эффективность этой деятельности зависит от структуры и состава показателей, рассчитываемых в АСУ ТЭ. Набор показателей определяется на этапе разработки технического задания на АСУ ТЭ, под каждый показатель идентифицируются данные, которые далее собираются. Если впоследствии выявилась потребность в измерении какого-то нового показателя и оказалось, что для его расчета не собирались данные, то его измерение будет возможно только через какое-то время, необходимое для накопления данных. Рассчитанные показатели представляются в графическом или табличном виде. Возможно также создание своеобразного «пульт управления» на экране монитора, куда одновременно выводятся данные по нескольким показателям с отображением динамики их изменения и соответствующих событий (отказы, аварии, заявки на работы, отключения).

Литература

1. Антоненко И. Н. Информационные технологии для ТОиР // ЭнергоStyle. 2009. № 2 (7). С. 32–35.
2. Молчанов А. Ю. Организация распределенных вычислений для управления физическими активами // Автоматизация в промышленности. 2017. № 8. С. 22–27.
3. Антоненко И. Н., Кац Б. А. Информационная система ТОиР как средство управления документами // ЭнергоStyle. 2017. № 1 (37). С. 30–35.
4. TRIM поможет управлять эксплуатацией торговой недвижимости FORTGROUP // Трубопроводная арматура и оборудование. 2014. № 2 (71). С. 82.
5. Группа компаний «Инталекс» управляет эксплуатацией зданий с помощью TRIM // Коммунальщик. 2010. № 2.
6. Антоненко И. Н., Кац Б. А. Анализ рисков и электронный журнал дефектов // Химическая техника. 2013. № 3. С. 28–33.

В каждом проекте [4, 5] состав показателей отличается, универсальных наборов показателей нет. Можно привести следующие примеры, которыми не исчерпываются все возможные варианты расчета и анализа:

- расчет и анализ показателей надежности — MTBF, MTBR, MTTF, MTTR, коэффициент технической готовности и т.д. (рис. 4);
- оперативные и интегральные характеристики использования помещений, зданий, инженерных систем и других объектов;
- анализ причин дефектов, выявление первопричин отказов, выявление преобладающих дефектов (отказов), выявление «больного оборудования», генерирующего наибольший поток дефектов [6];
- расчет и мониторинг индекса технического состояния объекта, расчет и анализ показателей износа и остаточного ресурса объектов;
- расчет и анализ показателей затрат по видам эксплуатации, по видам объектов, по объекту, по типам оборудования и т.д.;
- анализ складских запасов, движения и использования материальных ценностей;
- расчет показателей работы сервисных организаций.

Заключение

Автоматизированная система управления технической эксплуатацией только тогда будет реально функционировать и приносить пользу организации, когда к работе в ней будут подключены подразделения и пользователи, непосредственно занимающиеся эксплуатацией и которые, таким образом, являются владельцами первичной информации. В этом случае АСУ ТЭ станет действенным инструментом сбора и обработки этой информации, а руководство, получая ее в агрегированном виде, сможет управлять процессом эксплуатации, а не импульсивно реагировать на свершившиеся события. Именно в этом случае система предоставит возможность оценивать результат управляющих воздействий, так как отклик на них будет прослеживаться, начиная с низовых звеньев. Возникающая таким образом обратная связь по управляющему воздействию позволит сделать эффективными процессы технической эксплуатации.

ЭС

20-я специализированная выставка с международным участием

ЭЭНЕРГЕТИКА.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. 2018

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



Министерство промышленности и энергетики Саратовской области



ГАУ «Агентство по повышению эффективности использования
имущественного комплекса Саратовской области»

**18 - 20
апреля**
САРАТОВ
**Театральная
площадь**

- **ПРОИЗВОДСТВО, ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**
- **ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ И КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**
- **ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. АВТОМАТИЗАЦИЯ**
- **БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ**
- **СВЕТОТЕХНИКА**

Грозозащитный трос на основе стальных проволок, плакированных алюминием

Дмитрий Гиберт, генеральный директор «Инкаб.про», заместитель ген. директора по техническим вопросам ООО «Инкаб»

Использование грозозащитных элементов в высоковольтных линиях электропередач существенно повышает надежность и срок их эксплуатации. Применение одного из них — грозозащитного троса, который размещают над фазными проводами, — наиболее простое и эффективное решение. Грозотрос защищает ВЛЭП от прямых ударов молний и связанных с этим электрических перенапряжений, которые выводят системы передачи электроэнергии из строя.

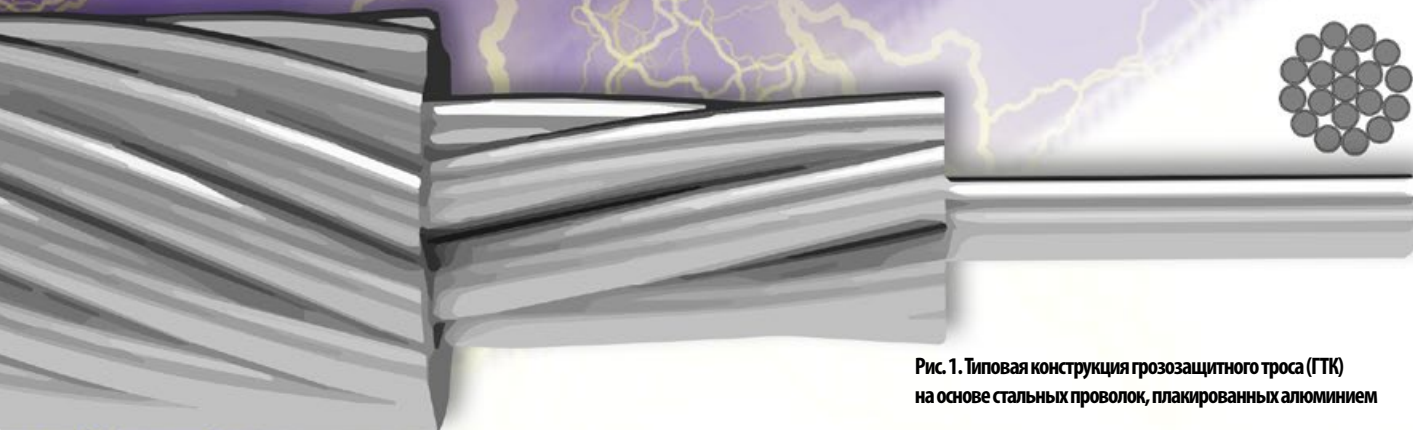


Рис. 1. Типовая конструкция грозозащитного троса (ГТК) на основе стальных проволок, плакированных алюминием

В России применяют два типа грозозащитных тросов. Их отличает способ защиты стальных проволок от коррозии: оцинкование или плакирование алюминием. В мировой практике широкое применение имеют грозозащитные тросы на основе плакирования алюминием: такой тип тросов применяется в энергосистемах США и Европы, а грозозащитный трос с встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) производят только с использованием стальных проволок, плакированных алюминием. Общепринятое название такого типа троса — грозозащитный трос коррозионностойкий (ГТК).

Конструкция

Грозозащитный трос представляет собой скрученные между собой стальные проволоки. Сталь обладает отличными механическими характеристиками, которые обеспечивают требуемую стойкость к растягивающим усилиям, возникающим в пролетах линии. Однако для долговременной эксплуатации сталь необходимо защитить от коррозии.

Под коррозией понимают происходящее на поверхности электрохимическое или химическое разрушение стали. При коррозии металл окисляется с образованием ионов металла, которые при дальнейших превращениях дают различные продукты коррозии. Одним из способов защиты стали от коррозии является покрытие стали цинком. Он распространен ввиду относительной простоты технологий. Цинк можно нанести «горячим» способом — путем окунания в расплавленный цинк. Недостатком такого метода является повышенный расход цинка. Более совершенным и распространенным способом считается электролитический. К преимуществам такого способа относится высокая производительность. А недостатком являются низкие адгезионные свойства, что в итоге приводит к низкой коррозионной стойкости.

Другой способ — покрытие стали слоем алюминия (плакирование). Такой метод нанесения исключает вероятность отслоения или осыпания алюминия, что существенно увеличивает надежность ГТК. Алюминий за-

щищает покрытую сталь от коррозии в течение всего срока службы, так как сам обладает высокой коррозионной стойкостью: на воздухе на его поверхности мгновенно образуется оксидная пленка толщиной в сотые доли микрометра.

Рассмотрим типовую конструкцию грозозащитного троса ГТК на основе стальных проволок, плакированных алюминием (рис. 1). ГТК содержит центральный силовой элемент из стальной проволоки, плакированной алюминием. Вокруг центрального силового элемента скручен один или несколько повивов, состоящих из стальной проволоки, плакированной алюминием.

Типичная возможная маркировка: ГТК20-0/90-12,1мм-53кА²с-111кН, где:

- ГТК20 — грозозащитный трос сделан из стальной проволоки, плакированной алюминием марки 205А (20% в сечении проволоки занимает алюминий);
- 0 — площадь сечения проволок из алюминиевого сплава. В данном примере проволоки из алюминиевого сплава отсутствуют, однако могут быть добавлены при наличии требований по обеспечению повышенной термической стойкости;
- 90 — площадь сечения стальных проволок, плакированных алюминием;
- 12,1 мм — номинальный наружный диаметр ГТК;
- 53 кА²с — термическая стойкость к токам короткого замыкания;
- 111 кН — механическая прочность на разрыв.

Номенклатурный ряд

Типичный для России номенклатурный ряд ГТК включает в себя диаметры: 9,1 мм, 11,1 мм, 12,1 мм, 13,2 мм. В отдельных случаях на подходах к подстанциям термическое воздействие токов короткого замыкания может достигать 400–500 кА²с, что делает невозможным применение стандартного номенклатурного ряда и конструкций на основе оцинковки.

Также наиболее острым и актуальным вопросом является применение конструкций ГТК, соответствующих заданным длинам пролетов и климатическим условиям. Недопустимой видится ситуация, когда для сложных больших переходов или для районов с большим гололедообразованием проектом предусматриваются типичные и унифицированные грозотросы, как правило, диаметром 9,1 мм или 11,1 мм. Все это приводит к снижению отказоустойчивости системы, увеличению числа аварийных ситуаций и, в конечном счете, значительно большим экономическим потерям, чем полученная экономия на унификации и применении более дешевых продуктов на этапе строительства.

Преимущество грозотросов, плакированных алюминием — возможность изготовления любых конструкций под заданные проектом технические требования. Это особенно важно в современных условиях по следующим причинам:

- 1) рост требований к обеспечению надежности и отказоустойчивости энергетических систем;
- 2) возрастание передаваемой мощности на линиях электропередач;
- 3) возрастание требований к термической стойкости грозотросов.

Например, в габаритах с диаметром 13 мм возможно изготовление ГТК как с термической стойкостью до 90 кА²с (за счет применения проволок из алюминиевого сплава), так и с механической прочностью до 130 кН (только стальные проволоки, плакированные алюминием) — в зависимости от условий конкретного проекта. Соответственно диаметр троса может быть в любых пределах от 8 до 20 мм и выше (на сложных переходах).

Характеристики грозозащитных тросов

Масса на 1 км троса является достаточно важной характеристикой. Чем меньше вес, тем меньше среднее эксплуатационные нагрузки на опоры, что продлевает срок их службы. В таблице 1 представлено сравнение массы на 1 км грозозащитных тросов на основе оцинковки и плакирования алюминием.

К механическим характеристикам обычно относят:

- механическая прочность на разрыв;
- максимально допустимая растягивающая нагрузка;
- модули упругости (начальный, конечный, после вытяжки).

Таблица 1. Масса 1 км грозозащитного троса

Диаметр, мм	9,1	11,1	13,1
Оцинковка, кг	490	695	974
Плакирование алюминием, кг	328	469	574

Таблица 2. Механическая прочность на разрыв, кН

Диаметр, мм	9,1	11,1	13,1
Оцинковка, кг	104	147	208
Плакирование алюминием, кг	64	91	111

Таблица 3. Модуль упругости, кН/мм²

Диаметр, мм	9,1	11,1	13,1
Оцинковка, кг	174		
Плакирование алюминием, кг	156		

Здесь, на первый взгляд, очевидное преимущество оцинкованных грозозащитных тросов (таблицы 2 и 3).

Стоит отметить, что механическая прочность на разрыв для оцинкованных грозотросов представлена из расчета суммы разрывного усилия отдельных проволок, что несколько завышает фактические показатели стойкости самого троса. В то время как значения механической прочности грозотроса, плакированного алюминием, приведены к тросу в целом.

Рассмотрим фактически возникающие нагрузки и стрелы провеса при эксплуатации обоих типов грозотросов (таблица 4). Детальный анализ таблицы показывает неоспоримое преимущество грозотросов на основе плакирования алюминием в процессе эксплуатации:

- стрелы провеса в среднеэксплуатационном режиме у ГТК существенно ниже. Это обеспечивает увеличение габаритов до проводов, значительно снижая вероятность схлестывания в режимах пляски и вибрации;
- максимальная нагрузка в гололед с ветром (согласно ПУЭ-7) у ГТК ниже по причине меньшего веса самого троса. Таким образом, сохраняется необходимый запас до разрывной прочности. Этот запас для ГТК не менее чем двукратный и достаточный, чтобы обеспечить полную надежность в течение всего срока службы. Очевидно, что запас прочности у оцинкованного грозотроса избыточный. При этом переход оцинкованного грозотроса на меньший номенклатурный ряд для того, чтобы максимально использовать механический потенциал по прочности, приведет к ухудшению характеристик по стрелам провеса и значительно уменьшит термическую стойкость;
- стрелы провеса в максимальном климатическом режиме оказываются практически идентичными, так как меньший модуль упругости ГТК компенсируется меньшими возникающими нагрузками при воздействии гололеда с ветром.

Электрические характеристики:

- сопротивление постоянному току;
- термическая стойкость к токам короткого замыкания.

Очевидно, что применение плакированного алюминия значительно снижает сопротивление постоянному току перед оцинкованной сталью (см. таблицу 5).

Таблица 4. Основные параметры в III климатической зоне по ветру (650 Па) и гололеду (20 мм)

Марка троса	Длина пролета, м	Начальная стрела провеса, м	Начальная стрела в % от пролета	Начальная нагрузка, Н	Максимальная нагрузка, Н	Максимальная стрела провеса ветер+гололед
При равной начальной (монтажной нагрузке)						
ГТК20-0/50-91 мм-18 кА ² -с-64 кН	100,00	0,37	0,37%	11 000	16 797	1,73
МЗ-9,20В-ОЖ-Н-Р	100,00	0,61	0,61%	11 000	18 149	1,73
ГТК20-0/50-91 мм-18 кА ² -с-64 кН	200,00	1,15	0,57%	14 000	24 195	4,71
МЗ-9,20В-ОЖ-Н-Р	200,00	1,90	0,95%	14 000	26 196	4,71
ГТК20-0/50-91 мм-18 кА ² -с-64 кН	300,00	2,26	0,75%	16 000	30 178	8,44
МЗ-9,20В-ОЖ-Н-Р	300,00	3,75	1,25%	16 000	32 704	8,46

Короткое замыкание, по тем или иным причинам, — довольно частое явление на высоковольтных линиях. Ток при коротком замыкании распространяется, в том числе, по грозозащитному тросу, вызывая его значительный нагрев. Поэтому, чем лучше электрическая проводимость самого грозозащитного троса, в том числе за счет наличия в сечении алюминия, тем лучше термическую стойкость он имеет.

Согласно [2] на подходах к большим городам и вблизи генерирующих центров значения термического воздействия токов КЗ составляют до 400 кА²·с, что значительно превышает стойкость традиционных оцинкованных тросов. Несоответствие термической стойкости оцинкованных тросов термическому воздействию токов КЗ на ВЛ приводит, как минимум, к нагреву стальных канатов выше допустимой для них температуры, что вызывает отслоение цинкового покрытия и, как следствие, ускоренную коррозию стальной проволоки.

Сравнение термической стойкости к токам короткого замыкания представлено в таблице 6. При этом конструкции ГТК на основе плакирования могут содержать разное количество алюминия, включая присутствие проволоки из алюминиевого сплава в повиве. Это позволяет изготавливать кабель с повышенной термической стойкостью, включая 400 кА²·с.

Согласно требованиям СТО 56947007-29.060.50.015-2008, при протекании токов короткого замыкания оцинкованные тросы не должны нагреваться свыше 350 °С, а тросы, плакированные алюминием, не более 300 °С. Однако

Таблица 5. Сопротивление постоянному току, Ом/км

Диаметр, мм	9,1	11,1
Оцинковка, Ом/км	104	147
Плакирование алюминием, Ом/км	64	91

Таблица 6. Термическая стойкость к токам короткого замыкания, кА²·с

Диаметр, мм	9,1	11,1
Оцинковка, кА ² ·с	174	
Плакирование алюминием, кА ² ·с	156	

заявленная термическая стойкость отдельных марок оцинкованных тросов, согласно расчетам, приводит к нагреву до 600 °С, что недопустимо.

Реальные сравнительные испытания на стойкость к токам короткого замыкания, проведенные в НТЦ «ФСК ЕЭС» [3], показали соответствие практических результатов теоретическим данным. Оцинкованный трос при воздействии заявленного максимального тока короткого замыкания разогрелся до 580 °С. Следствием такого нагрева стало моментальное возгорание смазки на поверхности троса. При температурах выше 450 °С цинк на поверхности стали становится рыхлым и легко спадает, что приводит к вопросу о надежности троса при дальнейшей эксплуатации. При протекании тока короткого замыкания в тросе, плакированном алюминием, его нагрев составил менее 230 °С, что меньше нормативных максимальных значений и полностью безопасно для алюминиевого слоя.

Продолжение статьи в следующем номере

Литература

- Астальюхина А. С., Пикалов Е. С. Характеристика современных методов нанесения защитных цинковых покрытий // Успехи современного естествознания. 2015. № 11–1. С. 11–14.
- Механюшин Б. И., Богданова О. И., Гилязов М. З., Матвеев Д. А. Комплексный подход к обеспечению грозоупорности ВЛ: сб. материалов III Российской конференции по молниезащите, 22–23 мая 2012 г. СПб., 2012.
- Зотов Д. Р. («Эм-Кабель») Грозозащитные тросы на ЛЭП. Сравнительные испытания образцов // Новости Электротехники. 2017. 2 (104)–3 (1050).
- “Draft IEC 1396 : Electrical mechanical and physical requirements and test method of optical ground wires” — July 1996.
- Improved Performance of OPGW Under Lightning Discharges in Brazilian Regions with a High Keraunic Level. CIGRE-2004.
- Lightning Test for OPT-GW cables Cristian Militaru, Ph. D. ALCOA.

Группа компаний «Локус» является партнером «Инкаб» и готова обеспечить поставку ГТК во все регионы России.



ГРУППА КОМПАНИЙ «ЛОКУС»

ООО «МК «Локус»

620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 4

тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09, факс 375-87-86, e-mail: locus@locus.ru

ООО «ЗСРК «Локус»

630083, г. Новосибирск, ул. Большевикская, 177, оф. 425

тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79, e-mail: Locus-nsk@locus.ru

www.locus.ru



РМЭФ

Российский Международный
Энергетический Форум

**25-27
АПРЕЛЯ
2018**

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ufi
Approved
Event



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



ПАРТНЕРЫ



ГАЗПРОМБАНК
«Газпромбанк (Акционерное общество)»

ПРИ УЧАСТИИ



РОССИЙСКИЙ
ЭКСПОРТНЫЙ ЦЕНТР
ТЭСАР
РОССЕКИМАНЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР
КОНГРЕССНОЙ ПРОГРАММЫ



RIEF.EXPOFORUM.RU

rief@expoforum.ru

+7 (812) 240 40 40, доб. 2160, 2168

ENERGETIKA-RESTEC.RU

energo@restec.ru

+7 (812) 303 88 68

EXPOFORUM



18+

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

Нестандартный взгляд на привычное

Грозозащитный трос
на основе
стальных проволок,
плакированных
алюминием

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Юлия Бобина
Модель: Людмила Миногина
(Модельное агентство «Gvendelin»)















Ветрогенерация.

Использование вероятностного прогнозирования в задаче оптимального потокораспределения

Александр Малахов, Сколковский институт науки и технологий, студент факультета Энергетических систем

Ветрогенерация становится все более важной повсеместно. Многие страны устанавливают большое количество ветроэнергетических станций из-за их высоких экологических свойств: они не используют топливо как тепловые электростанции и не перегораживают реки как гидроэлектростанции. Но отрицательная сторона такой энергии — это стохастическая природа ее источника — ветра.

Рис. 2. SWT-2.3-108

Главная идея этого исследования — создание модели энергосистемы с обычными станциями и ВЭС, с помощью которой можно определить распределение графика выработки между станциями, используя метод оптимального потокораспределения. Модель берет в расчет изменение скорости ветра в течение дня, 24-часовой график нагрузки, стоимость генерации и максимальную нагрузку линий.

Моделирование ВЭС

Модель ветроколеса

Ветер имеет стохастическую природу, а выдача мощности не зависит от скорости ветра линейно. Первый шаг — определить модель ветроколеса со скоростью ветра на входе и электрической мощностью на выходе. Модель ветроколеса состоит из двух частей: турбины и генератора. Турбина поглощает кинетическую энергию ветра и превращает ее во вращательную механическую энергию. Механическая мощность определяется выражением ниже [1]:

$$P_{mech} = \frac{1}{2} \rho S v^3 C_p(\lambda, \beta),$$

где ρ — это плотность воздуха, S — площадь ветроколеса, v — скорость ветра, C_p — коэффициент мощности, β — угол поворота лопасти и λ — быстроходность. Коэффициент мощности C_p зависит от аэродинамических характеристик ветроколеса. Кривая коэффициента мощности показана на рис. 1.

Следующее уравнение используется для моделирования C_p [2]:

$$C_p(\lambda, \beta) = 0.5 \left(\frac{116}{\lambda} - 0.4\beta - 5 \right) e^{-\frac{21}{\lambda}},$$

где

$$\lambda = \frac{\omega R}{v},$$

где ω — это скорость вращения колеса и R — радиус ротора. Наилучший КПД генератора и редуктора приблизительно равны 0.99 и 0.98 соответственно.

$$P_{el} = 0.98 \cdot 0.99 \cdot P_{mech}$$

Характеристики турбины

Для того чтобы приблизить к действительности модель турбины, ее характеристики были взяты с реальной турбины Siemens Wind Turbine SWT-2.3-108 (рис. 2) [3]. SWT — это трехлопасточная горизонтально-осевая турбина с номинальной мощностью 2.3 МВт. Диаметр лопаток составляет 108 м и площадь ветроколеса 9 144 м². Скорость вращения 6–16 оборотов в минуту. Скорость была взята постоянной — 10 об/мин (1.04 рад/с), так как модель рассчитана на работу ветроколеса с постоянной скоростью.

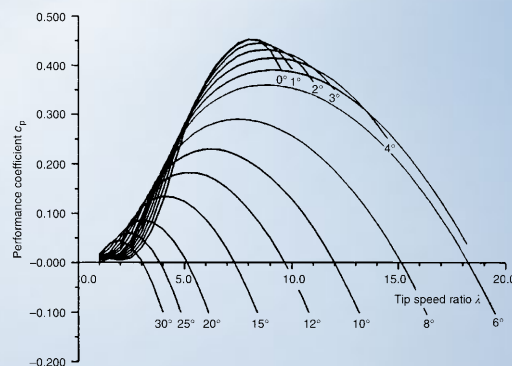


Рис. 1. Кривая коэффициента мощности

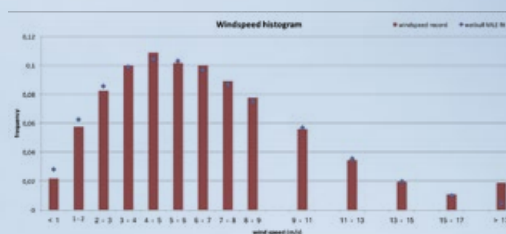


Рис. 3. Гистограмма распределения скорости ветра

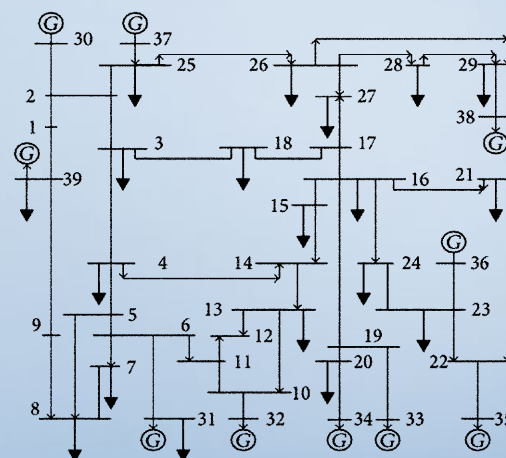


Рис. 4. Система IEEE New England 39-bus

Данные о ветре

Чтобы приблизить стохастическую природу ветра к реальной жизни, был взят существующий набор данных о ветре. Эти данные были синтезированы исходя из Европейского Ветрового Атласа (European Wind Atlas). Набор данных включает в себя почасовую запись скорости ветра на протяжении года [4]. Гистограмма распределения скорости ветра показана на рис. 3.

Энергосистема

Для построения и моделирования системы была использована компьютерная среда MATLAB и пакет симуляции MATPOWER 6.0. Система IEEE New England 39-bus была взята за основу. Соответственно, система имеет 39 шин с 10 генераторами (рис. 4). ВЭС были добавлены в узлы 5, 6, 14 и 17.

Генераторы имеют разную номинальную мощность и полиномиальную модель стоимости:

$$f(p) = c_0 + c_1 \cdot p,$$

где c_i — это коэффициенты стоимости, p — выдаваемая мощность. Все характеристики генераторов показаны в таблице 1.

Все узлы разделены на два типа потребителей: промышленный и жилой. Оба типа имеют различные 24-часовые графики нагрузки (рис. 5).

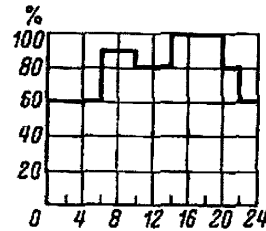
Описание процесса

Первый шаг — это загрузка системы IEEE New England 39-bus. Затем модель обчисляет задачу оптимального потокораспределения для каждого часа. Соответственно, каждый час изменяется нагрузка потребителей по графику нагрузки, выработка мощности ВЭС, согласно данным о ветре и т.д.

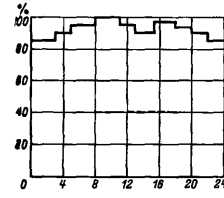
График нагрузки жилого сектора (узел 3) и промышленного (узел 24) показан на рис. 6. График нагрузки сформирован исходя из реальных данных (рис. 5).

Таблица 1. Характеристики генераторов

Узел	Мощность, МВт	c_0	c_1
30	1040	0.1923	0.2885
31	646	0.3096	0.4644
32	725	0.2759	0.4138
33	652	0.3067	0.4601
34	508	0.3937	0.5906
35	687	0.2911	0.4367
36	580	0.3448	0.5172
37	564	0.3546	0.5319
38	865	0.2312	0.3468
39	1100	0.1818	0.2727

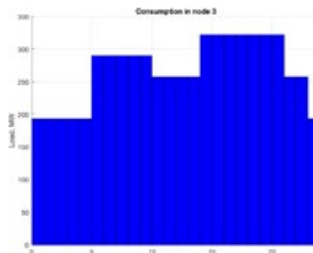


(а) Нагрузка жилого сектора

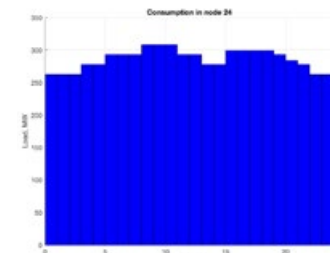


(б) Нагрузка промышленного сектора

Рис. 5. Графики нагрузки разных типов потребителей



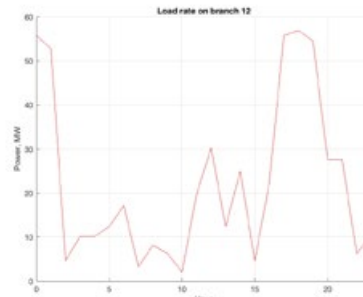
(а) Узел 3 — Жилой



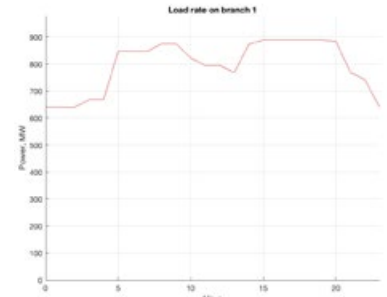
(б) Узел 24 — Промышленный

Рис. 6. График нагрузки потребителей разных типов

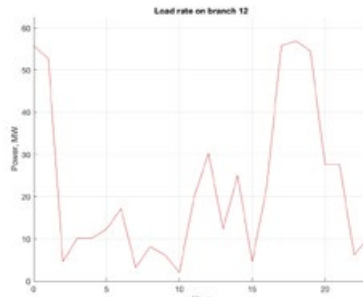
Рис. 7 показывает выдачу мощности с ТЭЦ и с ВЭС.



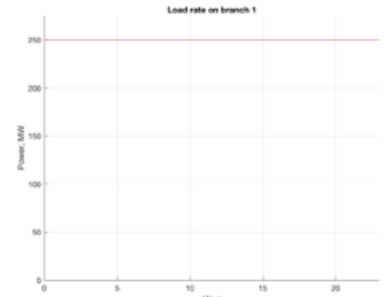
(а) Узел 5 — ВЭС (ОПР)



(б) Узел 1 — ТЭЦ (ОПР)



(с) Узел 5 — ВЭС (ПР)



(д) Узел 1 — ТЭЦ (ПР)

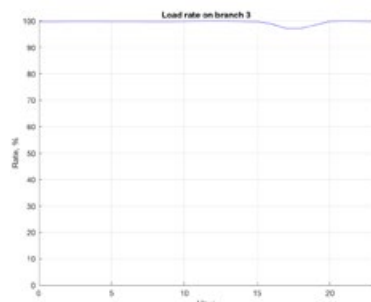
Рис. 7. Выдача мощности разных станций

На рисунке видно, что мощность выдачи ВЭС не изменяется при задачах ОПР и ПР, потому что стоимость генерации наименьшая (нет затрат на топливо). Также рисунки 7б и 7д показывают главное различие между ОПР и ПР: ОПР изменяет выдачу мощности в predetermined рамках для достижения наиболее экономически и технически выгодного режима.

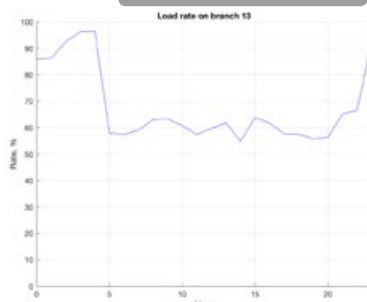
В модели все линии имеют пропускную способность трех типов: длительно допустимую, кратковременную и аварийную. Оптимальная нагрузка в нормальном режиме должна быть равна или ниже длительно допустимой:

$$\gamma = \frac{P_{load}}{P_{lim}},$$

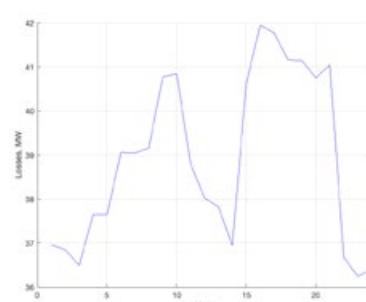
где γ — это загруженность линии, P_{load} — поток через линию и P_{lim} — длительно допустимый поток через линию.



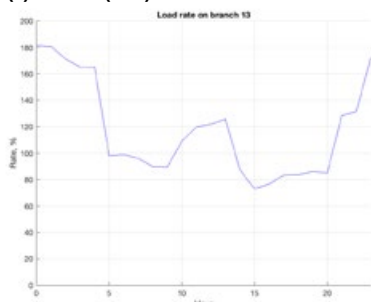
(a) Линия 3 (ОПР)



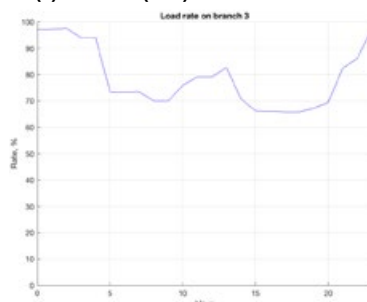
(b) Линия 13 (ОПР)



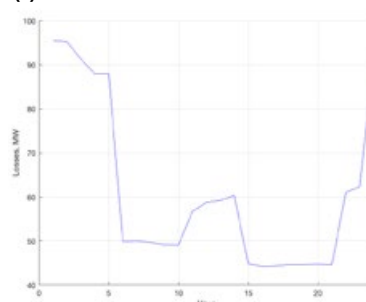
(a) ОПР



(c) Линия 3 (ПР)



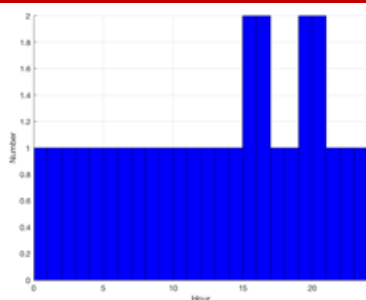
(d) Линия 13 (ПР)



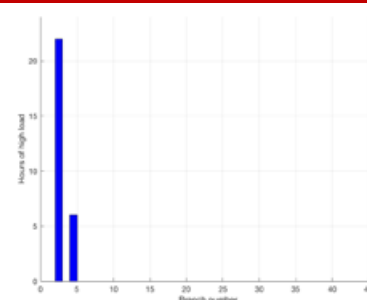
(b) ПР

Рис. 8. Загруженность линий в течение дня

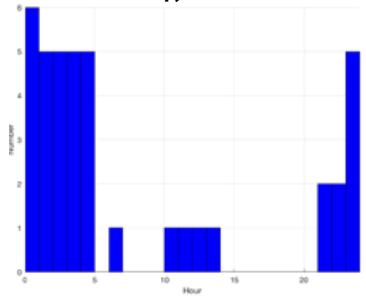
Рис. 10. Потери в течение дня



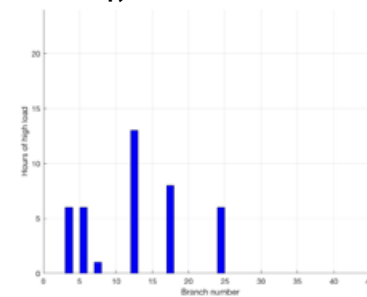
(a) Количество нагруженных



(b) Нагруженные часы

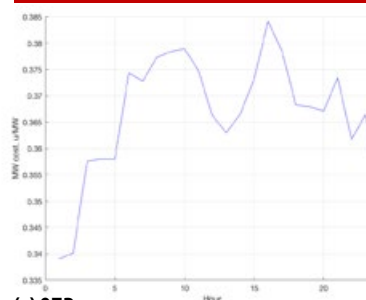


(c) Количество нагруженных

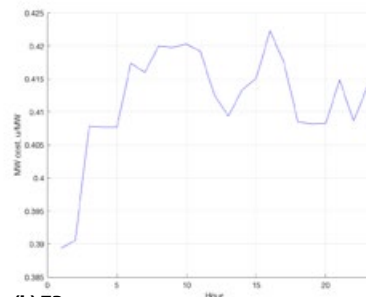


(d) Нагруженные часы

Рис. 9. Нагруженные линии



(a) ОПР



(b) ПР

Рис. 11. Стоимость в течение дня

В ОПР нет перегруженных линий (>100%), но есть несколько полностью загруженных (>98%). Рис. 9 показывает количество полностью нагруженных линий на каждый час.

Потери в линиях изменяются в течение дня из-за изменения потока-распределения. Это хорошо видно на рис. 10.

Рассмотрим стоимость генерации за мегаватт. Рассчитывается по формуле:

$$C_t = \frac{\sum_{g=1}^k c_{0g} + c_{1g} P_g(t)}{\sum_{g=1}^k P_g(t)},$$

где C_t — стоимость t -того часа, k — количество генераторов, c_{0g} и c_{1g} — ценовые коэффициенты k -того генератора, $P_g(t)$ — мощность выработки на t -тый час.

Рис. 11 показывает изменение стоимости в течение дня.

Закключение

В итоге реализованная модель может использовать различные системы, например, IEEE 10-bus, 39-bus либо любую собственную. Модель имеет изменяющиеся параметры в течение дня: нагрузка потребителя, скорость ветра и генерация ВЭС. Также стоимость генерации коррелирует с установленной мощностью станции. На выходе модель выдает решение проблемы ОПР или ПР с различной инфографикой о работе системы: стоимость МВт, потери в сети, генерация, загруженность линий и перегруженность линий. **ЭС**

Источники

1. A. V. Brito, "Dynamic Modeling," no. January, pp. 189–207, 2010.
2. S. Heier, Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems, 2006, vol. 21. [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=eJG7QgAACAAJ&pgis=1>
3. Siemens Wind Power, "Siemens Wind Turbine SWT-2.3-108," Siemens, pp. 1–8, 2011. [Online]. Available: http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/windturbines/SiemensWindTurbineSWT-2.3-108_EN.pdf
4. GWEFR, "Synthetic hourly-mean wind speed datasets for sites in the European Wind Atlas." [Online]. Available: <http://www.gwefr.co.uk/datasets.htm>

**IV РОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
“ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ,
ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ – 2018”**



SEYMARTEC ENERGY 2018

**31 МАЯ 2018 Г., ЧЕЛЯБИНСК,
ОТЕЛЬ «RADISSON BLU»**

**В рамках конференции состоится КРУГЛЫЙ СТОЛ –
«КОММУНИКАЦИЯ МЕЖДУ ПОСТАВЩИКОМ И
ЗАКАЗЧИКОМ: ОКНО НА КРУПНОЕ
ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»**



ОРГАНИЗАТОР

ООО «СЕЙМАРТЕК» (SEYMARTEC)

ЗА БОЛЕЕ ПОДРОБНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ
ОБРАЩАТЬСЯ ПО КОНТАКТАМ:



Т. +7 499 638 2329
Т. +7 351 200 3735.



[HTTP://SEYMARTEC.RU](http://seymartec.ru)



[INFO@SEYMARTEC.RU](mailto:info@seymartec.ru)

МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ

Выставки

Апрель/Май/Июнь

Волгоград/03.04–05.04
«Энерго-Volga-2018»
21-я межрегиональная выставка-форум

Китай, Пекин/04.04–06.04
«Energy Saving Emission Reduction Exhibition-2018»
12-я Международная выставка

Южная Корея, Тэгу/04.04–06.04
«Green Energy Expo-2018»
Международная выставка и конференция

Турция, Стамбул/05.04–07.04
«Solarex Istanbul-2018»
Международная выставка

Великобритания, Бирмингем/10.04–12.04
«European Offshore Energy-2018»
Европейская выставка

Индия, Нью-Дели/10.04–12.04
«International Energy Forum-2018»
16-й Международный энергетический форум

Германия, Берлин/11.04–12.04
«Energy Harvesting and Storage Europe-2018»
8-я Международная специализированная выставка

Португалия, Лиссабон/11.04–13.04
«Green Business Week-2018»:
«Smart Cities Live»
«Energy Live Expo»
Выставки

Москва/12.04–13.04
«ТЭК России в XXI веке-2018»
Московский международный энергетический форум

Москва/16.04–19.04
«ЭЛЕКТРО-2018»
27-я Международная выставка

США, Денвер/16.04–19.04
«Power & Energy Society (PES) Transmission and Distribution Conference and Exposition-2018»
Конференция и выставка

Турция, Измир/19.04–21.04
«Expo Geothermal 2018»
5-я Международная выставка

Германия, Ганновер/23.04–27.04
«Hannover Messe-2018»
Ганноверская промышленная ярмарка

Китай, Шэньян/24.04–26.04
«Northeast China Electric Power Expo-2018»
21-я Международная выставка

«Northeast China Power Transmission Expo-2018»
21-я Международная выставка

Турция, Стамбул/25.04–26.04
«International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair-2018»
6-я Международная конференция и выставка

Мозамбик, Мапуту/25.04–26.04
«Mozambique Mining & Energy Conference (MMEC)-2018»
Международная выставка и конференция

Санкт-Петербург/25.04–27.04
«Энергетика и Электротехника-2018»
25-я Международная специализированная выставка

Казахстан, Астана/26.04–27.04
«Power Astana-2018»
7-я Казахская международная выставка

Великобритания, Глазго/02.05–03.05
«All-Energy Exhibition & Conference-2018»
Международная выставка и конференция

Турция, Стамбул/02.05–04.05
«ICCI-2018»
24-я Международная конференция и выставка

Индонезия, Джакарта/03.05–05.05
«Solartech Indonesia-2018»
5-я Международная выставка и конференция

«Power-Gen-2018»
3-я Международная выставка

Китай, Шанхай/03.05–05.05
«China G-Power-2018»
17-я Международная выставка

«D-Energy-2018»
7-я Шанхайская международная выставка и форум

«China EPower-2018»
18-я Международная выставка

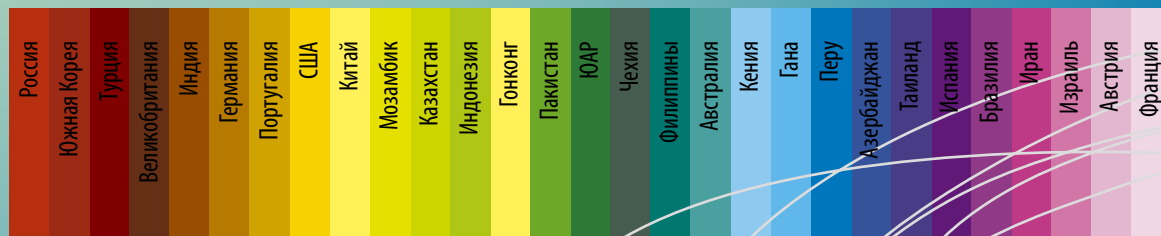
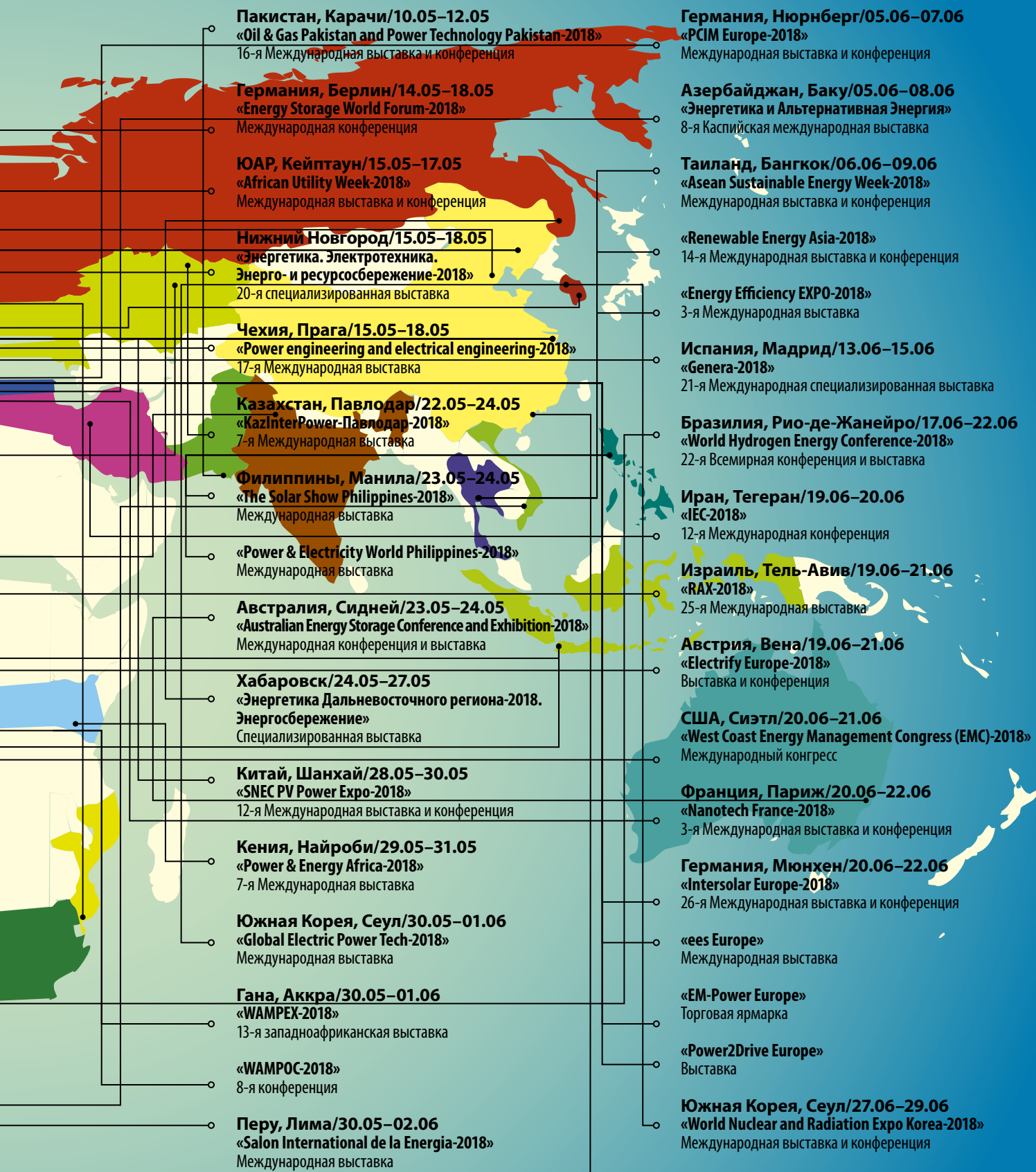
«P-Power-2018»
Китайская международная выставка и конференция

«China W-Power-2018»
Международная выставка и конференция

Вьетнам, Хошимин/03.05–05.05
«LedTec Asia-2018»
Международная выставка

США, Чикаго/07.05–10.05
«AWEA Windpower-2018»
Ежегодная конференция и выставка

Гонконг, Гонконг/09.05–11.05
«Asian Elenex»
18-я Международная выставка



Микроскопический свет

Мария Орлова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Тюменского государственного университета

Светящиеся организмы можно встретить практически во всех царствах живой природы (кроме, разве что, растений). Самыми мелкими и притом наиболее распространенными представителями биолюминесцентных организмов являются бактерии. Они вездесущи, обитают на суше, в соленой и пресной воде, заселяя практически весь земной шар. Тем не менее, именно по причине малого размера бактерии долгое время оставались «за кадром» научных исследований и вышли на передний план лишь в конце XIX века, когда в арсенале ученых появились надежные бактериологические техники и методы выделения чистых культур. Одними из первых светящихся бактерий, которых удалось изолировать и вырастить на искусственной питательной среде с сохранением способности к свечению, были штаммы *Photobacterium phosphoreum*, однако культивировать большинство люминесцирующих бактерий до сих пор не удается.

Заговор микробов

Несмотря на многочисленные научные экспедиции по южным морям и экзотическим странам, целью которых было обнаружение и описание неизвестных ранее видов биолюминесцентных бактерий, бывали случаи, когда человек открывал новые виды совершенно случайно, сталкиваясь с ними в повседневной жизни — например, на кухне в процессе приготовления рыбы и морепродуктов.

Накопленные на сегодняшний день данные о таксономии* бактерий свидетельствуют о том, что все люминесцирующие бактерии относятся к классу *Gammaproteobacteria*, который входит в отдел *Proteobacteria* дотмена *Bacteria*. Известно четыре рода водных светящихся микроорганизмов (*Photobacterium*, *Vibrio*, *Aliivibrio* и *Shewanella*), а также один наземный (*Photorhabdus*). Многие люминесцентные бактерии, ответственные за свечение моря, живут «сами по себе», совершая свободные хаотичные блуждания в морской воде. Они, как правило, обитают в толще прибрежных вод, где их содержание может варьировать от 103 до 106 клеток на 1 л, составляя до 50% всех обнаруживаемых микроорганизмов. При этом количественный и качественный состав бактериальной популяции зависит от местоположения, глубины, температуры воды, времени года и других факторов.

Любопытно то, что свободноживущие микроорганизмы обычно пребывают в нелюминесцирующем состоянии. Для того чтобы запустился процесс свечения, бактериям необходимо «договориться» об этом. Да-да, некоторые бактерии способны «принимать решения» подобно сложному многоклеточному организму! Чувство кворума (*quorum sensing*) — это способность некоторых бактерий (в том числе и люминесцирующих) общаться и координировать действия, выделяя особые молекулярные сигналы, что напоминает коммуникацию клеток многоклеточного организма. Для этого микроорганизмы выделяют в среду молекулы специального химического сигнала — аутоиндуктора, при высокой концентрации которого они все вместе «загораются», как лампочки. Такую слаженную работу отдельных

бактериальных организмов называют «чувством кворума». Нередко свечение толщи воды может происходить за счет ассоциации светящихся бактерий с микроводорослями *Phaeocystis*. При этом люминесцентные бактерии формируют небольшие колонии внутри скоплений водорослей, накапливают аутоиндуктор — и начинают светиться.

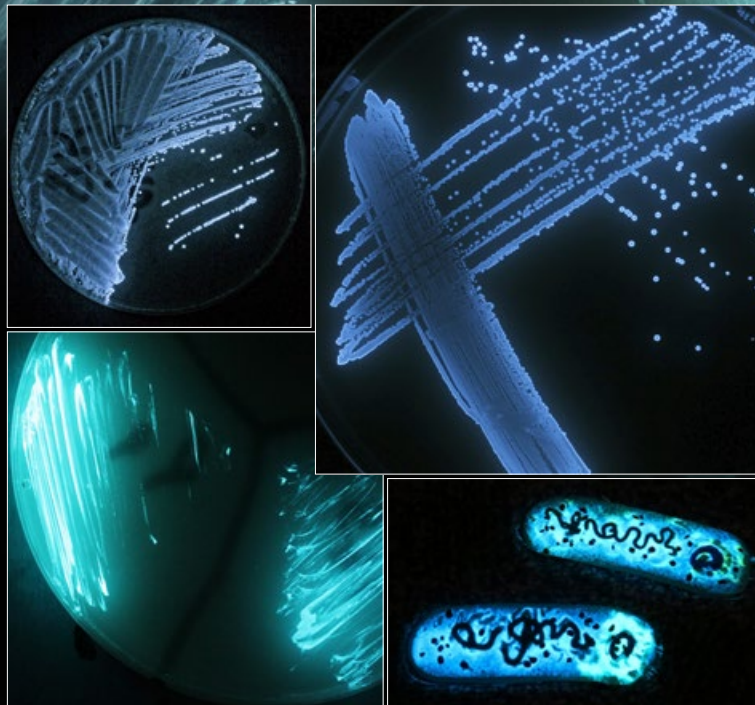
Одной из первых светящихся бактерий, на которой начали изучать чувство кворума, стала *Vibrio fischeri*. Представители этого вида могут встречаться в свободноживущей нелюминесцирующей форме, однако после попадания в специализированные световые органы рыб или кальмаров быстро увеличивают свою популяцию и, как по сигналу, начинают усиленно нарабатывать необходимую для свечения люциферазу. Часто светящиеся микроорганизмы заселяют покровы и пищеварительный тракт морских позвоночных и беспозвоночных. Однако такое «сожительство» нельзя назвать симбиозом, так как при достижении критической численности популяции они вызывают болезнь и даже гибель организма-хозяина. Поэтому некоторых представителей родов *Photobacterium* и *Vibrio* относят к условным патогенам (то есть потенциально вредоносным организмам) рыб, ракообразных и головоногих моллюсков. То же самое можно сказать о тех видах бактерий, которые каким-либо путем попадают внутрь теплокровных животных, включая человека.

* Таксономия (от греч. *taxis* — расположение, строй, порядок и *nomos* — закон) — теория и практика классификации. Как научная процедура таксономия занимала особенно видное место в биологии (например, иерархические формальные классификационные системы, подобно системе Линнея).

При покупке рыбы к ужину вы можете случайно приобрести светящийся экземпляр. Но не стоит пугаться раньше времени: ее свечение обусловлено не зашкаливающим радиационным фоном или аномально большим количеством токсичного фосфора, как часто считают простые обыватели, а всего лишь содержанием светящихся бактерий. Рыба могла проглотить их в процессе питания либо «подцепить», проплывая около светящейся колонии. Такая рыба безопасна и может быть с удовольствием съедена после термической обработки или засолки. То же самое касается некоторых морепродуктов, внутри которых иногда встречаются светящиеся бактерии видов *Photobacterium phosphoreum* и *Vibrio logei*. Размножение этих бактерий внутри представителей морской фауны может привести к накоплению в мясе биогенных аминов. Для того чтобы избежать отравления, не стоит употреблять их в сыром виде!

Выгодная кооперация

Особый интерес научного сообщества вызывают виды светящихся бактерий, которые встречаются в специальных световых органах рыб и кальмаров. Симбиоз биолюминесцентных бактерий и многоклеточных животных — одно из самых удивительных изобретений эволюции! Вот уже несколько десятилетий биологи ломают головы, пытаясь разгадать таинственные механизмы коэволюции видов. К бактериям-симбионтам относят виды *P. phosphoreum* и *V. logei*, проживающие совместно с глубоководными рыбами и кальмарами в холодных водах, и *P. leiognathi* и *V. fischeri*, обнаруженные у обитателей поверхностных вод и теплых тропических морей. Световые органы морских рыб и головоногих моллюсков называются фотофорами. Имея общее происхождение и схожий состав тканей, они могут сильно различаться по своему строению, размерам и расположению. Фотофор представляет собой полый орган, внутренняя поверхность которого состоит из крипт — щелей или каналов, аналогичных углублениям слизистой оболочки кишечника. Поверхность крипт выстлана одним слоем особых клеток — эпителием, способным к секреции особого вещества, которое вместе с отмершими клетками попадает в просвет между криптами и в полость органа, где их съедают светящиеся бактерии. Фотофоры оснащены специальным выводным протоком, который сообщается с внешней средой непосредственно или через кишечный тракт и позволяет избавляться от отходов жизнедеятельности клеток и избыточной биомассы. Более того, существует целая сеть кровеносных сосудов, связанных со светящимся органом. Рыба способна рефлекторно контролировать их тонус, тем самым повышая или понижая концентрацию поступающего кислорода, который необходим для биолюминесценции.

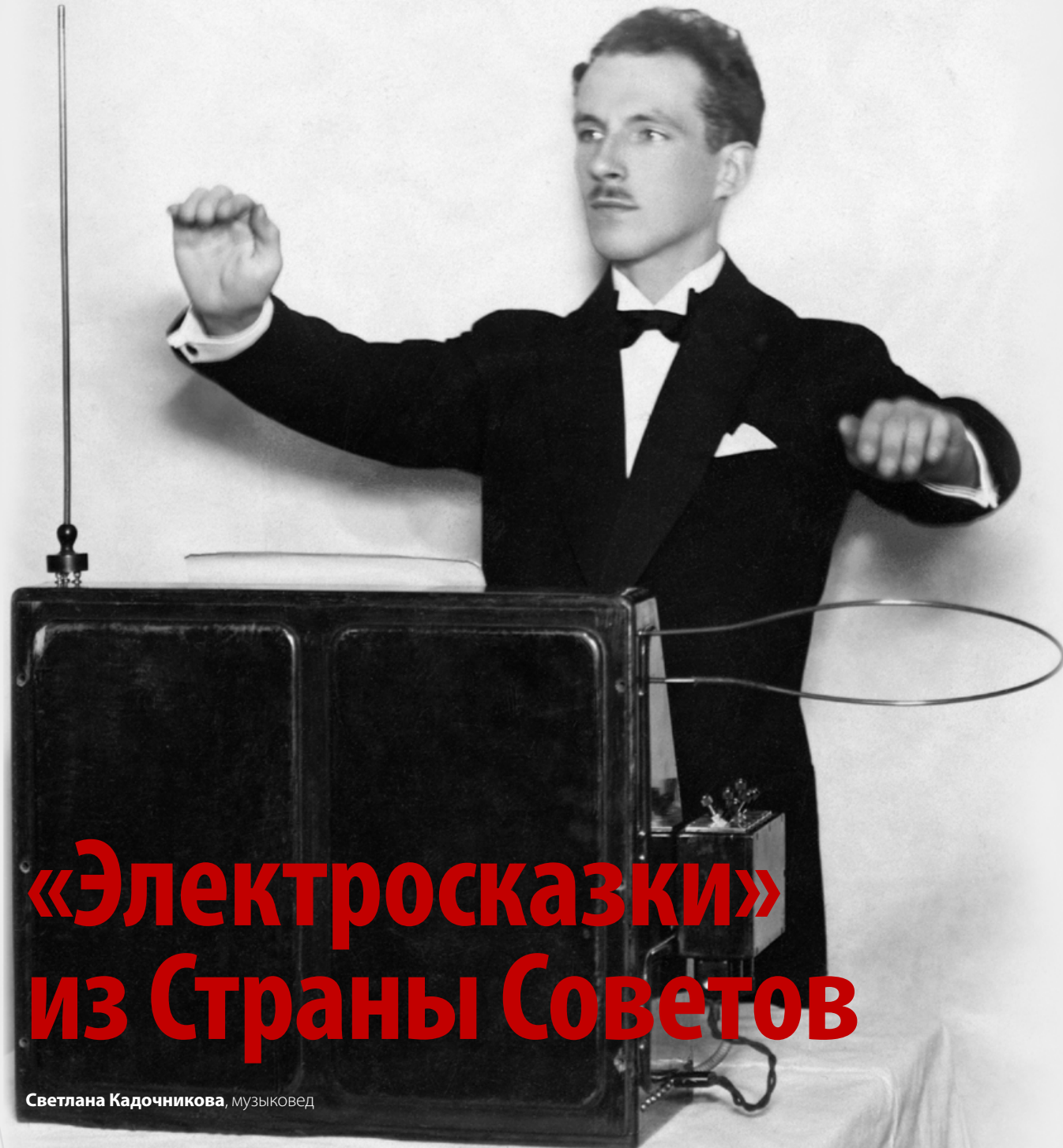


Кому нужен свет?

В большинстве случаев целесообразность люминесценции ясна: она необходима для привлечения добычи (как это делает глубоководный удильщик) или отпугивания врага (в случае «плюющихся» световым облаком рыбы-кардинала, креветок и кальмаров). Но какая польза самим бактериям от генерации света? Может, дело в привлечении внимания более крупных организмов с целью паразитирования или взаимовыгодного проживания с ними? Скорее всего, это лишь вторичная причина. Ученые предполагают, что биолюминесценция у бактерий могла возникнуть как защитный механизм от окислительного стресса — в виде альтернативной дыхательной системы. Именно так светящиеся бактерии могли пережить «кислородную катастрофу» на ранних этапах формирования биосферы Земли. Возможно, что свечение — всего лишь способ расщепления вредного для клеток пероксида водорода, в результате чего энергия химической реакции не рассеивается в виде тепла, неблагоприятного для нормального функционирования бактерий. Накопленные к настоящему моменту данные о систематике бактерий, особенностях их строения и образа жизни свидетельствуют о родстве всех светящихся микроорганизмов. Это также объясняет наличие универсальной системы генерации свечения, единой для всех бактерий (но не для всех светящихся организмов!).

Что же касается практической пользы бактериальной люминесценции для человека, то здесь имеются интересные наработки в отношении светящихся бактерий рода *Photobacterium*. Эти микроорганизмы живут в море, и ночью можно наблюдать, как морская вода блестит белым или голубоватым светом благодаря их деятельности. По изменению интенсивности свечения можно судить о том, как на бактерий влияет окружающая среда, вот почему эти люминесцирующие организмы уже несколько десятилетий используют для оценки токсичности во время химического загрязнения.

Итак, биолюминесценция всегда восторгала и волновала людей. На сегодняшний день известно многое о том, какие физические и химические процессы стоят за этим уникальным явлением природы. Однако многое еще не изучено и вызывает вопросы, оставляя место новым невероятным открытиям. В наши дни несущие свет бактерии вдохновляют множество людей на создание удивительных творений, и кто знает, что еще в будущем подарит нам этот чарующий живой свет...



«Электросказки» из Страны Советов

Светлана Кадочникова, музыковед

История электронной музыки — это история инструментов и их создателей. Иногда установить, кому же принадлежит пальма первенства того или иного изобретения, можно лишь с долей условности. Начнем с такого несколько провокационного утверждения: Россия — родина не только радио, но и первого электронного инструмента и электронной музыки.

Если вы, уважаемый читатель, этого не знали, значит, вам, скорее всего, незнакомо имя Льва Термена и вы не смотрели документальный фильм «Электро Москва». Снятый творческим и семейным дуэтом — Еленой Тихоновой и Домиником Шпритцендорфером, он успешно путешествовал по европейским кинофестивалям после выхода в российский кинопрокат в конце 2013 года. Основная линия фильма — история советской электронной музыки и аналоговых синтезаторов. Они изобретались в секретных научных лабораториях КГБ и собирались на военных заводах из отходов военного производства. И Екатеринбург, тогда еще Свердловск, на излете советской империи имел к этому производству самое непосредственное отношение. Но начиналась эта история вовсе не в 1970-е, а в далекие 1920-е годы.

Идеи создания нового искусства будущего с участием электричества уже вовсю витали в воздухе, фонтанируя уникальными творческими проектами. Изобретатели патентовали фантастические звуковые и шумовые машины, опережавшие время на десятилетия. Лаборатории графического звука, своего рода прообразы современных центров компьютерной музыки, синтезировали искусственные звуковые дорожки к кинофильмам. Но вот удалось ли СССР удержать приоритет в изобретении электронной музыки?

Пионеры электронного звука

Электронная музыка — удивительный синтез культурных традиций и антитрадиций, авангардного сознания и технического прогресса. В 1920-е годы среди деятелей искусства царил мятежный дух «искусства будущего»: экспериментировали с акустическими шумами, использованием метода фотооптической записи звука, возможностями магнитной ленты и многим другим. Деятеля Пролеткульта, теоретика музыки, акустика и композитора Арсения Аврамова (псевдоним Реварсавр) смело можно отнести к «праотцам» советской электронной музыки. Фактически в 1916 году, еще до изобретения первого электронного музыкального инструмента, он сформулировал все основные принципы синтеза звука. Именно Аврамов в 1930 году синтезировал первую искусственную звуковую дорожку в технике графического звука, опережавшей мировую музыкальную технологию на десятилетия. Он был одним из пионеров того, что позднее назовут конкретной музыкой (*musique concrete*) и нойзом. В 1918 году Аврамов прославился «Симфонией гудков», в которой весь город становился музыкальным инструментом: заводы и фабрики превращались в части оркестра, пулеметы заменяли малые барабаны, а крупная артиллерия — большие. Дневное исполнение симфонии окончилось неудачей, а просьбу Реварсавра повторить ее ночью власти восприняли с ужасом. А еще он всерьез предлагал Сталину с помощью синтезаторов создать новый гимн СССР. Петь его должен был... синтезированный голос Маяковского! Неудивительно, что Аврамов активно приветствовал изобретение Льва Термена — первый электронный музыкальный инструмент: «это мина под старый музыкальный мир». Выпускник консерватории по классу виолончели, Термен был необыкновенно талантливым физиком и радиотехником. В 1921 году он впервые представил свое изобретение — терменвокс — на VIII Всероссийском электротехническом съезде. Принцип работы терменвокса основан на том, что звук — такие же колебания воздуха, какие создает электромагнитное поле. Прибор содержал два генератора электрических колебаний, усилители и громкоговоритель. «Выглядывающие» наружу антеннообразный стержень и дуга выполняли роль колебательной системы устройства. Движениями рук Термен менял емкость конденсаторов, управляя таким образом громкостью и высотой звука, — от мистического гудения до истошного электрического визга. Терменвокс так понравился Ленину, что изобретатель получил «благословение» вождя на гастрольную деятельность: уникальный инструмент наглядно демонстрировал чудеса, которые творит электричество, и должен был стать прекрасной пропагандой передового плана электрификации.



Терменвокс. Лев Термен

Человек, который мог все

В 1927 году европейская публика и газеты взахлеб восторгались концертами «радио-музыки» с участием неслыханного ранее инструмента — терменвокса. Возле небольшой конторки с антеннами стоял человек, делая «магические пассы» руками и извлекая музыку прямо из воздуха. Никаких струн и клавиш. И звук терменвокса, ни на что не похожий — «небесная музыка», «голоса ангелов». Приглашения следовали наперебой — Берлин, Лондон, Париж. Знаменитый театр «Гранд-Опера» впервые в своей истории отменил вечерний спектакль ради какого-то неизвестного русского. Места на галерке были распроданы на месяц вперед, а администрация была вынуждена вызывать дополнительные наряды полиции. Одна берлинская газета написала: «За три месяца гастролей... Лев Термен совершил "мировую революцию" в музыке!» В 1928 году Термен добрался с гастролями до Нью-Йорка и осел там на 10 лет. С разрешения советских властей он продал лицензию на изготовление терменвоксов «Дженерал электрик» и Radio Corporation of America. К середине 1930-х годов Термен был мировой знаменитостью и членом клуба миллионеров. Среди его знакомых Чарли Чаплин, Джон Д. Рокфеллер, будущий президент США Дуайт Д. Эйзенхауэр, он часто музицировал с Альбертом Эйнштейном. Термен совершенствовал инструмент всю свою жизнь. Так появились электровиолончель с грифом и рычагом, «ритмикон» — прототип ритм-машины и «терпситон» (по имени богини танца Терпсихоры). По сути тот же терменвокс, но звук создавался не руками, а движениями всего тела, музыка рождалась из танца. Концерты Термена превращались в настоящие мультимедийные шоу. Каждому звуку соответствовала лампа определенного цвета, а любое движение отзывалось звуками и разноцветным мерцанием. Он экспериментировал с осязательными воздействиями (через специально оборудованные подлокотники кресел), с запахами и оптическими спецэффектами. Огромные прозрачные колеса с геометрическими рисунками вращались перед стробоскопической лампой. С изменением высоты звука менялась частота вспышек стробоскопа и рисунки. Ну а фантастика начиналась, когда поднимались и опускались стены студии: не по-настоящему, конечно, а с помощью игры света. Один из последних смелых экспериментов Термена — попытка управлять музыкальной системой посредством взгляда (с помощью фотоэлементов, следящих за зрачком). Вспоминаются слова Роберта Муга, изобретателя знаменитого западного синтезатора, с увлечения терменвоксом начинавшего свою карьеру: «Это гений, который способен на все!» Не удалось ему лишь одно — стать национальной гордостью России...

Это интересно

Человек поистине фантастической судьбы, Термен пережил две мировые войны, возникновение и распад советской империи, сталинские лагеря, не дожив до своего столетия лишь 3 года. Терменвокс — самое известное изобретение Термена, но далеко не единственное. По тому же принципу работает созданная им сигнализация с датчиками движения. Ее сразу установили в Гохране, куда свозили «реквизированные» ценности, затем в Эрмитаже и Госбанке. Охранные системы Термена применяли в знаменитых тюрьмах Альтаграс, Синг-Синг и в хранилище американского золотого запаса — Форт-Ноксе. Ультразвуковые «датчики объема» Термена — основа современной сигнализации для машин. Еще в 1920-х годах Термен разработал систему «Электрического дальновидения», а попросту «телевидения». Разработки засекретили, а титул первооткрывателя в этой области достался эмигрировавшему из России инженеру Владимиру Зворыкину. В 1939 году Термен, вынужденно вернувшийся в Россию, был осужден на 8 лет лагерей по абсурдному обвинению: якобы он лучом из-за океана пытался убить Кирова. После года на Колыме Термен работал в секретных «шарашках» над системой распознавания речи, идентификации голоса, военной гидроакустикой и бог знает чем еще. Но венцом стала уникальная подслушивающая система «Буран». Она позволяла на расстоянии регистрировать колебания оконного стекла в помещениях и преобразовывать эти колебания в звуки. Просто, эффективно и никаких «жучков». В 1947 году эзк Термен был удостоен Сталинской премии первой степени и выпущен на волю, но вплоть до 1970-х годов продолжал работать на секретные ведомства. Впрочем, это мало его волновало. Ведь главным всегда оставалась возможность изобретать и воплощать свои идеи на практике.



«Волны Мартено».
Морис Мартено

«Звучащий крест».
Николай Обухов

«Ильстон»
Ильсарова

Поколение Z

Это обозначение не имеет ничего общего с так популярной сегодня теорией смены поколений. Символ «Z» — зигзаг, молния — главный графический символ 20–30-х годов XX века. Им пестрят обложки, плакаты, заголовки, художественные полотна того времени. Идеи и разработки той эпохи поражают и сейчас, спустя почти 100 лет — анархические, авантюрные, утопические и визионерские. Многие оказались востребованы спустя десятилетия. Некоторыми, не зная истоков, мы пользуемся сегодня. Лев Термен, признанный «отец» электронной музыки, яркий тому пример. Он создал инструмент, технологию, оказавшуюся почти неисчерпаемой по своему потенциалу, и «заразил» идеями. В 1928 году французский виолончелист Морис Мартено представил прибор под названием «Волны Мартено», для игры на котором надо было водить кольцом по натянутой струне. Кроме того, к инструменту прилагалась фортепианная клавиатура и кнопки. Другой близкий родственник терменвокса — «Звучащий крест» (1929) Николая Обухова — русского и французского композитора, которого называли «Страдивари электрической музыки». По слухам, в центре Креста был вмонтирован бриллиант. Вероятно, это и стало причиной его пропажи из собрания Парижской оперы. Советские лаборатории и

НИИ в 20–30-е годы XX века тоже пополняли арсенал электромузыкальных инструментов. Среди них «Сонар» Николая Ананьева, «Ильстон» композитора Ильсарова, клавишные синтезаторы «Эмиртон» Александра Иванова, «Экводин» Андрея Володина, награжденный Большим призом на Всемирной выставке 1958 года в Брюсселе и др. Создававшиеся практически без государственной поддержки, все эти изобретения не пошли в производство.

Несозвучным соцреалистическим стандартам оказалось и такое передовое направление отечественной музыкально-технической мысли, как графический звук. А ведь Арсений Авраамов, Евгений Шолпо и Михаил Цехановской создали не только первые экспериментальные звуковые фильмы, но и «синтетическую музыку» — прообраз компьютерной музыки конца XX века. Принцип графического звука сделал возможным создание электрооптического синтезатора — «Вариофон» Шолпо. Он позволял синтезировать практически любые тембры, ритмы, высоту звука. И это за несколько десятилетий до эры электронной музыки. Достижения пионеров советской электронной музыки настолько же грандиозны, насколько печальна участь их и их творений. Эксперименты в области акустики и радиоэлектроники советское государство одобряло, только если они годились для военной машины. В конце 1930-х годов они были заданы сталинской цензурой и советской бюрократической машиной. Запад легко обогнал Союз в разработке синтезаторов и прочих электронных инструментов. Поколение, совершившее в России начала XX века грандиозный поворот в культуре и искусстве, стало поколением забытых.

А вот терменвокс, как и его создатель, оказались почти «бессмертны». В 1950-х годах терменвокс стал неременным атрибутом советской эстрадной поп-музыки и частым гостем советского кино. Голливуд тоже оценил «неземное» звучание инструмента, превратив его в потусторонний, инопланетный голос. Первым на терменвокс обратил внимание Альфред Хичкок. И инструмент прочно обосновался в жанре хоррора и научной фантастики. Его использовал корифей электронной музыки Жан-Мишель Жарр и западные рок-группы Pink Floyd и Led Zeppelin. Японец Масами Такеучи ловко упрянул антенну в компактную матрицу и создал ансамбль из 120 матреминистов. Все трудно даже перечислить. Справедливости ради нужно вспомнить о создании в России в 1992 году «Термен-центра» при Московской консерватории и подвижническую деятельность его директора Андрея Смирнова. Правнук изобретателя, Петр Термен, основал «Школу терменвокса» и ежегодный фестиваль «Терменология».

История отечественной электронной музыки — лучшее подтверждение тому, что культура России практически всегда создавалась не благодаря, а вопреки политической системе. Поэтому «будьте реалистами, мечтайте о невозможном!».

Продолжение в следующем номере.



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

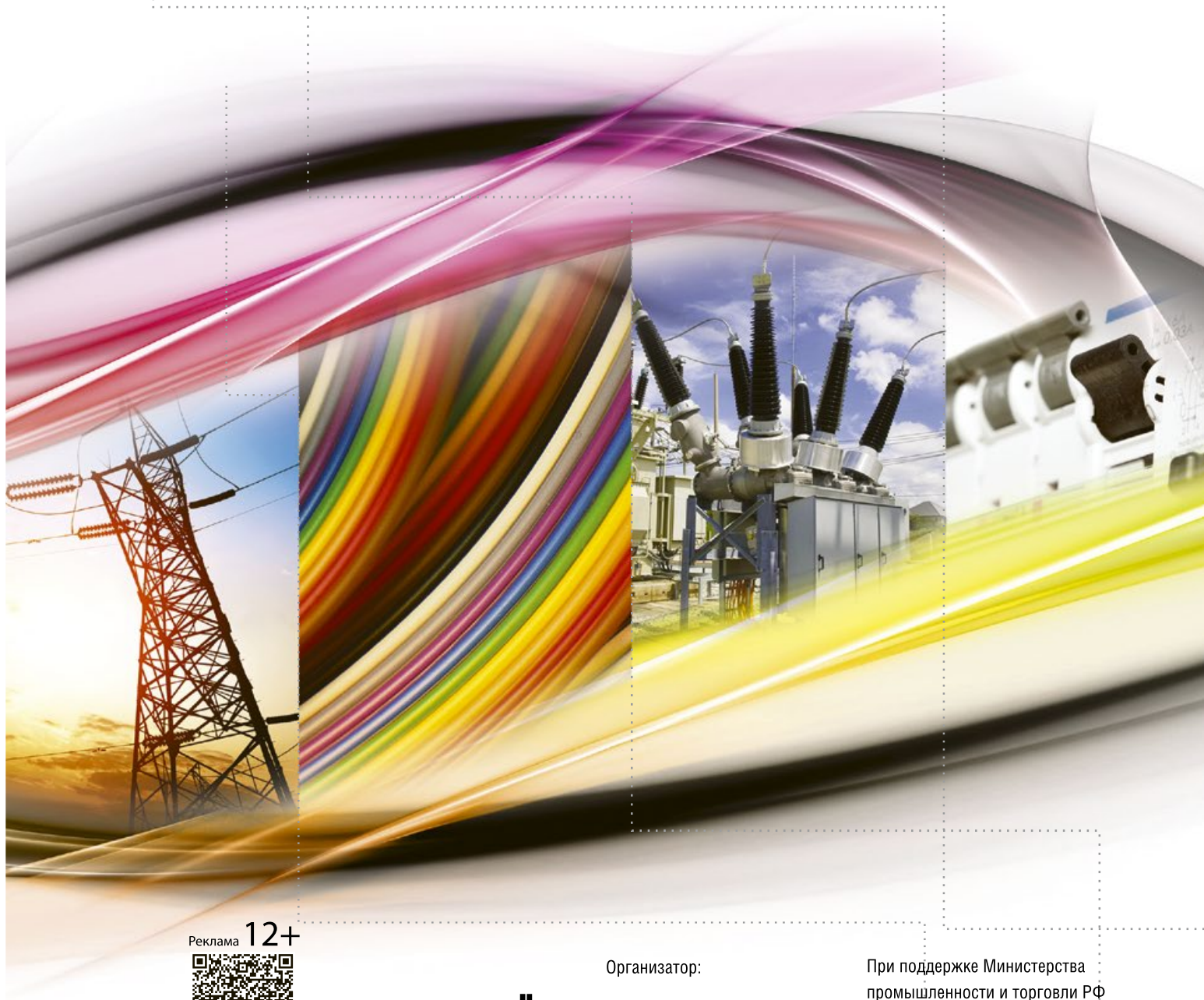


ЭЛЕКТРО

27-я международная выставка
«Электрооборудование. Светотехника.
Автоматизация зданий и сооружений»

www.elektro-expo.ru

**16–19
АПРЕЛЯ 2018**



Реклама 12+



Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МОСКВА

При поддержке Министерства
промышленности и торговли РФ

Под патронатом ТПП РФ

ИЗОЛЯТОРЫ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА

АРМАТУРА ДЛЯ ЛЭП

АРМАТУРА СИП

ПРОВОД СИП

МОЛНИЕЗАЩИТА

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ

ОПОРЫ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

НАТЯЖНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ



on-line
заказ
WWW.locus.ru

АДРЕСА ОФИСОВ:

Локус. Екатеринбург:
620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06
e-mail: locus@locus.ru

Локус. Новосибирск:
630083, г. Новосибирск, ул. Большевицкая, 177, оф. 425
тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79
e-mail: locus-nsk@locus.ru

Региональный представитель по ХМАО и ЯНАО:
тел.: +7 (912) 048-10-84
e-mail: bobrov@locus.ru