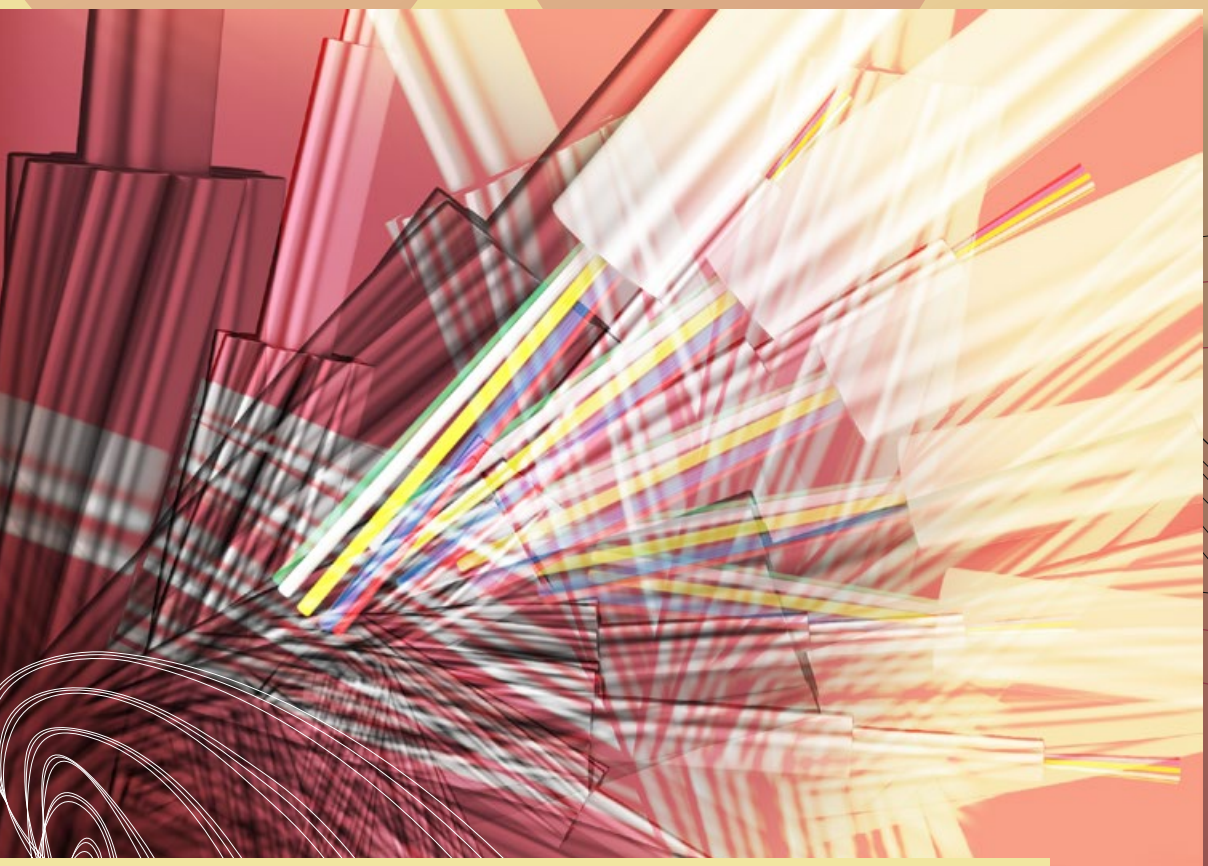
№ 2 (42) июнь 2018 года

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!



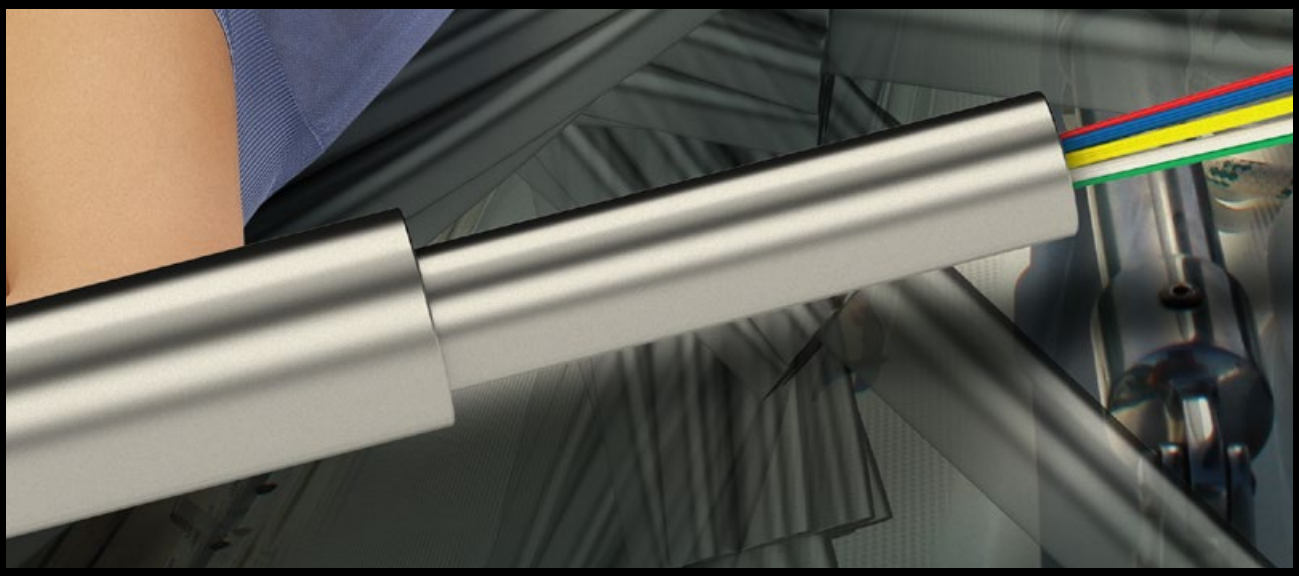
Технико-экономическая целесообразность применения энергосберегающих технологий

Современные аспекты повышения грозоупорности ВЛ

Клещ энергетику — не товарищ

Метаморфозы: ОКГТ-Ц-А

ЭнергоStyle



Содержание

3 стр. **News**

6 стр. **О главном**
Формирование групп энергосберегающих технологий с учетом технико-экономической целесообразности

12 стр. **Зеленая энергетика**
Ключевой ресурс зеленой экономики

20 стр. **Безопасность**
Когда клещи остаются ни с чем

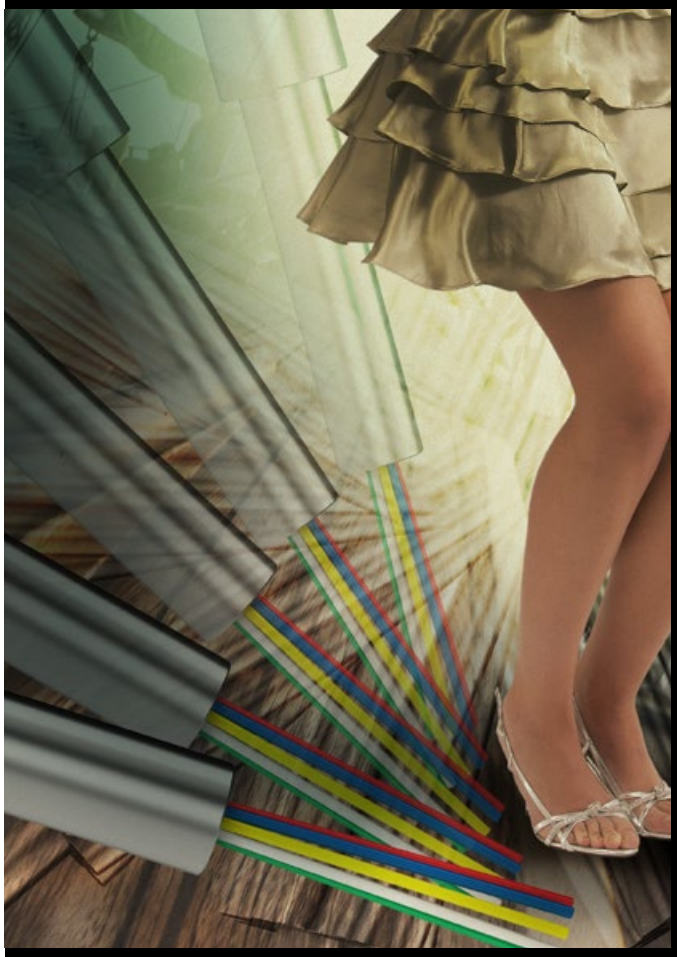
24 стр. **Модернизация**
Модернизация цифровых приборов постоянного и переменного тока, напряжения и частоты серий Щ, ЩП, ЩЧ

32 стр. **Метаморфозы**
Фотосессия. ОКГТ-Ц-А

40 стр. **Что.Где.Когда**
Мир энергетики в экспозиции

42 стр. **Энергия жизни**
Люминесценция минералов

46 стр. **Культпросвет**
«Электросказки» из Страны Советов



ЭнергоStyle

июнь 2018 № 2 (42)

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:
Валерий Ануфриев, Валерий Бабарыкин, Дарья Балаян, Дмитрий Гиберт, Сергей Гужов, Светлана Кадочникова, Валерий Кайнов, Мария Лупанова, Валерий Рюпин, Александр Тюков

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: № 403, подписано в печать 04.06.2018 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.

Друзья, не устаю удивляться чудесам природы на Урале... Зима без снега, март в сугробах, суровая весна грозит перейти непосредственно в осень. Плодовые деревья в конце мая едва приоткрывают цветы, предчувствуя заморозки. Между тем из всех источников льется информация о соотечественниках, наслаждающихся теплом в других регионах страны и мира, а «в деревне Гадюкино снова дожди»… Нам, конечно, не привыкать, но «обидно, когда твои мечты сбываются у других!» — верно подмечает Михаил Жванецкий. Вот недаром сейчас большое внимание уделяется зеленой экономике, а «человеческий капитал» определяется ее «ключевым ресурсом». Сегодня взаимоотношения природы и человека очень далеки от идеальных, и в поисках решений в голову приходит небезызвестное: «Может, что-то в консерватории подправить?»…

Зачастили штормовые предупреждения, и потому актуально знать современные аспекты повышения грозоупорности линий электропередач, применяя комплексный подход на основе современных достижений и разработок. Столь же важно понимать, что изношенные и устаревшие приборы не способствуют нормальной работе сетей. Последние 10 лет модернизация средств измерений касается как технических, так и их потребительских характеристик приборов, существенно расширяются программные и функциональные возможности. Без приборов невозможно применение энергосберегающих технологий. По каким критериям их отбирать и насколько они целесообразны, в частности, в рамках энергосервисного контракта, зависит от технических вопросов и экономического эффекта.

А вот для каких целей люминесцирует большое количество минералов — большой вопрос. Ведь если светятся камни, значит, это кому-нибудь нужно? И как советская оборонка способствовала расцвету электронной музыки? На этой интригующей ноте оставляю вас для знакомства с номером. Желаю прекрасного лета (независимо от погоды) и солнца в душе!

Мария Лупанова, главный редактор

Все под контролем

Специалисты ООО «Башкирэнерго» планируют в 2018 году установить 60 тыс. счетчиков автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). В прошлом году было установлено 40 тыс. приборов учета. По словам начальника отдела организации учета электрической энергии ООО «Башкирэнерго» Андрея Кузнецова, на сегодняшний день уровень охвата счетчиками АСКУЭ по республике составляет 24 %. «По состоянию на начало 2018 года в АСКУЭ включены 100 % (7,7 тыс. шт.) электросчетчиков, установленных на подстанциях 110 и 35 кВ. В текущем году будет завершена установка электросчетчиков на всех трансформаторных подстанциях и распределительных пунктах 10(6)/0,4 кВ. Почти 60 % из них будут включены в АСКУЭ, а в ПО "УГЭС" ООО "Башкирэнерго" — 100 %. Это позволит ежесуточно контролировать балансы в сети 0,4 кВ, к которой присоединено большинство потребителей, — отмечает Кузнецов. — После подстанций установка электросчетчиков с АСКУЭ будет продолжена по границам с потребителями в сети 0,4 кВ. Сейчас их установлено более 150 тыс. Работы по монтажу счетчиков активно ведутся во всех производственных отделениях компании».

Перспективы

МРСК Сибири в ближайшие пять лет вложит в развитие электросетей Читы 400 млн рублей. «Чита — последний город в Сибири, где электросетевое хозяйство регионального центра не прошло процедуры приватизации и консолидации. Муниципалитет не имеет возможности вкладывать деньги в сети, все это накладывается и на тариф. Сегодня, как мне доложили, все проблемы сторонами сняты», — отметил полпред Президента РФ в СФО Сергей Меняйло, находясь в Забайкалье в рамках рабочего визита. Он осмотрел две трансформаторные подстанции (устаревшую 1962 и новую 2016 года запуска), расположенные в Ингодинском районе Читы. Сегодня износ объектов муниципального электросетевого комплекса города, в число которых входит 1,6 тыс. км линий электропередачи и 571 подстанция, достиг 77 %. «Задача консолидации сетей — ключевая для нас. Сложно работать на разном оборудовании, невозможно внедрять цифровые технологии. Нужны единые подходы в управлении энергосетевым комплексом, единые технические решения. Сети Читы будут переданы из муниципальной собственности субъекту Федерации и в дальнейшем приватизированы. В ближайшее время, совместно с краевой властью, будут разработаны алгоритмы, позволяющие принять конкретные меры для снижения износа сетей и повышения надежности электроснабжения жителей», — отметил первый заместитель генерального директора ПАО «МРСК Сибири» Павел Акилин.

«Пилот» запущен

НПП «СпецТек» и «Альянс Консалтинг» успешно завершили пилотное внедрение информационной системы управления техобслуживанием и ремонтами крупнейшей в Заполярье энергокомпании — АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания». Система реализована на основе программного комплекса TRIM. Она охватила часть подразделений АО «НТЭК», которые были определены для пилотного проекта, — это Управление ремонтов, Управление «Высоковольтные сети» и ТЭЦ-3. К работе в системе подключены 55 пользователей в указанных подразделениях, а также в Аппарате управления АО «НТЭК» и в Управлении материально-технического снабжения.

Проект стартовал в апреле 2017 года с диагностического обследования процессов технического обслуживания и ремонта в заявленных подразделениях, по результатам которого была разработана документация проекта, включая техническое задание и детальные спецификации на работы. На втором этапе были выполнены работы по паспортизации оборудования. Данные по оборудованию были собраны из различных источников. В результате база данных системы на текущий момент содержит информацию примерно о 43 тыс. единиц оборудования и 600 тыс. запчастей и материалов, а также о 12,5 тыс. типовых работ по ТОиР.

Важной частью проекта стала разработка и отладка сложных интеграционных решений, обеспечивающих взаимодействие создаваемой системы с автоматизированной информационной системой бухгалтерского и налогового учета на платформе «1С:Предприятие», а также с информационной системой управления закупками материально-технических ресурсов на программной платформе SAP. Со 2 апреля 2018 года информационная система управления ТОиР на основе TRIM находится в опытно-промышленной эксплуатации в АО «НТЭК».

По материалам www.energyland.info

«Семья. Экология. Культура»

Семья энергетика Сибирской генерирующей компании Дарьи Старцевой стала призером 4-го Областного экологического конкурса «Семья. Экология. Культура», финал которого состоялся в городе Белово Кемеровской области. Организатором конкурса выступил департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. Всего в соревновании приняли участие более 200 семей со всего Кузбасса, в финал прошли только 12. Участники должны были представить на суд жюри свои проекты в сфере экологии. Старцевы из Новокузнецка презентовали сразу четыре проекта: «Помидорное дерево» — технологию выращивания помидоров на базе пищевых отходов с урожайностью 4–5 ведер с куста, «Исследование видов пластика», «Создание робота-сортировщика», презентацию экологического движения «Зеленая дружина СГК» и в итоге заняли третье место.

«Робот-сортировщик стал гвоздем всего конкурса, всех — и взрослых, и детей интересовало, как он сортирует пластик. Этот проект Никита вместе с преподавателем разрабатывали с 2017 года. Собран робот из деталей детского конструктора, гибких транспортерных лент и трех датчиков. Заботе об экологии в нашей семье уделяется много времени и сил. Никите 10 лет, он учится в третьем классе и уже третий год он вместе со мной — активный участник "Зеленой дружины СГК" — мы выходим на субботники, садим деревья, собираем макулатуру. Иногда к нам присоединяется и моя мама, — говорит Дарья Старцева. — Мне нравится принимать участие в экологических акциях, там все делают общее дело, а вместе, как известно, можно горы свернуть! Участие в конкурсе принимаем не первый год. Считаю важным привлекать внимание к экологии, заботе о природе как можно большего количества людей. И, конечно, правильные установки закладываются именно в семье».

Для «умных городов»

Компания Philips Lighting совместно с «АйТи Энергофинанс» анонсировали создание комплексной интегрированной системы управления освещением на базе платформы Unilight. Решение позволит соответствующим службам эффективно управлять освещением, получать и передавать актуальные данные, улучшая городскую среду и обеспечивая безопасность. Также система позволит отправлять аналитические сводки о состоянии города в административные службы. Например, специальные датчики, установленные на опорах освещения, способны будут определять уровень шума, загрязнения воздуха и загруженности дорог. Это даст возможность городским властям принимать оперативные решения: система сможет за счет средств видеоаналитики определить транспортное происшествие, а благодаря данным о погоде и состоянии дорожного полотна позволит эффективно управлять работой дорожных служб. Кроме того, новая система будет использовать освещение только тогда, когда оно нужно, и в необходимом объеме. Можно диммировать (снижать яркость) освещение при снижении транспортного потока или использовать максимально яркое освещение в «час пик». Такой подход поможет сократить энергопотребление и станет залогом устойчивого развития «зеленых городов» будущего.

Опоры с зарядками

Министр энергетики Московской области Леонид Неганов сообщил, что до конца 2018 года планируется развернуть работу по установке зарядок во дворах многоквартирных домов. Электрозарядная сеть будет насчитывать более 100 станций стандартов Type 2 — Type 4. Первые опоры освещения со встроенными зарядными устройствами установят в Домодедово, Одинцово, Балашихе, Королеве, Мытищах и других крупных городах Подмосковья. Кроме того, в магазине приложений Appstore появилось приложение единой зарядной инфраструктуры «Мосэнергосбыт Электрозарядки», созданное специально для удобства владельцев электротранспорта, пользующихся зарядными станциями на территории Москвы и Московской области. Оно позволяет найти ближайшую зарядку, построить маршрут до нее, посмотреть информацию о статусе станции, тарифах, типе поддерживаемых коннекторов, а также получить доступ к станции и оплатить зарядку.

По материалам www.energyland.info

Не присаживайтесь

«Когалымские электрические сети» в 2018 году установят на ЛЭП 473 птицезащитных устройства антиприсадочного типа. С начала года уже установлено 170 на участках ВЛ 110 кВ «Урьевская — Лас-Ёганская», «Прогресс — Аган, 1», «Восточно-Моховая — Слава», «Инга — Таврическая», «Кирилловская — Айка». Подготовлены к установке еще 303 устройства на ВЛ 110 кВ «Прогресс — Аган, 2», «Урьевская — Локосово», «Кирилловская — Уральская» и «Когалым — Сарымская». «Если размер птицы сопоставим с изоляционными воздушными промежутками или элементы ВЛ и подстанций используются в качестве присады, возникает вероятность нарушений в работе оборудования, — комментирует заместитель главного инженера филиала АО «Тюменьэнерго» Когалымские электрические сети Александр Деркач. — Кроме того, в 2017 году участились случаи перекрытия изоляционных промежутков кусками металлической проволоки и другими материалами, которые приносят птицы, а также перекрытия гирлянд изоляторов продуктами птичьей жизнедеятельности».

По материалам www.energyland.info

Анкерный двухцепный Забивака

Анкерная двухцепная опора ЛЭП в виде талисмана Чемпионата мира по футболу 2018 года волка Забиваки установлена «Янтарьэнерго» в Зеленоградском округе, рядом с Приморским полукольцом для создания особенной атмосферы большого спортивного праздника, популяризации футбола и чемпионата. Этот уникальный объект изготовлен по индивидуальному проекту. Высота стилизованной конструкции более 38 м, ширина — свыше 18 м. Фигура волка Забиваки двухсторонняя и хорошо будет просматриваться с обеих сторон дороги. Для подсветки опоры в ночное время в футбольном мяче талисмана ЧМ-2018 «спрятана» трансформаторная подстанция, от которой будет запитано световое оборудование.

По материалам www.energyland.info

«Энергоадвокат» в помощь

В «Омскэнерго» за круглым столом представители Министерства строительства и ЖКХ Омской области, РЭК, малого и среднего бизнеса и общественных организаций обсуждали вопросы, связанные с технологическим присоединением объектов к электрическим сетям, реализацию проекта «Личный кабинет», использование онлайн-сервисов. «Мы стараемся сделать процесс подключения к электрическим сетям максимально доступным и понятным для каждого потребителя, — рассказала начальник управления взаимодействия с клиентами филиала “Омскэнерго” Анна Полуэктова. — В этом очень помогают современные технологии. Сегодня более 70 % заявок подаются через “Личный кабинет” на официальном сайте “МРСК Сибири”. Это позволяет потребителям существенно экономить время».

Набирает популярность доступный с 2017 года сервис клиентской поддержки «Энергоадвокат электросетевых услуг». Теперь юридические лица и индивидуальные предприниматели могут получить помощь персонального менеджера, который будет сопровождать его действия на всех этапах: от подачи заявки до выполнения обязательств по заключенному договору. Услугой «Энергоадвокат» уже воспользовались более 20 организаций, и она значительно облегчает жизнь предпринимателям. Сейчас можно не только оперативно получить качественную услугу, но и быть уверенным в том, что все документы будут оформлены в соответствии с требованиями действующего законодательства.

По материалам www.energyland.info

Формирование групп энергосберегающих технологий

с учетом технико-экономической целесообразности

Статья печатается с разрешения журнала «Энергосбережение». https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6833

Сергей Гужов, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела энергоменеджмента, Master of Business Administration (MBA), доцент НИУ «МЭИ»

Целесообразность применения энергосберегающих технологий, выполняемых в рамках энергосервисного контракта, основывается, во-первых, на решении технических вопросов (энергетический эффект) и, во-вторых, на необходимости учитывать экономический эффект от выбранного мероприятия. Рассмотрим некоторые энергосберегающие мероприятия и определим, по каким критериям следует их выбирать.

Потенциал энергосбережения для зданий бюджетных учреждений, жилищного хозяйства и офисных зданий составляет по тепловой энергии 25–60 %, по электрической энергии 15–40 %, и достаточно хорошо можно экономить на водоснабжении — 15–30 %. Отметим, что при внедрении любой энергоэффективной технологии необходима реальная система учета, которая, конечно, не выполняет функции энергосбережения, но позволяет грамотно организовать систему энергоменеджмента.

Экономия тепловой энергии

Что касается сбережения тепла, то существует достаточно большой объем разнообразных мероприятий, позволяющих его осуществить. Вот некоторые из них:

- теплоизоляционное покрытие для трубопроводов (позволяет экономить до 15–40 %);
- узел регулирования с погодозависимой автоматикой (10–30 % энергии);
- замена светопрозрачных ограждений (5–25 %);
- утепление ограждающих конструкций (5–20 %);
- очистка отопительных приборов от внутренних загрязнений и удаление дополнительных экранов (5–20 %);
- индивидуальные приборы авторегулировки систем отопления (5–15 %);
- теплоотражатели между отопительным прибором и стеной (4–8 %);
- воздушные завесы (антисквозняк) (3–7 %).

Все перечисленные мероприятия хорошо известны. Проиллюстрируем результаты прочистки системы теплоснабжения на примере здания НИУ МЭИ, где для очистки трубопроводов применялась ПАВ-технология. В ее основе лежит комплексный, не имеющий аналогов в мировой практике и защищенный патентами Российской Федерации процесс, базирующийся на использовании уникальных свойств поверхностно-активных веществ (ПАВ). В отличие от традиционных промывок теплотехнического оборудования, реализация этой технологии позволяет в одном технологическом цикле удалять накопившиеся термобарьерные отложения, блокировать протекание коррозионных процессов и предотвращать накопление новых отложений, не оказывая при этом негативного воздействия на конструкционные материалы оборудования.

Система теплоснабжения здания МЭИ промывалась в 2013 году и до сих пор находится в хорошем состоянии (рис. 1). Важно, что после промывки остался слой реагента, который осаждается на внутренней стороне трубопровода и продолжает отшелушивать ржавчину, которая еще осталась после промывки. В результате процесс очистки продолжается и после промывки, что подтверждает фильтр грубой очистки, установленный на системе.

Помимо этого сберегать тепловую энергию позволяет устранение перетопов и недотопов, которые могут быть на одном и том же здании, поэтому просто перекрывать вентиль, конечно, нельзя. В экономварианте можно пользоваться жидкостно-запорными устройствами, которые работают на разнице температур прямого и обратного трубопровода воды в системе отопления.

Рис. 1. Трубопровод до и после применения ПАВ-технологии

Например, для достижения энергосберегающего эффекта в теплоснабжении здания регулятор «Комос-УЗЖ-Р» монтируется с фланцами и задвижками на обратном трубопроводе системы отопления. После этого регулятор поддерживает расход теплоносителя в автоматическом режиме. В основе работы прибора лежит механический принцип, и подключения к электрической сети не требуется. В результате затраты тепловой энергии при эксплуатации систем отопления снижаются в среднем на 25–30 %. Конечно, система достаточно инерционная, но эффект, несомненно, есть. Кроме того, регулятор окупается за 7 месяцев, да и установить его не проблема.

Если есть финансовая возможность использовать что-то посерьезнее, целесообразно использовать погодозависимую автоматику. При этом возникает только одна проблема — данное оборудование очень боится скачков напряжения, которые могут вывести из строя всю логическую схему. Поэтому ввод электроэнергии необходимо комплектовать стабилизаторами напряжения и тщательно следить за качеством электрической энергии.

Экономия тепловой энергии за счет ликвидации перетопов составляет, как правило, 15–20 %, иногда достигает 40 %. Дополнительно разумно осуществить следующие мероприятия:

• введение пониженного температурного графика в ночное время и выходные дни (дополнительная экономия 10–15 %);
• применение индивидуальных приборов автоматической балансировки распределительных систем отопления (5–15 %);
• восстановление тепловой изоляции на трубопроводах, запорной и регулирующей арматуре (позволяет снизить потери тепловой энергии в здании на 3–9 %).

Конечно, нужно обращать внимание на состояние ограждающих конструкций. Теплопотери должны компенсироваться теплопритоком. Тут нужно подходить к проблеме комплексно, учитывая конструкцию и износ здания, его ориентацию, используемые утеплители и т.п. В числе мероприятий можно назвать:

• улучшение теплозащитных свойств теплового контура здания: 30–50 %;
• снижение объемов инфильтрации воздуха и теплопотерь через неплотности светопрозрачных конструкций: 12–30 %;
• очистку окон (позволяет снизить затраты на освещение на 10–40 %);
• покраску стен помещений светлой краской (позволяет снизить затраты на освещение на 5–10 %);
• использование напыления/пленки, отражающих инфракрасные лучи (снижает лучистые потери через окна до 50 %, обеспечивает повышение комфортности как в зимний, так и в летний период);
• применение окон с микропроветриванием (служит для ограничения инфильтрации в пределах санитарной нормы воздухообмена, повышения комфортности пребывания в помещении, снижения среднего уровня CO_2; не рекомендуется для зданий, оборудованных механической приточной вентиляцией).

В ряде случаев коробки здания у нас типовые, но их можно немного модернизировать, например, ввести требования по уровню инсоляции и предусмотреть козырьки на окна, которые при необходимости могут устанавливаться либо, автоматически изменяя форму, регулировать объем светового потока в здание. Это даст хороший эффект экономии энергии в дополнение к установленной системе создания микроклимата в здании.

Экономия электроэнергии

Что касается потенциала экономии энергии в электроснабжении, то доступных для реализации мероприятий в разы больше. Перечислим некоторые из технологий, выбор которых при выполнении энергосервисных контрактов приводит к значительной экономии электрической энергии:

• переход на источник света с большей световой отдачей (15–60 %);
• внедрение системы управления освещением (15–45 %);
• датчик движения с цоколем E27 (10–45 %);
• преобразователь частоты для электрических приводов (5–40 %);
• переход на индукционные плиты (4–15 %);
• использование дефлектора (10–90 %);
• установки компенсации реактивной мощности (5–15 %);
• устройство плавного пуска электрических ДВ-двигателей (7–12 %);
• стабилизация напряжения для сетей 0,4 кВ (ожидаемая экономия 9–11 %);
• рекуперация электрической энергии в лифтовых установках (5–7 %).

Немаловажным вопросом является качество электрической энергии. Например, при исследовании было обнаружено, что кривая напряжения бытовой сети совсем не похожа на синусоиду (рис. 2). При эксплуатации, например, люстры, оснащенной флуоресцентными лампами, дополнительные потери от некачественной электрической энергии для бытового потребителя составляют 1–4 %.

Более того, электрическая энергия с искаженными показателями качества сети негативно влияет на срок службы электрических потребителей. На это очень плохо реагируют двигатели, пытаясь вращаться и в прямую, и в обратную сторону, в результате чего возникают как вибрация и биение на валу с последующим выходом из строя подшипников, так и перегрев обмоток с последующим возникновением короткого замыкания. Система освещения тоже страдает, особенно светодиодного, потому что фильтры, которые стоят на входе в светодиодный светильник, достаточно чувствительны к высшим гармоникам.

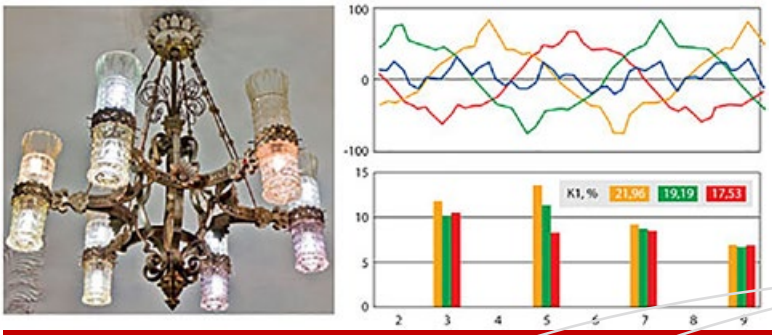


Рис. 2. Пример анализа ПКЭ РУНН

Таблица. Источники света и их средняя световая отдача

Источник света	Световая отдача ИС, лм/Вт
Лампа накаливания	10–15
1КС-галогенные ИС	18–35
Люминесцентные источники света (ЛЛ)	70–90
Компактные люминесцентные источники света (КЛЛ)	70–80
Светодиодные светильники (СДС)	60–120
Дуговые ртутные ИС высокого давления (ДРЛ)	100–120
Дуговые натриевые ИС высокого давления (ДНаТ)	120–150

Снижение частоты питающей сети на 1 % приводит к увеличению потерь в сетях на 2 %. Снижение напряжения до 10 % от номинального значения (UНОМ) для всех технологических установок приводит к снижению производительности, а при значительном снижении (свыше 10 % от UНОМ) — к браку продукции. Например, при снижении напряжения на 7 % у печи сопротивления для обжига заготовок из цветного металла мощностью 675 кВт продолжительность цикла увеличивается на 3–5 ч, при снижении напряжения на 10 % обжиг становится невозможным.

Что касается источников света, то понижение напряжения для люминесцентных ламп на 1 % приводит к снижению светового потока на 3,6 %, а на 10 % — к погасанию. При завышении напряжения на 10 % потребляемая мощность для люминесцентных ламп увеличивается на 20 %, для ДРЛ — на 24 %; при этом срок службы ламп накаливания снижается на 92,2 %, ДНаТ — на 27 %.

Качество электроэнергии — это еще и cos φ, поэтому, конечно, нельзя забывать про установки компенсации реактивной мощности (КРМ), которые дают замечательный эффект. Экономический эффект от внедрения автоматической конденсаторной установки складывается из следующих составляющих:

1. Экономия на оплате реактивной энергии. Благодаря использованию КРМ в бытовой городской сети экономия находится на уровне 10–12 %, в промышленности — до 20 %, а в исключительных случаях достигает 50 %.
2. Уменьшение потерь электроэнергии в кабельных линиях за счет уменьшения значений фазных токов.
3. Снижение стоимости кабельных линий за счет уменьшения их поперечного сечения.

Что касается перехода на энергосберегающие источники света, то это наиболее понятное всем мероприятие, выполняемое в рамках энергосервиса, имеющее заметный энергетический эффект при небольшом сроке окупаемости.

На электрическое освещение расходуется около 10–12 % производящейся в мире электрической энергии. На промышленных предприятиях на освещение тратится в среднем 10 % электроэнергии от общего объема потребления электричества: на предприятиях машиностроения — до 7 %, в текстильной промышленности — до 30 %, на предприятиях легкой и пищевой промышленности — до 10 %. Энергосбережение в осветительных сетях посредством перехода на источники света с повышенной светоотдачей состоит главным образом в замене светильников на аналоги, имеющие улучшенные характеристики. На сегодняшний день именно лампы ДНаТ и светодиодные светильники имеют близкую светоотдачу (см. табл.), а все остальные целесообразно заменить.

Недостатком большинства компактных светодиодных светильников является то, что вся их пускорегулирующая аппаратура очень упрощена из-за требования по размещению в цоколе, вворачиваемом в патрон, и боится скачков напряжения. Если ставить компактные светодиодные лампы в МКД или бюджетном здании, то необходимо следить за качеством электроэнергии на входе.

Вообще блок питания светодиодного освещения приспособлен для решения большего числа задач, чем сейчас используется. При использовании светодиодов возможна широкая светомодуляция, которую можно изменять по времени посредством, например, звукового сигнала, датчиков присутствия или освещенности или просто осуществлять управление по импульсу, как это происходит в противопожарных системах. Поэтому организациям бюджетной сферы можно дать рекомендацию (а лучше, чтобы это стало требованием) закупать не просто светодиодные светильники, а те, которые предусматривают возможность подключения к ним различных датчиков. Эффект от применения светодиодного светильника с датчиком гораздо выше, чем просто от светильника LED.

Работа с электрическим приводом тоже дает очень хорошие результаты по экономии электрической энергии (см. рис. 3). Эффект будет виден преимущественно на крупных объектах коммунального хозяйства, таких как перекачивающая станция, а также на объектах энергетики. Окупаемость тут очень хорошая.

Устройство плавного пуска, которое предлагает ряд энергосервисных компаний, хоть и не идет само по себе из-за высокой окупаемости (более 50 лет), позволяет снизить пусковые токи на двигателе. Это важно для тех двигателей, которые работают в повторно-кратковременном режиме (часто запускаются и останавливаются), а значит, быстрее греются. В результате такого режима работы сокращается срок эксплуатации: двигатель выходит из строя не за нормативные 20–25 лет, а лет за 10–15. Если взять двигатель на 3 МВт, то устройство плавного пуска будет иметь и высокую экономическую составляющую. Это актуально для объектов энергетики.

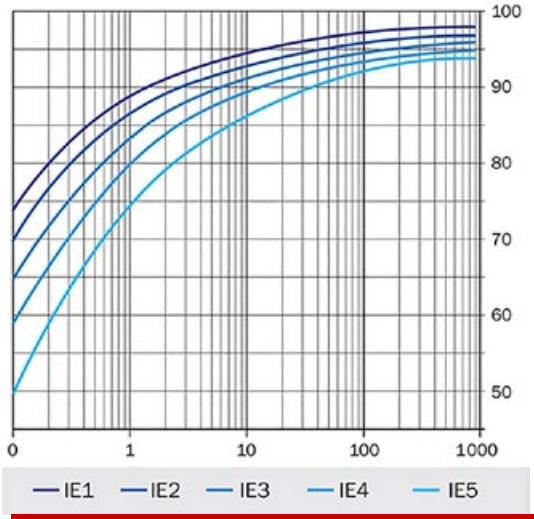


Рис. 3. Зависимость минимальных требований к КПД АД (%) от их электрической мощности (кВт)

СтройЭКСПО. ЖКХ 2018

45 Всероссийская специализированная выставка

СТРОИТЕЛЬСТВО

- Новые технологии в строительстве
- Быстровозводимые здания и сооружения
- Металлоконструкции • Строительные и отделочные материалы
- Кровля. Фасады. Изоляция • Окна. Двери. Ворота
- Строительное и промышленное оборудование

СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

- Системы очистки воды, водоочистители
- Канализационные системы и оборудование
- Системы вентиляции и кондиционирования
- Системы водоснабжения и отопления
- Котельное оборудование. Насосы
- Трубы. Запорная и регулирующая арматура

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ

- Реконструкция, ремонт и содержание объектов жилфонда
- Локальный ремонт труб и трубных конструкций
- Материалы и оборудование для диагностики и санации
- Новые формы управления ЖКХ
- Коммунальные машины и механизмы для ЖКХ

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. СПЕЦАВТОТРАНСПОРТ

19-21 СЕНТЯБРЯ

ВОЛГОГРАД ЭКСПОЦЕНТР

Организатор

Волгоград ЭКСПО
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

(8442) 93-43-02
www.volgogradexpo.ru

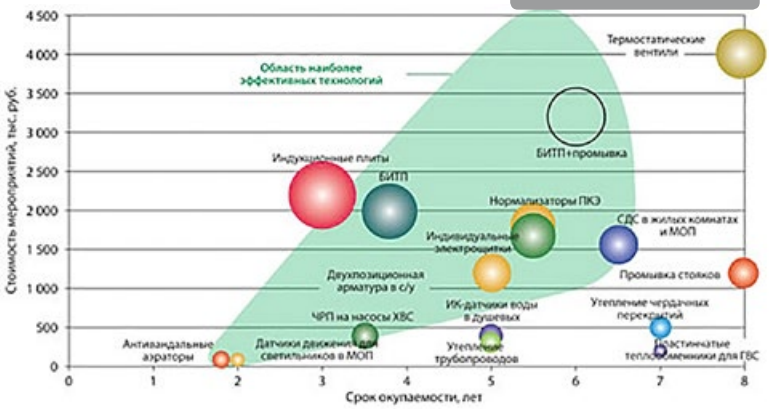


Рис. 4. Оценка технико-экономической привлекательности ЭСМ на примере здания общежития МЭИ № 18

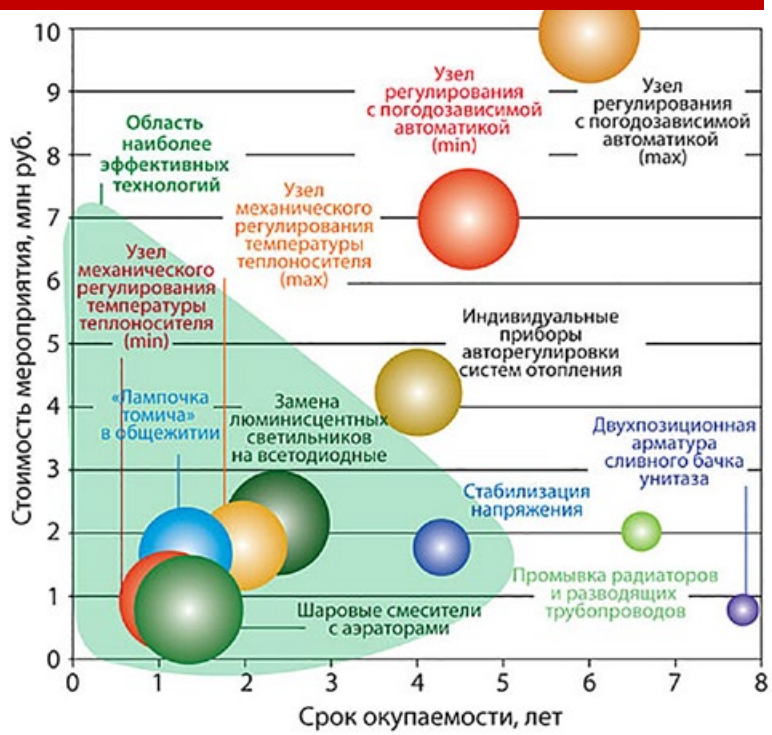


Рис. 5. Оценка технико-экономической привлекательности ЭСМ на примере здания главного корпуса Института русского языка

Частотное управление двигателями (ЧРП) дает возможность:
- осуществлять регулирование скорости вращения двигателя не только вниз, но и до 300 % вверх относительно номинального значения;
- обеспечивать плавный пуск и изменение скорости вращения;
- осуществлять более точную подстройку переходных электротехнических процессов при регулировании электродвигателя к механическим характеристикам редуктора, что обеспечивает бесшумность и долговечность работы механической составляющей приводной установки.

Те шкафы, которые собираются на базе НИУ «МЭИ», установлены более чем в 100 ЦТП Москвы и доказывают свою эффективность. Благодаря им снижение затрат на электричество достигает 30–50 %, экономия воды — до 15 %, тепла — до 10 %.

Применение ЧРП вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха:
- у вытяжных систем на 6–26 %;
- у приточных систем на 3–12 %.

На насосных станциях дополнительно по теплу 20 %, по воде 15–20 %. Чем больше мощность регулируемого привода, тем короче срок окупаемости. Например, при прочих равных условиях эксплуатации двигатель мощностью 35 кВт окупается за 3 года, а мощностью 350 кВт — за полгода.

Экономия водных ресурсов

К числу технологий, приводящих к экономии водных ресурсов, относится использование:
- станции управления насосами ХВС в ЦТП (возможная экономия 5–15 %);
- рассекателя потока (аэратор) с ограничителем расхода жидкости (15–40 %);
- шаровой арматуры (5–7 %);
- автоматических сенсорных смесителей с аэраторами (15–40 %);
- двухпозиционной арматуры сливного бачка унитаза (6–7 %);
- регуляторов давления в системе ХВС (12–17 %).

К сожалению, рынок экономии водных услуг недооценен.

Выбор мероприятий при проведении энергосервиса

Как сравнивать технические мероприятия, которых достаточно много? Как выбрать наиболее экономически целесообразное мероприятие для внедрения?

В НИУ «МЭИ» разработана методика, позволяющая строить схемы сравнения мероприятий по степени их целесообразности (рис. 4, 5). На такой схеме:
- по оси X указан срок окупаемости: чем ближе к нулю, тем быстрее окупается проект;
- по оси Y дается стоимость мероприятий: чем ниже находится шарик, тем меньше стоимость мероприятия (капзатраты);
- радиус шарика — это эффективность, т.е. объем денежных средств, возвращаемых энергосервисной компании в год: чем больше радиус, тем быстрее окупается проект.

Зона, закрашенная на схеме зеленым цветом, — это индивидуально рассчитываемая для каждого конкретного здания площадь, зависящая от многих факторов: этажности, посещаемости, расположения, затененности, инсоляции, уровня изношенности ограждающих конструкций и т.д. Мероприятия, которые попали в зеленую зону, автоматически являются экономически целесообразными и окупаемыми в рамках энергосервиса.

Сравнивая приведенные схемы (рис. 4, 5), можно видеть совершенно различные наборы мероприятий и зеленые зоны, ориентированные по-разному. Это показывает, что для каждого здания нужно производить расчет индивидуально. Этот процесс уже в значительной степени упрощен, визуализирован и автоматизирован и позволяет подобрать и обосновать целесообразность конкретного энергосберегающего мероприятия для любого здания или учреждения. Данная методика используется, например, в «Методических рекомендациях и примерах расчета экономических эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности»[1]. **ЭS**

1. Документ рекомендован Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации и Минстроем России.

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

X МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

2-5 ОКТЯБРЯ 2018

Санкт-Петербург

Организатор

FarEXPO IFE PROFESSIONAL EXHIBITION ORGANIZER

Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный информационный партнер

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ

Генеральный интернет-партнер

ПОРТАЛ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ЭНЕРГОСОВЕТ www.energosovet.ru

Официальный информационный партнер:

специализированный журнал www.isc.ru ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Отраслевой информационный партнер

С.О.К. Сантехника. Отопление. Кондиционирование

Ключевой ресурс зеленой экономики

Валерий Ануфриев, к.т.н., доктор экономических наук, профессор Высшей школы экономики и менеджмента Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

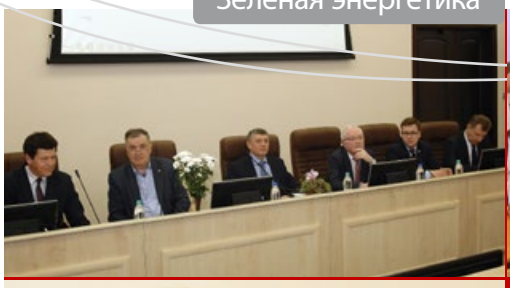
В Уральском федеральном университете с 13 по 16 апреля состоялся 6-й Международный форум «Культура и экология — основы устойчивого развития России. Человеческий капитал как ключевой ресурс зеленой экономики». Одной из главных задач форума стало создание площадки для открытой дискуссии по проблемам и перспективам заданной темы как в России, так и за рубежом, с привлечением представителей власти, науки, образования, бизнеса, общественности и творческой молодежи.

В работе пленарного и секционных заседаний форума приняли участие 8 докторов наук, 20 кандидатов и более 100 преподавателей и студентов российских и зарубежных вузов. Обширная география участников — от Белоруссии до Казахстана, от Набережных Челнов до Тюмени — позволила сравнить проблемы, опыт и перспективы использования человеческого капитала как ключевого ресурса зеленой экономики. Открыл форум ректор Уральского федерального университета Виктор Анатольевич Кокшаров, который подчеркнул, что именно университеты, готовящие лидеров будущего, постоянно инвестируют в человеческий капитал, давая профессиональные знания и навыки, проводя культурную и воспитательную работу. В приветствии, зачитанном от имени Г. М. Мутанова, ректора Казахского национального университета им. аль-Фараби, было подчеркнуто: «Наши университеты, осознавая глобальные вызовы, стоящие перед человечеством, выступили инициаторами создания научно-образовательного консорциума “Зеленый мост через поколения”, который получает активную поддержку академических кругов. Представляется весьма важным в рамках форума рассмотреть различные аспекты развития человеческого капитала в новейших условиях адаптации к требованиям четвертой промышленной революции, цифровых технологий, инновационной науки и зеленой экономики. Именно сегодняшним студентам, молодым исследователям и специалистам предстоит внедрять в жизнь базовые принципы зеленого роста, зеленых технологий, улучшения климата и экосистем, рационального природопользования, устойчивого развития наших стран в долгосрочном периоде».

Ректор Белорусского технологического университета И. В. Войтов тоже отметил актуальность проводимого форума: «Зеленая экономика — это то направление современной науки, которое определяет перспективы развития цивилизации на пути преодоления глобального энерго-экологического кризиса, главной причиной которого явилось загрязнение окружающей среды на основе сжигания углеводородного топлива. Поиск альтернативных направлений достижения энергетической безопасности современной цивилизации напрямую связан с использованием принципов зеленой экономики, которые послужат основой наполнения конкретным содержанием стратегии устойчивого развития».

На пленарном заседании выступило восемь докладчиков. Среди тем были:

- Создание международного российско-казахского научно-образовательного Консорциума «Зеленый мост через поколения»;
- «Концепции зеленого кампуса» (докладчик показал экологическую инфраструктуру зеленого университета, программу «зеленого кампуса», пошаговый алгоритм его создания и привел практические примеры экономических выгод и сроков окупаемости мероприятий концепции зеленого университета);
- «Чело-Век. Ипостаси человеческого в современной экологической культуре» (доклад посвящен обоснованию места и роли человеческого капитала в современной экологической культуре);
- «Актуализация экологической проблематики в дизайн-образовании» (обоснование необходимости включения экологической составляющей в содержание дизайн-образования. Докладчик подчеркнула необходимость формирования экологической компетенции у будущих специалистов);
- образование для устойчивого развития в современной школе: опыт, проблемы и перспективы развития и др.



Мною была представлена авторская формулировка зеленой экономики и рассмотрен человеческий капитал не только как экономическая категория, а на основе анализа инновационных идей последнего доклада Римского клуба (2018 год) и проведения аналогии с идеями русских ученых-космистов. В докладе была озвучена важная мысль о необходимости постоянного роста знаний и расширения сознания человечества, что позволит перейти к новому космическому мировоззрению, начало которому было положено трудами русских ученых-космистов (В. И. Вернадским, К. Э. Циолковским, А. Л. Чижевским, В. М. Бехтеревым и др.). И тогда экономическая ценность человеческого капитала может вырасти не на 5–10%, а в десятки раз. Например, представить, что если население только одной России воспримет идею космистов и примкнувшего к ним промышленника Генри Форда о бессмертии человеческой личности (реинкарнации) на основании закона о сохранении энергии, то сколько проблем человечества может решиться без дополнительного роста инвестиций в человеческий капитал. Это решение межнациональных и межрелигиозных распрей, вопросов гендерного неравенства, «сохранения» молодости стариками и безудержного стяжательства. И такая страна более сознательных людей на строго научно обоснованном фундаменте в перспективе станет и богатой, и процветающей, и по-настоящему счастливой.

В тот же день прошло секционное заседание форума — «Конвергенция культурологического, экологического, экономического подходов в научно-мировоззренческом исследовании зеленой экономики», где авторы выступали с развернутыми теоретическими и практико-ориентированными докладами. В результате их плодотворного обсуждения участники дискуссии пришли к выводу о необходимости интеграции фундаментального научного знания и прикладных исследований в сфере обоснования культуры и экологии как источников и основ устойчивого развития России. Особый интерес вызвало уточнение смыслового образа и понятийного комплекса человеческого капитала как ресурса зеленой экономики. Все пришли к общему выводу о необходимости совместных усилий представителей различных научных дисциплин в сфере изучения, теоретического описания и практического измерения человеческого капитала, благодаря чему концептуально-понятийный образ человеческого капитала станет строго научным. Это поможет органам государственной власти России и законодателям страны в своих действиях по управлению и законодательному творчеству опираться на строго научную понятийно-терминологическую основу.

Параллельно проходило заседание молодежной секции форума, в котором приняли участие более 40 студентов из российских вузов (Екатеринбург, Набережные Челны, Тюмень, Тула, Магнитогорск, Пермь, Ижевск, Ишим) и более 50 студентов из Белорусского государственного технологического университета.

> Поиск альтернативных направлений экономики за счет роста человеческого капитала, повышения энергоэффективности и достижения энергетической безопасности современной цивилизации напрямую связан с использованием принципов зеленой экономики, которые послужат основой наполнения конкретным содержанием стратегии устойчивого развития.

Одной из инноваций форума стало вовлечение школьников в научно-исследовательскую работу. В аудиториях Уральского федерального университета шестой год подряд выступают ученики школ г. Екатеринбурга и Свердловской области с 1-го по 11-й класс по тематике, связанной с такими актуальными понятиями, как культура, экология, зеленая экономика, человеческий капитал. Детская секции форума прошла 14 апреля. Поступило 203 работы от школьников Екатеринбурга, Первоуральска, Североуральска, Березовского, Невьянска, п. Боровлянское. Большинство из них было посвящено природе и человеку будущего, каким он должен быть, как будут складываться взаимоотношения человека с окружающей природой, какие качества в человеке необходимы для реализации зеленой экономики и какие цели должны ставить перед собой люди, чтобы жить в гармонии с природой. По инициативе руководителя молодежного экологического движения «Зеленый дозор» Александры Карпушевой, инновацией детской секции форума стало проведение квеста «Эко-герой. Спаси Планету!» для школьников 7–11 классов (всего 51 человек). Все они не только будущие студенты УрФУ и других вузов Урала, но и возможные слушатели Молодежной Зеленой Академии, создаваемой в рамках Международного научно-образовательного Консорциума «Зеленый мост через поколения» между УрФУ и ведущим Казахским университетом КазНУ им. аль-Фараби. Такое сквозное образование позволит сформировать класс молодых людей, ориентированных на создание и продвижение идей высокой духовности, культуры и зеленой экономики в нашей стране и за рубежом.

В последний, третий день форума состоялось подведение итогов и награждение лауреатов конкурса студенческих работ в рамках проведения Всемирного Дня Культуры в УрФУ. Помимо участников, студентов, преподавателей и сотрудников на праздничный концерт и дружеское чаепитие были приглашены и ветераны УрФУ, что позволило ощутить связь поколений и предоставило возможность поздравить наших ветеранов с предстоящими майскими праздниками. **ЭS**

Современные аспекты

повышения грозоупорности линий электропередач

Дмитрий Гиберт, генеральный директор «Инкаб.pro», заместитель генерального директора по техническим вопросам ООО «Инкаб»;
Валерий Рюпин, инженер ООО «Инкаб»

Грозовые перенапряжения на высоковольтных линиях (ВЛ) возникают в результате прямого удара молнии в ВЛ (в опору, в грозозащитный трос, в фазный провод) и в результате действия наведенного напряжения при ударе молнии в объекты вблизи ВЛ (деревья, строения). При этом на линейной изоляции возникают перенапряжения, приводящие к так называемому перекрытию изоляции по воздуху (перекрытие изоляции). Перекрытие изоляции может привести к возникновению устойчивой силовой дуги — устойчивому короткому замыканию (КЗ) фазы на землю. Ряд методик определяет вероятность установления силовой дуги (устойчивое КЗ) немногим менее 1 при импульсном перекрытии изоляции ВЛ 110 кВ в сетях с заземленной нейтралью [2, с. 70]. В результате срабатывает релейная защита и автоматика подстанции (РЗиА ПС), отключающая КЗ на ВЛ. Линия становится обесточенной, а потребители недополучают электроэнергию.

Опыт эксплуатации показывает, что грозовые отключения ВЛ в среднем составляют 10 ÷ 20 % от общего числа автоматических отключений по всем причинам. С ростом класса номинального напряжения число грозовых отключений уменьшается, но их доля (по отношению к отключениям по всем причинам) возрастает на фоне повышения общей надежности ВЛ [1, с. 154].

Важно обеспечить постоянство подачи электроэнергии потребителю, повысить грозоупорность ВЛ, то есть повысить устойчивость ВЛ к воздействию грозовых перенапряжений. В ряде проектов за последнее время в качестве альтернативных методов повышения грозоупорности ВЛ рассматривается применение ограничителей перенапряжений (ОПН) с одновременным отказом от установки грозозащитных тросов. В данной статье анализируются основные средства обеспечения грозоупорности ВЛ и предлагается комплексный подход на основе современных достижений и разработок.

Способы повышения грозоупорности ВЛ

Общее представление о долях ударов молнии в точки ① ② ③ (см. рис. 1) показано в Таблице 1 [2, с. 15].

Самым опасным представляется прямой удар молнии в фазный провод. Волна перенапряжения уходит в сторону ПС, некоторая ее часть теряется на потери в короне при пробеге по фазному проводу, происходит перекрытие изоляции фазного провода, что, в свою очередь, ведет к возникновению устойчивого КЗ и отключению ВЛ РЗиА ПС с некоторой степенью вероятности возникновения каждого следующего события. Из таблицы следует, что установленный на ВЛ грозозащитный трос снижает вероятность удара молнии в фазные провода в сотни раз, тем самым приводя в ряде случаев к серьезному повышению грозоупорности ВЛ 35 ÷ 750 кВ.

При ударе молнии в опору или грозозащитный трос (заземленные части ВЛ) перекрытие изоляции может возникнуть вследствие повышения импульсного потенциала на траверсе в месте крепления изолирующей подвески фазного провода к опоре. Такое перекрытие изоляции получило название «обратное перекрытие» — перекрытие с заземленной части электроустановки на токоведущую.

Критические значения тока молнии, приводящие к перекрытию линейной изоляции, при прорывах молнии на провода невелики. Изоляция ВЛ 110 ÷ 330 кВ перекрывается при амплитуде тока молнии от 3 до 10 кА и выше. Для изоляции ВЛ 500 ÷ 1150 кВ опасен ток молнии от (15–35) кА. Практически каждый удар молнии в провод ВЛ 110 кВ вызывает перекрытие изоляции. Опасными при прорывах молнии на провода ВЛ 1150 кВ являются 30 ÷ 40 % разрядов молнии. Таким образом, высокая импульсная прочность линейной изоляции ВЛ 500 ÷ 1150 кВ не обеспечивает их грозоупорности при прорывах молнии на провода [1, с. 145].

Обратные перекрытия возникают при значительно большей амплитуде тока молнии. Например, изоляция ВЛ 110 кВ перекрывается при ударах молнии в опору с током, достигающим нескольких десятков килоампер. При удалении точки удара молнии от опоры к середине пролета вероятность обратного перекрытия изоляции уменьшается из-за распределения тока молнии между двумя опорами, снижения крутизны тока за счет потерь на импульсную корону при пробеге по тросу и удаленности канала молнии [1, с. 146].

В качестве основных средств грозозащиты ВЛ используются:

- подвеска заземленных тросов;
- снижение сопротивления заземления опор;
- повышение импульсной прочности линейной изоляции;
- защита отдельных опор и участков с ослабленной изоляцией;
- ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН).

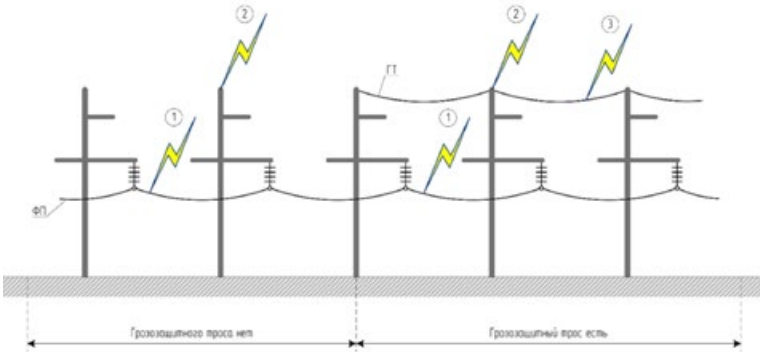


Рис. 1

Таблица 1. Доли разрядов молнии в различные элементы ВЛ

Точка	Место разряда молнии	Грозозащитного троса нет	Грозозащитный трос есть
①	Фазный провод	0,5	0,005
②	Опора или грозозащитный трос вблизи от опоры	0,5	≈0,5
③	Грозозащитный трос в средней части пролета	0	≈0,5
Итого:		1,0	1,0

Резервным средством повышения надежности и бесперебойности работы ВЛ является автоматическое повторное включение (АПВ), в особенности быстродействующее (БАПВ) и однофазное (ОАПВ). Коэффициент успешности АПВ при грозовых отключениях, по данным опыта эксплуатации, для ВЛ 110 ÷ 500 кВ составляет в среднем 0,6 ÷ 0,8, а для ВЛ 750 и 1150 кВ — 0,8 ÷ 0,9. АПВ позволяет частично компенсировать низкую грозоупорность ВЛ при трудностях устройства хороших заземлений и т.п. Однако применение АПВ не должно исключать использование основных средств грозозащиты, так как КЗ снижают ресурс оборудования ПС [1, с. 148].

Подвеска заземленных тросов — наиболее эффективный и распространенный способ повышения грозоупорности. Расположение тросов относительно проводов должно обеспечить наибольшую эффективность тросовой защиты при преобладающем для данной ВЛ типе грозовых отключений (прорывы или обратные перекрытия). В первом случае снижение вероятности прорыва достигается уменьшением угла защиты троса (тросов), в том числе подвеской тросов с отрицательным углом защиты, и увеличением расстояния между тросом и проводом по вертикали. Во втором случае вероятность обратного перекрытия уменьшается при увеличении числа тросов, разнесении их на большее расстояние, в том числе при подвеске части тросов под проводами. Перечисленные мероприятия способствуют уменьшению импульсного тока через опору и усиливают электростатическое экранирование проводов тросами [1, с. 148].

Снижение сопротивлений заземления опор ВЛ с тросом является одним из основных средств уменьшения вероятности импульсного перекрытия изоляции при ударе молнии в трос или опору. Исключением являются ВЛ или участки на очень высоких опорах (переходы через реки и т.п.), грозоупорность которых в значительной мере определяется индуктивностью опор [1, с. 149].

В ситуациях с высоким сопротивлением заземления опор немаловажным преимуществом является использование грозозащитных тросов на основе стальных проволок, плакированных алюминием (рис. 2), марки ГТК вместо оцинкованных грозозащитных тросов марки МЗ.

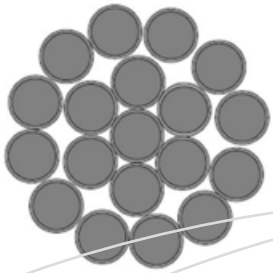


Рис. 2. Эскиз грозозащитного троса марки ГТК

Это связано с тем, что сопротивление ГТК значительно ниже сопротивления оцинкованных тросов, что будет способствовать растеканию тока молнии (или КЗ) по соседним опорам и снизит вероятность перекрытия изоляции, а значит, и аварийного отключения.

Необходимость в нетрадиционных дополнительных средствах повышения грозоупорности ВЛ возникает тогда, когда эффект повышения грозоупорности ВЛ при применении основных средств (тросы, заземление опор, повышение прочности изоляции) недостаточен или их реализация экономически нецелесообразна. Дополнительным средством повышения грозоупорности ВЛ могут служить ОПН, устанавливаемые непосредственно на опорах ВЛ. Применение ОПН в дополнение к грозозащитным тросам на ВЛ наиболее эффективно в следующих случаях:

• на одной из цепей двухцепной ВЛ, что практически полностью предотвращает грозовые отключения одновременно двух цепей (часто практикуется питание ответственного потребителя по двухцепной ВЛ);
• при высоком сопротивлении заземления опор (вечномерзлые грунты, горные породы, сухой песок);
• на высоких опорах (переходы через водные преграды) [1, с. 150].

Экономические расчеты показывают, что защита всей трассы ВЛ с помощью ОПН без использования грозозащитного троса обойдется дороже установки (замены на новый) традиционного грозозащитного троса. При такой схеме грозозащиты (нет троса — есть ОПН) ток и энергия, проходящие в ОПН при ударе молнии в ВЛ, имеют высокие значения, повышая риск повреждения установленных ОПН. В этом случае необходимо использовать так называемые «тяжелые» ОПН, с высокими значениями токов пропускной способности (> 1000 А), что, в свою очередь, влечет существенное удорожание проекта. При строительстве и реконструкции ВЛ 110 ÷ 750 кВ массовую установку ОПН на опорах следует рассматривать как дополнительное средство повышения грозоупорности, необходимость в котором должна быть технически и экономически обоснована [2, с. 38].

Контраргументом для установки грозозащитного троса, как правило, является мнение, что при наступлении тяжелых климатических условий (толстый слой гололеда на проводах, галопирование и пр.) грозозащитный трос может приблизиться на недопустимо малое расстояние к фазным проводам или при возрастании нагрузок произойти обрыв. Однако при грамотном подходе к проектированию и монтажу такой вариант развития событий видится маловероятным, так как на этапе проектирования должны выполняться соответствующие расчеты, ставящие целью исключить возникновение подобных событий: подбор соответствующей конструкции грозозащитного троса, учитывающий климатические условия и расстояние между опорами, а также механический расчет (тяжения, стрелы провеса, монтажные таблицы); расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между грозозащитным тросом и фазными проводами при воздействии различных климатических условий и возникновении пляски; расчет нагрузок на опоры; расчет схемы гашения вибраций. Монтаж грозозащитного троса должен вестись в полном соответствии с проектом.

Из материалов VI Всероссийской конференции по молниезащите (г. Санкт-Петербург, 17–19 апреля 2018 г.) можно сделать следующие выводы о результатах применения ОПН без грозозащитных тросов:

• экономическая неэффективность применения ОПН и ухудшение статистики по грозовым отключениям с течением времени;
• выход из строя ОПН при ударе молнии в непосредственной близости от места установки, большое количество отключений вследствие повреждения ОПН первых поколений;
• возникновение аварийных ситуаций на ВЛ вследствие дефектных материалов и ошибок монтажа при установке ОПН.

Таким образом, повсеместная установка относительно дешевых, но маломощных ОПН не приводит к снижению аварийности на ВЛ вследствие грозовых перенапряжений, а установка мощных, но дорогостоящих ОПН на каждой опоре и всех фазных проводах является экономически неэффективной. Только комплексная защита ВЛ с применением грозозащитных тросов и точечной установки ОПН в наиболее критичных пролетах приводит к минимально возможным показателям по грозовым отключениям с приемлемой экономической эффективностью.

Повсеместная установка относительно дешевых, но маломощных ОПН не приводит к снижению аварийности на ВЛ вследствие грозовых перенапряжений, а установка мощных, но дорогостоящих ОПН на каждой опоре и всех фазных проводах является экономически неэффективной. Только комплексная защита ВЛ с применением грозозащитных тросов и точечной установки ОПН в наиболее критичных пролетах приводит к минимально возможным показателям по грозовым отключениям с приемлемой экономической эффективностью.

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 наболевшем —
откровенно

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

Удар молнии в грозозащитный трос и фазный провод

В СТО 56947007-29.060.50.015-2008 «Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35–750 кВ. Технические требования» в разделе 5.3 приведены требования к электрическим параметрам грозозащитных тросов. Так, п. 5.3.4 гласит, что грозозащитный трос должен быть стоек к воздействию импульса тока молнии с постоянной составляющей, переносящей заряд, величина которого определяется в кулонах для каждого класса молниестойкости ГТ при приложении к грозозащитному тросу растягивающей нагрузки, равной [СЭН + 5% МПР], где СЭН — среднеэксплуатационная нагрузка, МПР — максимальная прочность на разрыв [4, с. 9]. Таким образом, грозозащитные тросы делятся на 5 классов по молниестойкости («класс 0» — 50 кЛ… «класс 4» — 150 кЛ) и существуют определенные методики по выявлению этого параметра у грозозащитного троса. Другими словами, при ударе молнии определенной силы в грозозащитный трос последний должен выдержать и не порваться при определенной приложенной нагрузке. На провода же, используемые в качестве силовых фазных проводников (АС и др.), подобного требования нет и, соответственно, нет и методики, выявляющей молниестойкость. Считается, что основное назначение фазного провода — это передача электроэнергии, а основное назначение грозозащитного троса — защита ВЛ от прямого удара молнии.

Как показывает практика, при ударе молнии в фазный провод марки АС имеет место быть разрушение проволок верхнего повива с их расплетанием, и чем мощнее воздействие молнии, тем больше разрушается проволок. Это ведет к ряду негативных последствий:

• значительному повышению сопротивления поврежденного участка фазного провода, в результате провод может греться выше допустимой нормы;

• механическая прочность провода уменьшается;

• расплетенные проволоки могут приблизиться на недопустимое расстояние до других элементов ВЛ, тем самым значительно повышая вероятность возникновения КЗ и аварийного отключения ВЛ.

Следует заметить, что при ударе молнии в подвешенный грозозащитный трос в редких случаях возможно и его разрушение, но такая ситуация несет меньшие негативные последствия, чем удар молнии в более слабый с точки зрения молниеустойчивости фазный провод с более вероятным его повреждением. Работа фазного провода в пролете при наступлении тяжелых климатических условий (гололед, ветер, пляска, галопирование и пр.) может усугубиться ввиду уменьшения его механической прочности и повышения сопротивления (нагрев провода выше нормы ведет к разрушению провода), что может привести к дальнейшей аварии на ВЛ и дорогостоящему ремонту.

Требования «правил устройства электроустановок»

В ПУЭ-7, п. 2.5.116 указано, что «Воздушные линии 110 ÷ 750 кВ с металлическими и железобетонными опорами должны быть защищены от прямых ударов молнии тросами по всей длине. Сооружение ВЛ 110–500 кВ или их участков без тросов допускается:

• в районах с числом грозовых часов в году менее 20 и в горных районах с плотностью разрядов на землю менее 1,5 на 1 км^2 в год;

• на участках ВЛ в районах с плохо проводящими грунтами (r > 103 Ом•м);

• на участках трассы с расчетной толщиной стенки гололеда более 25 мм;

• для ВЛ с усиленной изоляцией провода относительно заземленных частей опоры при обеспечении расчетного числа грозовых отключений линии, соответствующего расчетному числу грозовых отключений ВЛ такого же напряжения с тросовой защитой.

Число грозовых отключений линии для случаев, приведенных в пп. 1–3, определенное расчетом с учетом опыта эксплуатации, не должно превышать без усиления изоляции трех в год для ВЛ 110 ÷ 330 кВ и одного в год — для ВЛ 500 кВ. Воздушные линии 110 ÷ 220 кВ, предназначенные для электроснабжения объектов добычи и транспорта нефти и газа, должны быть защищены от прямых ударов молнии тросами по всей длине (независимо от интенсивности грозовой деятельности и удельного эквивалентного сопротивления земли)» [3].

Таким образом, требования нормативной документации прямо устанавливают необходимость установки грозозащитных тросов по всей длине трассы, кроме особых случаев. Не допускается отказ от установки грозозащитного троса в пользу ОПН, как основного средства грозозащиты.

ВОЛС на ВЛ

Воздушные линии электропередачи давно пользуются популярностью для проведения линий связи. Воздушная прокладка кабелей связи (подвес) — один из самых экономичных способов организации связи, так как можно использовать существующие опоры, не выстраивая отдельной инфраструктуры. Но старые опоры могут не выдержать дополнительной нагрузки от подвеса отдельного кабеля связи. Тем более, дополнительный кабель — это дополнительные затраты на материалы, монтаж и обслуживание.

С другой стороны, в предыдущих параграфах сделан вывод, что грозозащитный трос на ВЛ необходим. Грозозащитный трос — металлический трос, подвешиваемый в самой высокой точке линии электропередачи над фазными проводами для защиты от ударов молний, естественный элемент ЛЭП. При этом основную часть времени он находится без напряжения, за исключением моментов, когда на него воздействует удар молнии или происходит короткое замыкание с фазным проводом. Поскольку оптическое волокно не подвержено электромагнитному влиянию, возникла идея соединить грозозащитный трос с оптическим кабелем, решив две задачи одновременно — повышение грозоупорности ВЛ и передача данных. На ВЛ по всему миру получил широкое распространение ОКГТ — оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос, предназначенный для защиты ВЛ от прямых ударов молнии, а также выполняющий функцию кабеля связи.

Внедрение оптических волокон в конструкцию грозозащитного троса позволяет быстро и эффективно создавать на инфраструктуре ЛЭП высокоскоростные современные линии передачи информации. Использование готовой инфраструктуры обеспечивает дополнительную безопасность линии связи, снижая аварийность — грозотрос висит в самой высокой точке опоры над фазными проводами, находящимися под напряжением, что существенно ограничивает несанкционированный доступ к линии.

Сегодня ОКГТ рекомендован ПАО «Россети» как основной метод организации связи на линиях 110 кВ и выше. СТО 56947007-33.180.10.172-2014 «Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше» п. 4.2.3: «Для создания ВОЛС на вновь строящихся или реконструируемых и действующих ВЛ наиболее надежным и экономически обоснованным является подвес ОКГТ на предусмотренные в конструкции опор узлы крепления. При этом ОКГТ выполняет функцию ГТ, осуществляя защиту ВЛ от прямых ударов молнии в фазные провода, и обеспечивает наряду с другими мероприятиями грозоупорность ВЛ, а также позволяет осуществлять по встроенному ОК передачу информации» [5, с. 19].

Таким образом, при применении оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос, сетевые энергетические компании получают не только защиту от ударов молнии, но еще и могут выступать в качестве операторов связи: оптические волокна и каналы можно сдавать в аренду, продавать или эксплуатировать их самостоятельно. Более того, если на ВЛ организована плавка гололеда, то оптические волокна, встроенные в грозозащитный трос, могут выступать в качестве распределенных датчиков системы измерения температуры вдоль ОКГТ. Система измерения температуры вдоль ОКГТ ставит целью не допустить ненормативный нагрев ОКГТ в режиме плавки. При использовании в составе ОКГТ волокна для мониторинга деформации (уложенного без избыточной длины) возможно также определение начала гололедообразования (или иных различных ненормативных воздействий) на отдельных участках трассы с точностью до нескольких метров. Данная система позволяет своевременно и эффективно предотвращать аварийные ситуации, которые могут возникать вследствие тяжелых климатических условий.

Грозозащитный трос является естественным и неотъемлемым элементом ВЛ, обеспечивая защиту фазных проводов от разрушения вследствие прямых ударов молнии. ОПН не могут являться заменой грозозащитному тросу в качестве основного средства обеспечения грозоупорности. Однако рекомендуется использование ОПН в качестве дополнительного средства грозозащиты на отдельных критических участках трассы.

Применение оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос, позволяет повысить экономическую эффективность использования тросовой защиты, путем создания канала связи на основе оптических волокон. При этом не требуется использования отдельных кабелей связи, увеличивающих нагрузку на опоры и требующих дополнительных затрат на их монтаж и эксплуатацию. Инновационные методы мониторинга состояния ОКГТ на основе оптического волокна, выступающего в качестве распределенного датчика, позволяют своевременно определять начало гололедообразования и использовать режим плавки гололеда с контролем температуры вдоль трассы.

Литература

1. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6 ÷ 1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений.
2. Дмитриев М. В. Применение ОПН для защиты изоляции ВЛ 6 ÷ 750 кВ.
3. Правила устройства электроустановок. 7-я редакция.
4. СТО 56947007-29.060.50.015-2008. Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35–750 кВ. Технические требования.
5. СТО 56947007-33.180.10.172-2014. Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

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

ЛОКУС

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. Большевистская, 177, оф. 425
тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79
e-mail: Locus-nsk@locus.ru
www.locus.ru

Когда клещи остаются ни с чем

Дарья Балаян, ГК «Энергоконтракт»

В самом разгаре лето, и работать на природе ох как сложно. Энергетикам, правда, желание работать в теплое время года отбивают отнюдь не грезы об отдыхе. С приходом весны для электротехнического персонала прибавляется еще один неочевидный, но крайне опасный риск — укус клеща. По данным Роспотребнадзора, только в Свердловской области в этом году уже зафиксировано более 1200 случаев укусов клещей, по четырем из них подтвержден диагноз «клещевой иксодовый боррелиоз».

Ровно 10 лет назад впервые в России была выпущена спецодежда для энергетиков, которые работали в весьма назойливом и опасном окружении — клещей, комаров, мошки. Ситуация с этим негативным фактором, сопровождающим работников при расчистке просек и валке леса, обходе сетевого хозяйства за городом, с годами не меняется, и все же работать стало гораздо комфортнее и безопаснее. С появлением специальной одежды, в которой технологи и биологи реализовали накопленный опыт и знания, существенно снизилось влияние этого отвлекающего фактора и беспокойства, а значит, больше сил и внимания персонал уделяет своим непосредственным профессиональным обязанностям. Человек защищен не только от неприятных ощущений укусов мелких вредителей, но и от риска заболеть опасными инфекциями, переносчиками которых являются клещи. «Сегодняшние технологии позволяют нам тиражировать "умную" спецодежду, которую мы когда-то создали, исходя из жизненной необходимости работников эндемичных районов, — уверена Виктория Озерицкая, руководитель отдела разработок компании "Энергоконтракт", первой создавшей специальную одежду для защиты от клещей. — Мы предусмотрели все детали так, чтобы человек надел один костюм и больше уже не думал, попадет ли на него клещ, куда он заберется, чтобы укусить... В нашем случае клещ просто не успеет этого сделать, раньше отпадет, парализованный и обезвреженный, благодаря особой пропитке ткани».

Биостоп Эксперт

Особые свойства

В 2008 году производитель средств индивидуальной защиты для работников ТЭК разработал и запатентовал принцип создания тканей с особыми свойствами — материалы способны удерживать акарицидную пропитку даже после многочисленных стирок. При этом особая обработка ткани не делает ее более плотной и не ухудшает показателей воздухопроницаемости. Еще на стадии работы над самой идеей надежной противоэнцефалитной защиты технологам важно было сделать пропитку абсолютно нелетучей, чтобы отпала нужда в дополнительных обработках репеллентами и спреями и исключить возможный длительный контакт кожи человека с химическим составом пропитки. Хотя по всем исследованиям подтверждена ее безопасность для здоровья, разработчикам принципиально не допустить даже вероятную индивидуальную реакцию на используемые материалы. На протяжении последующих лет и вплоть до сегодняшнего дня технологи продолжают совершенствовать конструкцию костюма.

Знать «противника в лицо»

Главными ориентирами для разработки противоэнцефалитной одежды были знания энтомологов о поведении клещей. Например, отбросив ложные представления о том, что клещ может попасть на человека с дерева, и приняв во внимание, что клещ всегда нападает снизу, технологи пришли к выводу, что на конструкции костюма должны быть барьеры, которые не позволят клещу попасть на кожу именно снизу. Так появились плотно прилегающие манжеты на брюках и куртке, внутренняя часть куртки, которую обязательно заправлять в брюки. А доказанный факт того, что клещи ползут исключительно вверх, стал отправной точкой при создании ловушек — они препятствуют этому вертикальному движению по телу человека. Складки-ловушки удерживают клеща. И наконец, данные НИИДезинфектологии об эффективности тех или иных химических средств, действующих угнетающе на клеща, позволили технологам создать подходящий состав для пропитки ткани.

Все учтено

Дизайнерам оставалось привести все эти важные элементы к общему знаменателю в удобном рабочем костюме. Для этого были учтены особенности работы линейного персонала. Вплоть до наиболее распространенных рабочих положений и наиболее частых действий с деревянными и металлическими предметами — в результате в местах повышенного износа (локтевая, коленная зоны, область сидения) применяются более износостойкие и менее скользкие материалы. В области колен съемные мягкие вставки добавляют удобства при работе на коленях.

Один из объективно наиболее сложных вызовов, которые стоят перед технологами, — это необходимость сочетать максимальную защиту для всех участков кожи, куда может добраться клещ, и максимальную облегченность этой одежды. Разработчики прекрасно понимают противоречие этих двух свойств для костюма (защита и облегченность), но не оставляют работу даже на пути к малейшему снижению дискомфорта от необходимости быть полностью одетым в жаркую погоду. Так, в новой версии Биостоп Эксперт все внутренние, заправляемые детали выполнены не из хлопковой ткани, а из особопрочной мелкой сетки, продуваемой, дышащей, но неприступной для клещей и насекомых.

Главным аргументом для специалистов, вынужденных работать в эндемичных зонах, в пользу внимательного отношения к своей спецодежде в сезон активности клещей может быть статистика Роспотребнадзора по количеству укушенных и зараженных, а также 10-летний опыт применения противоэнцефалитных костюмов по всей стране, в том числе, на предприятиях энергетики в Сибири, на Урале и Дальнем Востоке. За это время не было зафиксировано ни одного случая укуса клеща человека в противоклещевом костюме с технологиями Биостоп. **ЭS**

Грозозащитный трос на основе стальных проволок, плакированных алюминием

Дмитрий Гиберт, генеральный директор «Инкаб.pro», заместитель генерального директора по техническим вопросам ООО «Инкаб»

Использование грозозащитных элементов в высоковольтных линиях электропередач существенно повышает надежность и срок их эксплуатации. Они защищают ВЛЭП от прямых ударов молний и связанных с этим электрических перенапряжений, которые выводят системы передачи электроэнергии из строя. В прошлом номере журнала «ЭнергоStyle» мы рассмотрели конструкцию, номенклатурный ряд и характеристики грозозащитных тросов коррозионностойких. Продолжаем описание его свойств.

Стойкость к грозовому разряду

Основное предназначение грозозащитного троса исходит из его названия. Трос подвешивается выше фазных проводов и принимает на себя удар молнии, обеспечивая их защиту. Согласно СТО 56947007-29.060.50.015-2008 (с изм. от 30.10.2014) грозозащитный трос должен быть стоек к воздействию импульса тока молнии с постоянной составляющей, переносящей заряд, величина которого определяется в кулонах для каждого класса молниестойкости ГТ. При этом заявленная стойкость оцинкованных тросов составляет не менее 100 Кл, в то время как стойкость тросов с плакированием алюминием гораздо ниже и составляет не менее 50 Кл. Очевидно, что уплотнение проволок и отсутствие алюминиевой составляющей в оцинкованных тросах существенно улучшает сопротивляемость ударам молнии.

Стоит отметить, что методика испытаний, с помощью которой определяется стойкость к грозовому разряду, содержит ряд нюансов, повышающих воздействие экспериментального импульса тока молнии в сравнении с реальными ударами молнии в процессе эксплуатации.

1. Отрицательная полярность на электроде приводит к возникновению электрической дуги в виде конуса, основанием которого является электрод. Это приводит к тому, что наибольшая концентрация дуги приходится на очень маленькую площадь троса, перенося весь заряд в одну точку. Реальное воздействие разряда молнии происходит по иному механизму: дуга «пляшет» по поверхности троса, в том числе, вдоль длины, распределяя энергию переносимого заряда по значительной площади троса и снижая ударное и термическое воздействие.
2. Современные испытательные установки, доступные для промышленного применения на территории России, не обеспечивают требуемого фронта импульса тока молнии и вида электрода в соответствии с международной методикой. Поэтому данные испытания не могут достоверно указать на фактическую стойкость троса к грозовому разряду.

Компания ALCOA является общепризнанным мировым лидером в производстве грозозащитных тросов, в том числе с встроенным оптическим кабелем. Ее исследования показывают, что вероятность превышения амплитуды заряда молнии 50 Кл составляет всего 4,5 %. А подавляющая часть ударов молнии имеет заряд значительно ниже 50 Кл и не причиняет повреждений грозозащитному тросу. Согласно другим исследованиям компании ALCOA, вероятность попадания молнии в трос, а не в опору составляет от 0,4 до 0,6 % в зависимости от типа опор и длины пролета. Общая зависимость такая: чем выше опоры или чем меньше пролеты, тем меньше вероятность попадания молнии в трос. Таким образом, фактическая частота попадания молнии в трос примерно в два раза ниже общего количества ударов молнии в элементы ВЛ. При этом ALCOA определяет, что надежность грозозащитного троса определяется как не более одного повреждения на 100 миль в год при наихудших условиях (ток 200 А в течение 0,5 с), вероятность наступления которых составляет не более 1 %. Проведенные многочисленные испытания показали соответствие грозозащитных тросов на основе плакирования алюминием заданным параметрам надежности. Грозозащитные тросы на основе плакирования алюминием эксплуатируются во всем мире, причем в регионах со значительно большей, чем в России, активностью молний, таких как США и Бразилия, показывая отличную надежность в реальных условиях эксплуатации.

Коррозионная стойкость

Важный параметр для оборудования, применяющегося на объектах электроэнергетики, — соответствие заявленным характеристикам в течение срока службы. Согласно статистике ПАО «Россети», из-за коррозии происходит около 40 % всех отключений, связанных с грозозащитными тросами. В независимом и аккредитованном испытательном центре «ОптикЭнерго» были проведены сравнительные испытания грозозащитных тросов на основе оцинковки и плакирования алюминием. Испытания проводились в соответствии с международным стандартом: IEEE 1138-2009 — Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines, п. 6.4.3.8 на воздействие соляного тумана. То есть проводилось ресурсное испытание, определяющее способность троса обеспечивать требуемую стойкость к коррозии в течение всего срока эксплуатации. Образцы выдерживались в камере соляного тумана в течение 2 000 часов. После испытаний был проведен разбор и осмотр образцов: установлено отсутствие сквозного разрушения внешнего слоя для проволок, плакированных алюминием, и сделан вывод о соответствии требованиям нормативной документации (рис. 1 и 2). На оцинкованных стальных проволоках зафиксировано сквозное разрушение слоя оцинковки и отчетливые следы коррозии, сделан вывод о несоответствии требованиям нормативной документации (рис. 1 и 3).

Рис. 1. Образцы тросов после выдержки 2 000 часов в соляной камере. Коричневые и желтые метки — плакированные алюминием, синие — оцинкованные

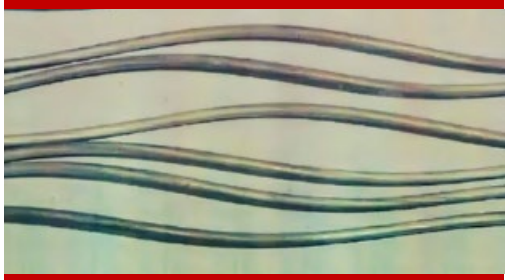


Рис. 2. Внешний повив троса из проволок, плакированных алюминием

Рис. 3. Внешний повив троса из оцинкованных проволок

Далее была определена поверхностная плотность цинка на внешнем повиве. При нормативном значении, согласно ГОСТ 7372-79 в 205 г/м^2, фактическая плотность цинка после испытания составила всего 131 г/м^2, что на 36 % меньше нормативных значений, в результате чего сделан вывод о несоответствии требованиям ГОСТ. Несмотря на постоянное улучшение технологии нанесения цинка на стальные проволоки, следует признать, что конструкции данного типа не обеспечивают требуемую коррозионную стойкость в течение всего срока эксплуатации.

Соответствие стандартам ПАО «Россети»

В ПАО «Россети» разработан и внедрен стандарт СТО 56947007-29.060.50.015-2008 (с изм. от 30.10.2014) «Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35–750 кВ. Технические требования». Грозозащиные тросы, плакированные алюминием, полностью соответствуют данному стандарту. Согласно п. 5.1.9 грозозащитный трос по степени крутимости должен быть малокрутящимся. Благодаря подбору направлений свивки отдельных слоев проволок в малокрутящихся канатах, устраняется вращение каната вокруг своей оси при свободном подвешивании груза. Обязательным условием изготовления малокрутящихся канатов является расположение проволок в двух или трех концентрических слоях с противоположным направлением свивки каждого концентрического ряда проволок. В этом случае моменты вращения всех прядей каната уравновешиваются, что предотвращает общее вращение каната вокруг своей оси. Грозозащитные тросы на основе плакирования алюминием выполняются с чередованием направлений повива скрутки. В то же время в оцинкованных грозозащитных тросах все повивы проволок выполнены в одну сторону, что не позволяет считать его малокрутящимся.

Соответствие грозозащитных тросов на основе плакирования алюминием требованиям СТО подтверждено пройденными испытаниями, включая проверку на:

- прочность на разрыв;
- стойкость к эоловой вибрации — 100 млн циклов;
- стойкость к галопированию (пляске) — 100 тыс. циклов;
- стойкость к токам короткого замыкания;
- стойкость к грозовому разряду;
- климатические воздействия пониженной и повышенной температурой.

Резюме

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- ГТК легче оцинкованных тросов и оказывают меньшие среднеэксплуатационные нагрузки на опоры;
- ГТК имеют меньшие стрелы провеса в нормальных режимах и меньшие нагрузки при воздействии гололеда с ветром, сохраняя необходимый запас до разрывной прочности;
- ГТК имеют существенно лучшую термическую стойкость к токам короткого замыкания, обеспечивая соответствие современным требованиям;
- ГТК обладают требуемой стойкостью к грозовым разрядам, что подтверждается испытаниями и многолетним мировым опытом эксплуатации;
- ГТК обладают существенно лучшей коррозионной стойкостью в течение всего срока службы, который составляет не менее 50 лет;
- ГТК полностью соответствуют требованиям СТО ПАО «Россети».

Литература

1. Асталюхина А. С., Пикалов Е. С. Характеристика современных методов нанесения защитных цинковых покрытий // Успехи современного естествознания. 2015. № 11–1. С. 11–14.
2. Механошин 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.
3. Зотов Д. Р. («Эм-Кабель») Грозозащитные тросы на ЛЭП. Сравнительные испытания образцов // Новости Электротехники. 2017. № 2 (104)–3 (1050).
4. “Draft IEC 1396 : Electrical mechanical and physical requirements and test method of optical ground wires” — July 1996.
5. Improved Performance of OPGW Under Lightning Discharges in Brazilian Regions with a High Keraunic Level. CIGRE-2004.
6. 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. Большевистская, 177, оф. 425
тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79,
e-mail: Locus-nsk@locus.ru
www.locus.ru

ЛОКУС

Модернизация цифровых приборов

постоянного и переменного тока, напряжения и частоты серий Щ, ЩП, ЩЧ

Александр Тюков, начальник отдела маркетинга ОАО «Электроприбор»

В последнее десятилетие одним из приоритетных направлений деятельности электросетевых компаний является модернизация изношенных и устаревших средств измерений. Единой Технической политикой электросетевого комплекса ПАО «Россети», утвержденной Советом директоров ПАО (протокол № 252 от 22.02.2017 г.), предусмотрено проведение мероприятий по совершенствованию парка средств измерений, имеющих сверхнормативный износ. Так, в период с 2014 по 2017 год в рамках программ модернизации и реконструкции на электросетевых объектах страны установлено около 60 тыс. цифровых приборов.

Отечественные цифровые приборы поступают на объекты энергетики как в составе готовых решений (шкафного оборудования) ведущих производителей электротехнического оборудования России: «МЭЩ», «НИПОМ», «Релематика», «ЧЭАЗ», «ЭКРА», «Электрощит-Самара» и др., так и через прямые закупки электросетевыми компаниями.

В 2017 году проведены работы по модернизации наиболее популярной линейки цифровых приборов постоянного и переменного тока, напряжения и частоты серий Щ, ЩП, ЩЧ. Модернизация коснулась как технических, так и их потребительских характеристик приборов, существенно расширились программные и функциональные возможности.

До 2018 года **С 2018 года**

Основные преимущества новой линейки:

1. *Новый дизайн лицевой панели*. Модернизированные приборы серий Щ, ЩП, ЩЧ имеют новый дизайн лицевой панели черного цвета, что способствует более контрастному отображению данных.

2. *Увеличен размер индикаторов*. Для приборов с габаритными размерами 120 х 120 мм (Щ120, ЩП120, ЩЧ120 с красными, зелеными, желтыми индикаторами) увеличен размер индикаторов до 26 мм, тогда как ранее высота индикаторов составляла 20 мм.

3. *Реализована цветная комбинированная индикация*. Для приборов с габаритными размерами 120 х 120 мм добавлено новое исполнение с комбинированной шкалой, состоящей из цифровой и барграфической (дискретно-аналоговой) шкал. Барграфическая шкала способствует большей информативности, поскольку информация об измеренном сигнале отображается в процентах. Для отображения различных зон с порогами срабатывания уставок можно задать разные цвета (красный, желтый или зеленый).

4. *Расширены измеряемые диапазоны*. Для приборов серии ЩП диапазон прямого подключения расширен до 20 А, добавлены диапазоны измерения частоты 15…100 Гц, 100…850 Гц. Для приборов серии Щ добавлены диапазоны 300 В, 1 мА. Для приборов серии ЩЧ – 10…9 999 Гц, 10…15 000 Гц при действующих значениях измеренного напряжения 22,5 В...180 В или 75 В...600 В. Во всех приборах предусмотрено перепрограммирование коэффициентов трансформации, параметров аналоговых выходных сигналов и цвета индикации с помощью кнопок на передней панели или специализированной программы «Конфигуратор».

5. *Расширены коммуникационные возможности*. Приборы серий Щ, ЩП, ЩЧ возможно объединить в единую информационную сеть с другими средствами измерения для передачи информации на верхний уровень по интерфейсу RS485. Поддерживаемый протокол обмена данными — Modbus RTU, для приборов серии ЩП дополнительно реализован протокол МЭК 60870-5-101. В виде опций можно заказать: дополнительный интерфейс RS485, до 2-х аналоговых выходов, до 2-х дискретных выходов. Это позволяет более гибко использовать приборы для считывания и передачи измеренной информации в системах телемеханики и АСУ ТП, облегчает сопряжение с распространенными в АСУ ТП энергообъектов SCADA-системами. Кроме того, имеется возможность исполнения без интерфейсов RS485 в случаях, когда в интерфейсе нет необходимости и вся информация считывается зрительно с самого прибора. Стоимость такого прибора ниже, чем прибора с интерфейсом.

6. *Увеличен межповерочный интервал и гарантийный срок эксплуатации*. Интервал между поверками приборов теперь составляет 10 лет, тогда как ранее межповерочный интервал составлял 6 лет. Увеличился гарантийный срок эксплуатации до 60 месяцев.

7. *Контроль качества электроэнергии (для приборов серии ЩП)*:
- отклонение частоты;
- длительность провала напряжения;
- глубина провала напряжения;
- длительность прерывания напряжения;
- длительность временного перенапряжения;
- фликер;
- гармоники до 50 по группам и подгруппам;
- несинусоидальность.

Хранение измеряемых параметров и вычисление параметров качества электроэнергии осуществляется на внешнем персональном компьютере через программное обеспечение «Конфигуратор».

Таким образом, приборы серий Щ, ЩП и ЩЧ стали значительно удобнее и эффективнее в эксплуатации. Все изменения позволяют повысить наглядность представляемой информации и удобство ее считывания для оперативного персонала подстанций.

Все приборы сертифицированы и включены в Государственный реестр средств измерений:
Приборы серии Щ внесены в Госреестр СИ РФ № 68258-17, срок действия до 07 августа 2022 г.
Приборы серии ЩП внесены в Госреестр СИ РФ № 68259-17, срок действия до 07 августа 2022 г.
Приборы серии ЩЧ внесены в Госреестр СИ РФ № 67465-17, срок действия до 10 мая 2022 г.

ЭS

Эволюция ОКГТ.
Современные конструкции

Валерий Бабарыкин, руководитель отдела технической компетенции ООО «Инкаб»

Оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос (ОКГТ), — это элемент воздушной линии электропередач (ВЛ), предназначенный для защиты от прямых ударов молнии, а также выполняющий функцию волоконно-оптического кабеля связи.

Согласно стандарту ФСК ЕЭС СТО 56947007-33.180.10.172-2014 «Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше», на вновь строящихся или реконструируемых и действующих ВЛ наиболее надежным и экономически обоснованным техническим решением является подвес ОКГТ на предусмотренные в конструкции опор узлы крепления.

Основные причины, по которым предпочтение отдается именно ОКГТ:
1) Благодаря тому, что ОКГТ устанавливается вместо грозозащитного троса на тросостойкие опоры, его подвес не вызывает дополнительных нагрузок на опоры.
2) ОКГТ устанавливается на место грозозащитного троса и выполняет две функции — защита ВЛ от ударов молнии и ВОЛС. Таким образом, количество элементов ВЛ меньше, чем при использовании ОКСН. Особенно актуально для нового строительства, в этом случае уменьшаются затраты на монтаж и на арматуру (монтируется один элемент вместо двух).
3) Вероятность схлеста с фазными проводами и создания аварийной ситуации из-за несоблюдения габаритов до пересекаемых объектов намного ниже по сравнению с ОКСН, который размещается в межфазном пространстве и обладает значительно меньшим модулем упругости (сильнее вытягивается под воздействием ветра и гололеда).
4) На ОКГТ есть возможность организации плавки гололеда. Особенно это актуально в районах с нормативной толщиной стенки гололеда 25 мм и больше, а также с частыми образованиями гололеда или изморози в сочетании с сильными ветрами в районах с частой и интенсивной пляской проводов.

Первая конструкция ОКГТ была запатентована в 1977 году британской компанией BICC (British Insulated Callender›s Cables). В 1980-х годах ОКГТ получил широкое распространение по всему миру. К 2000 году в эксплуатации находилось уже около 60 000 км линий связи на основе ОКГТ. На данный момент примерно 80 % всех мировых высоковольтных магистральных энергетических линий оснащено ОКГТ.

Как правило, помимо оптической части, в ОКГТ применяются стальные проволоки, плакированные алюминием, и проволоки из алюминиевого сплава. Комбинация этих двух типов проволок дает возможность подбирать оптимальные характеристики троса под каждый проект. Для обеспечения низкого электрического сопротивления и высокой термической стойкости используются проволоки из алюминиевого сплава. Для обеспечения высокой прочности и упругости используются стальные проволоки, плакированные алюминием. Алюминиевое покрытие стальных проволок, помимо улучшенной термической стойкости, обеспечивает высокую коррозионную стойкость и меньший вес в сравнении с возможной альтернативой — цинковым покрытием. Далее рассмотрим историю развития конструкций ОКГТ, которые условно разделены на четыре поколения.

ОКГТ первого поколения

Изначально идея ОКГТ была реализована следующим образом: классическая конструкция оптического кабеля с одним или несколькими полимерными модулями была помещена внутрь алюминиевой трубки, поверх которой скручивались плакированные алюминием стальные проволоки и проволоки из алюминиевого сплава.

Плюсы конструкции:
1) *большая доля алюминия* в ОКГТ обеспечивает высокую стойкость к токам коротких замыканий;
2) *удобство разделки и терминирования* кабеля классической модульной структуры.

Минусы конструкции:
1) *неэффективное использование сечения* из-за наличия полимерных модулей внутри конструкции, как следствие — большой наружный диаметр и уменьшенное сечение металлических элементов;
2) *низкая стойкость к раздавливающим нагрузкам* из-за большого внутреннего диаметра алюминиевой трубки, при увеличенных растягивающих нагрузках оптическая часть может деформироваться от давления, создаваемого в зажимах;
3) *склонность оптической части к пластической деформации* — низкая допустимая растягивающая нагрузка (до 40 % от прочности на разрыв).

Многие зарубежные компании и по сей день производят ОКГТ первого поколения. В странах СНГ европейские производители представлены в основном этим поколением ОКГТ. Также существует тип конструкций ОКГТ первого поколения, сердечник которых состоит целиком из полимерных материалов. Характеристики ОКГТ такого типа значительно уступают остальным конструкциям, так как полимерный сердечник не увеличивает ни разрывную нагрузку, ни термическую стойкость, однако значительно увеличивает габариты кабеля.

Организаторы

Правительство Республики Башкортостан · Министерство промышленности и инновационной политики РБ · БВК

Традиционная поддержка

Министерство энергетики РФ · Минпромторг России · АО «БЭСК» · Башкирская генерирующая компания · Башэнергосбыт

23-26 октября

Уфа/Ufa 2018

Российский Энергетический Форум

Russian energy forum

Международная выставка

Энергетика Урала

Выставка энергетического, электротехнического оборудования и энергоэффективных технологий

#энергетикаурала #рэф

ВДНХ ЭКСПО

+7 (347) 246-41-93 www.energobvk.ru, www.refbvk.ru

energo@bvkexpo.ru, kongress@bvkexpo.ru vk.com/ref_02 energobvk energyexpo

ОКГТ второго поколения

Конструкция на основе профилированного сердечника — алюминиевого цилиндра со спиральными пазами, в которые закладываются оптические модули с волокнами. На сердечник может накладываться алюминиевая трубка. Поверх сердечника (трубки) накладываются стальные плакированные проволоки и проволоки из алюминиевого сплава.

Плюсы конструкции:

1) *очень высокая стойкость к раздавливающим нагрузкам* — в ОКГТ этого типа оптический сердечник эффективно сопротивляется раздавливанию благодаря своей форме;

2) *высокая термическая стойкость* — сохраняется большая доля алюминия, обусловленная особенностью формы сердечника;

3) *более эффективное использование сечения* — по сравнению с ОКГТ первого поколения доля полимерных материалов в сечении кабеля уменьшена, но не исключена (волокна располагаются в пазах сердечника внутри полимерных трубок).

Минусы конструкции:

1) *большой диаметр* — из-за особенности формы сердечник ОКГТ второго поколения обладает увеличенными размерами, поверх которого, как правило, накладывается алюминиевая оболочка для обеспечения герметичности. Оболочка дополнительно увеличивает габариты сердечника, а в случае ее отсутствия повышается риск повреждения волокон по причине проникновения влаги;

2) *склонность сердечника к пластической деформации* — низкая допустимая растягивающая нагрузка (до 40 % от прочности на разрыв);

3) *сложность монтажа* — для разделки этого типа кабелей требуется специальный инструмент, который позволит безопасно извлекать оптические волокна.

На сегодняшний день ОКГТ второго поколения распространены значительно меньше, чем конструкции последующих поколений и даже конструкции первого поколения в силу своей громоздкости и особенностей монтажа.

ОКГТ третьего поколения

Это конструкции на основе оптического модуля из нержавеющей стали. Стальной модуль скручивается со стальными проволоками, плакированными алюминием, и проволоками из алюминиевого сплава. Стальной модуль весьма компактный, его наружный диаметр соизмерим с диаметрами проволок, что позволяет производить ОКГТ третьего поколения в двух исполнениях:

а) оптический модуль расположен в центре конструкции, вокруг него скручиваются один или несколько повивов проволок;

б) один или несколько оптических модулей расположены в первом повиве проволок.

Плюсы конструкции:

1) *оптические модули обладают высокой упругостью и прочностью* — не склонны к пластическим деформациям, конструкции на их основе обладают высокой допустимой растягивающей нагрузкой (50–70 % от разрывной нагрузки);

2) *высокая стойкость к раздавливающим нагрузкам* — обеспечивается за счет повышенной прочности стали и небольшого внутреннего диаметра модулей;

3) *возможность изготовления очень компактных конструкций* — за счет малых габаритов оптического модуля минимальный наружный диаметр ОКГТ третьего поколения значительно уменьшен по сравнению с конструкциями других поколений;

4) *эффективное заполнение сечения* ОКГТ благодаря отсутствию конструктивных элементов из полимерных материалов.

Благодаря своим улучшенным механическим характеристикам, конструкции третьего поколения получили широкое распространение в России и по всему миру.

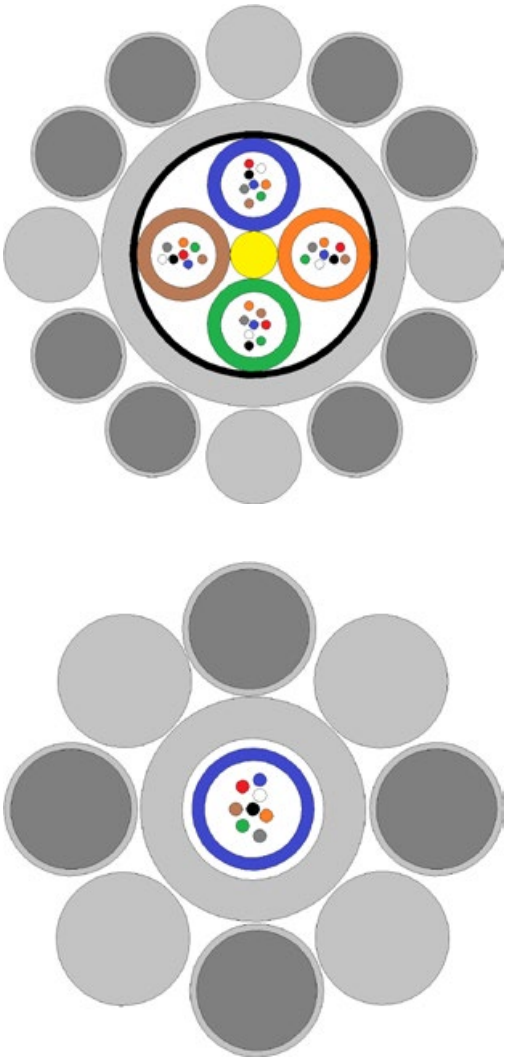


Рис. 1. ОКГТ первого поколения

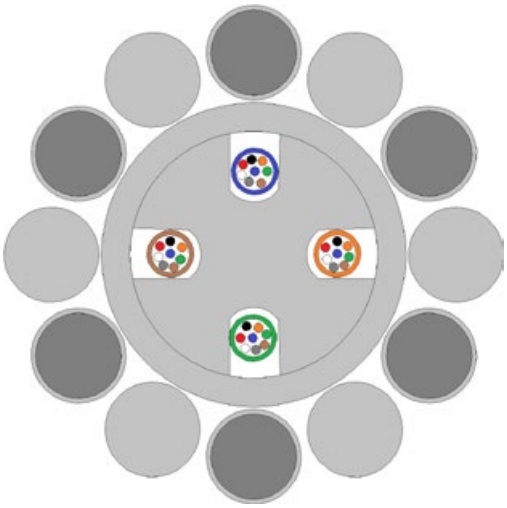


Рис. 2. ОКГТ второго поколения

БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

БЕЛЭКСПОЦЕНТР

8-10 августа 2018

XIV БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

XV межрегиональная специализированная выставка

СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД

Энергетика
Ресурсосбережение
Экология

ВКК "БЕЛЭКСПОЦЕНТР", г. Белгород, ул. Победы, 147 А
Тел.: (4722) 58-29-40, 58-29-48, 58-29-51, 58-29-41
E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru

ОКГТ четвертого поколения

Конструкции на основе стального оптического модуля, покрытого слоем алюминия, вокруг которого скручиваются плакированные проволоки и проволоки из алюминиевого сплава.

Плюсы конструкции:

1) *упругость оптического модуля обеспечивается его внутренней стальной частью* — конструкции обладают высокой допустимой растягивающей нагрузкой;

2) *повышенная стойкость к раздавливающим нагрузкам* (в 1,5 раза выше, чем у третьего поколения) — обеспечивается, во-первых, стальной частью модуля с малым внутренним диаметром, во-вторых, толстой стенкой алюминиевой части модуля;

3) *высокая коррозионная стойкость* — отсутствует открытый контакт стали с алюминием, что исключает возможность возникновения гальванической пары между элементами конструкции;

4) *высокая термическая стойкость* — толстый слой чистого алюминия на поверхности стального модуля значительно увеличивает стойкость ОКГТ к токам короткого замыкания;

5) *наиболее эффективное заполнение сечения кабеля* — обеспечение высоких эксплуатационных характеристик при наименьшем диаметре.

Конструкции четвертого поколения появились относительно недавно, но уже активно применяются во всем мире.

Хотя в конструкциях ОКГТ-Ц и ОКГТ-С есть открытый контакт нержавеющей стали и алюминия, в процессе испытания на воздействие соляного тумана в течение 2 000 часов у этих конструкций очаги коррозии не отмечены. Преимуществом конструкции ОКГТ-Ц-А является то, что образование гальванической пары между конструктивными элементами в принципе невозможно в течение всего срока эксплуатации (50 лет).

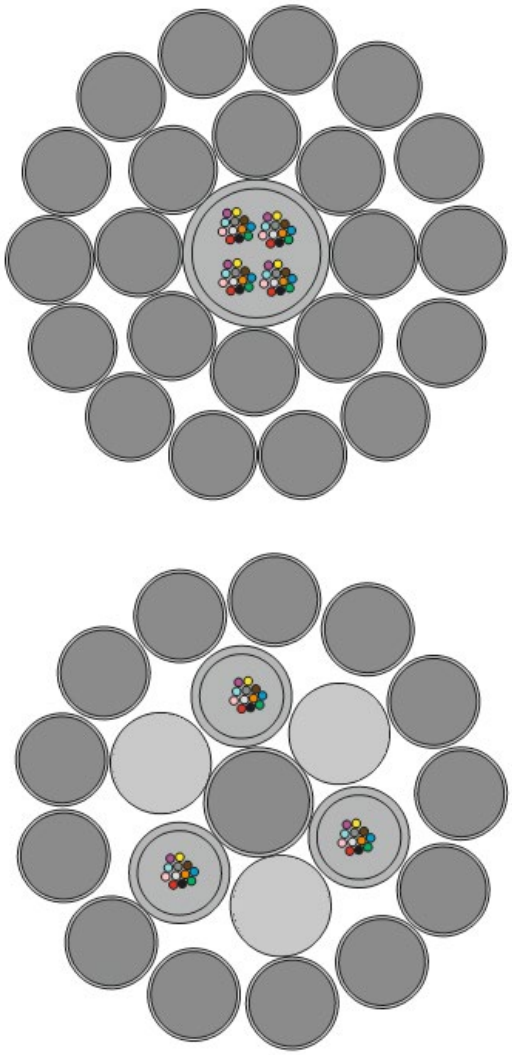


Рис. 3. ОКГТ третьего поколения

Современные типы ОКГТ

Рассмотрим современные типы ОКГТ на примере конструкций завода «Инкаб». В 2014 году на новой производственной площадке в Нестюково близ города Перми был запущен в производство ОКГТ. В начале 2015 года получено заключение аттестационной комиссии ПАО «Россети» о том, что ОКГТ «Инкаб» соответствует требованиям стандартов организации и рекомендован к применению на объектах Россетей. В 2016 году завод начал производство ОКГТ четвертого поколения. В настоящее время производится два типа ОКГТ третьего поколения и ОКГТ четвертого поколения. Рассмотрим особенности каждого типа конструкций.

ОКГТ-Ц. Центральный стальной оптический модуль со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в модуле заполнено гидрофобным гелем. Поверх модуля спирально накладываются один или несколько повивов армирующих проволок.

Особенности применения:

- Конструкции этого типа могут изготавливаться от 8 мм в диаметре. Малогабаритные конструкции оптимальны для линий с низкими требованиями по электрическим и механическим параметрам, например, ВЛ 35 кВ.
- Количество оптических волокон до 48.

ОКГТ-С. Центральный элемент в виде стальной плакированной алюминием проволоки или проволоки из алюминиевого сплава, вокруг которого скручен повив из армирующих проволок, один или несколько стальных оптических модулей со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптическом модуле заполнено гидрофобным гелем. Поверх спирально накладываются один или несколько повивов проволок.

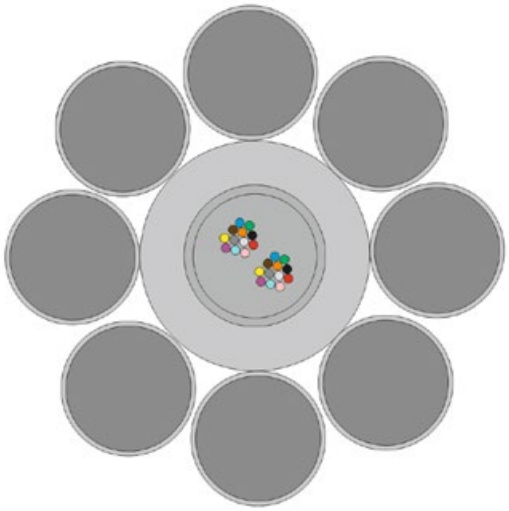


Рис. 4. ОКГТ четвертого поколения

Особенности применения:

• Конструкция оптимальна для применения на линиях с большими пролетами и тяжелыми климатическими условиями, на специальных переходах. Стойкость к растягивающим нагрузкам примерно на 20 % выше, чем у конструкций с центральным модулем. Повышенная допустимая растягивающая нагрузка обеспечивается за счет того, что избыточная длина оптического волокна складывается из двух составляющих — свободная укладка внутри модулей и скрутка модулей вокруг центрального силового элемента. Благодаря увеличенной избыточной длине волокна, нагрузка на него начинает передаваться при большем значении тяжения.

• Количество оптических волокон до 288. Конструкция ОКГТ-С может содержать несколько оптических модулей, до 48 волокон в каждом модуле.

ОКГТ-Ц-А. Содержит центральный стальной оптический модуль, покрытый алюминием, со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптическом модуле заполнено гидрофобным гелем. На центральный оптический модуль спирально накладывается один или несколько повивов из армирующих проволок.

Особенности применения:

• На линиях со средними и повышенными требованиями по стойкости к токам КЗ конструкция ОКГТ-Ц-А будет наиболее эффективной. Высокая термическая стойкость обеспечивается за счет слоя алюминия на стальном модуле, толщина которого варьируется от 1 до 2 мм в зависимости от требуемых характеристик и допустимых размеров конструкции. При равном диаметре и разрывной нагрузке термическая стойкость ОКГТ-Ц-А, как правило, больше, чем у ОКГТ-Ц и ОКГТ-С.

• Количество оптических волокон до 48.

• В районах с возможным воздействием на ОКГТ агрессивных химических веществ, например, на побережьях морей и вблизи химических предприятий. Высокая коррозионная стойкость обеспечивается за счет того, что в конструкции нет открытого контакта стали с алюминием.

Из всех существующих конструкций ОКГТ наиболее технически совершенными являются конструкции третьего и четвертого поколения на основе оптического модуля из нержавеющей стали благодаря наилучшим механическим характеристикам. Конструкция четвертого поколения со стальным модулем, покрытым алюминием (ОКГТ-Ц-А), помимо высоких механических характеристик, обладает улучшенной коррозионной стойкостью, стойкостью к токам короткого замыкания, повышенной стойкостью к раздавливающим нагрузкам, что делает эту конструкцию наиболее универсальной и надежной.

Группа компаний «Локус» является партнером «Инкаб» и готова обеспечить поставку ОКГТ-Ц-А во все регионы России.

Рис. 5. Варианты конструкций ОКГТ-Ц

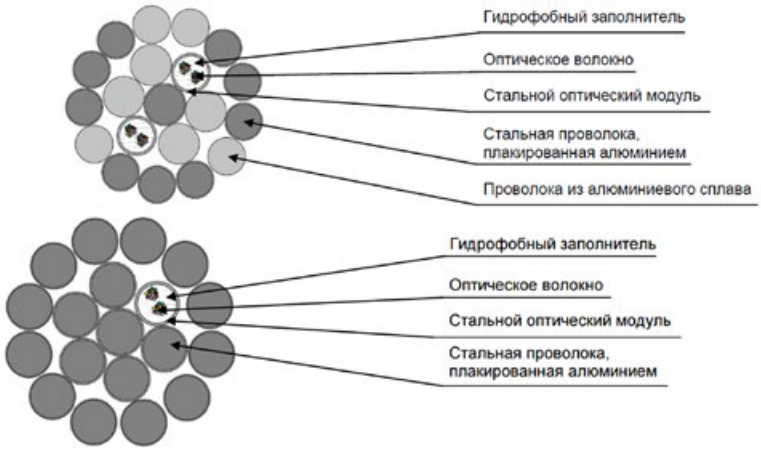


Рис. 6. Варианты конструкций ОКГТ-С

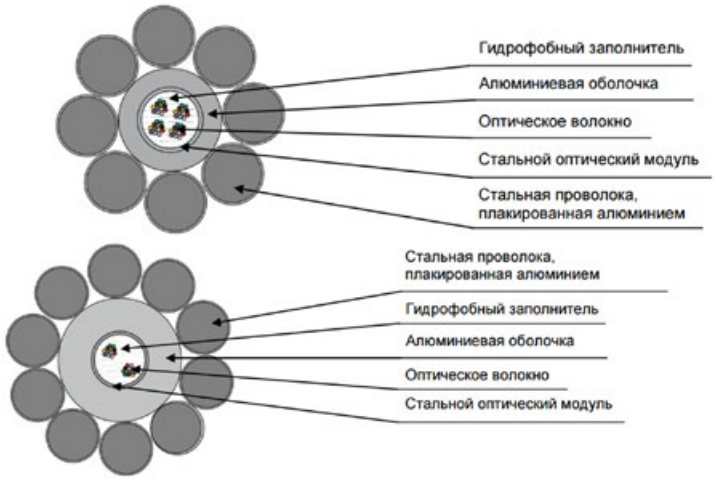
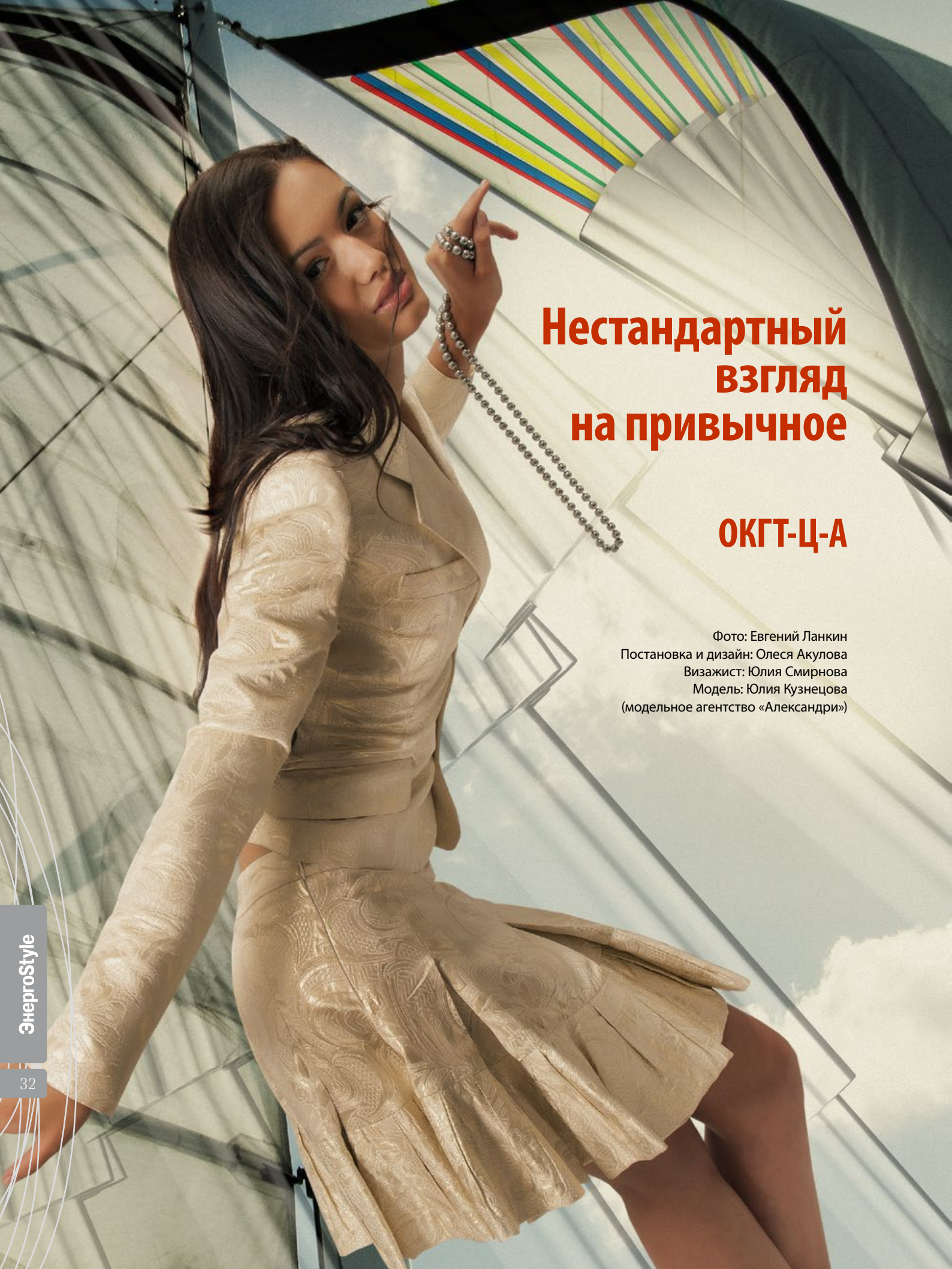


Рис. 7. Варианты конструкций ОКГТ-Ц-А

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. Большевистская, 177, оф. 425
тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79,
e-mail: Locus-nsk@locus.ru
www.locus.ru



Нестандартный взгляд на привычное

ОКГТ-Ц-А

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Юлия Смирнова
Модель: Юлия Кузнецова
(модельное агентство «Александри»)

МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ

Выставки

Июль/Август/Сентябрь

Германия, Франкфурт/02.07–04.07
«World Bioenergy Congress and Expo»
Международная выставка и конференция

США, Сан-Франциско/10.07–12.07
«Intersolar North America»
Международная выставка и конференция

Япония, Токио/11.07–13.07
«Energy Power Saving Expo-2018»
Международная выставка технологий

ЮАР, Йоханнесбург/17.07–19.07
«Power-Gen Africa-2018»
6-я Международная выставка и конференция

Малайзия, Куала-Лумпур/17.07–19.07
«Green Energy Expo & Forum-2018»
Международная выставка и конференция

Белгород/08.08–10.08
«Современный город. Энергетика. Ресурсосбережение. Экология-2018»
Межрегиональная специализированная выставка

Китай, Гуанчжоу/16.08–18.08
«APBE-2018»
Международная выставка

«PV Guangzhou-2018»
Международная выставка

«Power Expo-2018»
Международная выставка

Германия, Нюрнберг/17.08–18.08
«iSEnEC-2018»
Выставка и конференция

Австралия, Брисбен/24.08–26.08
«Queensland Mining & Engineering Exhibition (QME)-2018»
Выставка

Франция, Париж/26.08–31.08
«CIGRE-2018»
47-я сессия и выставка

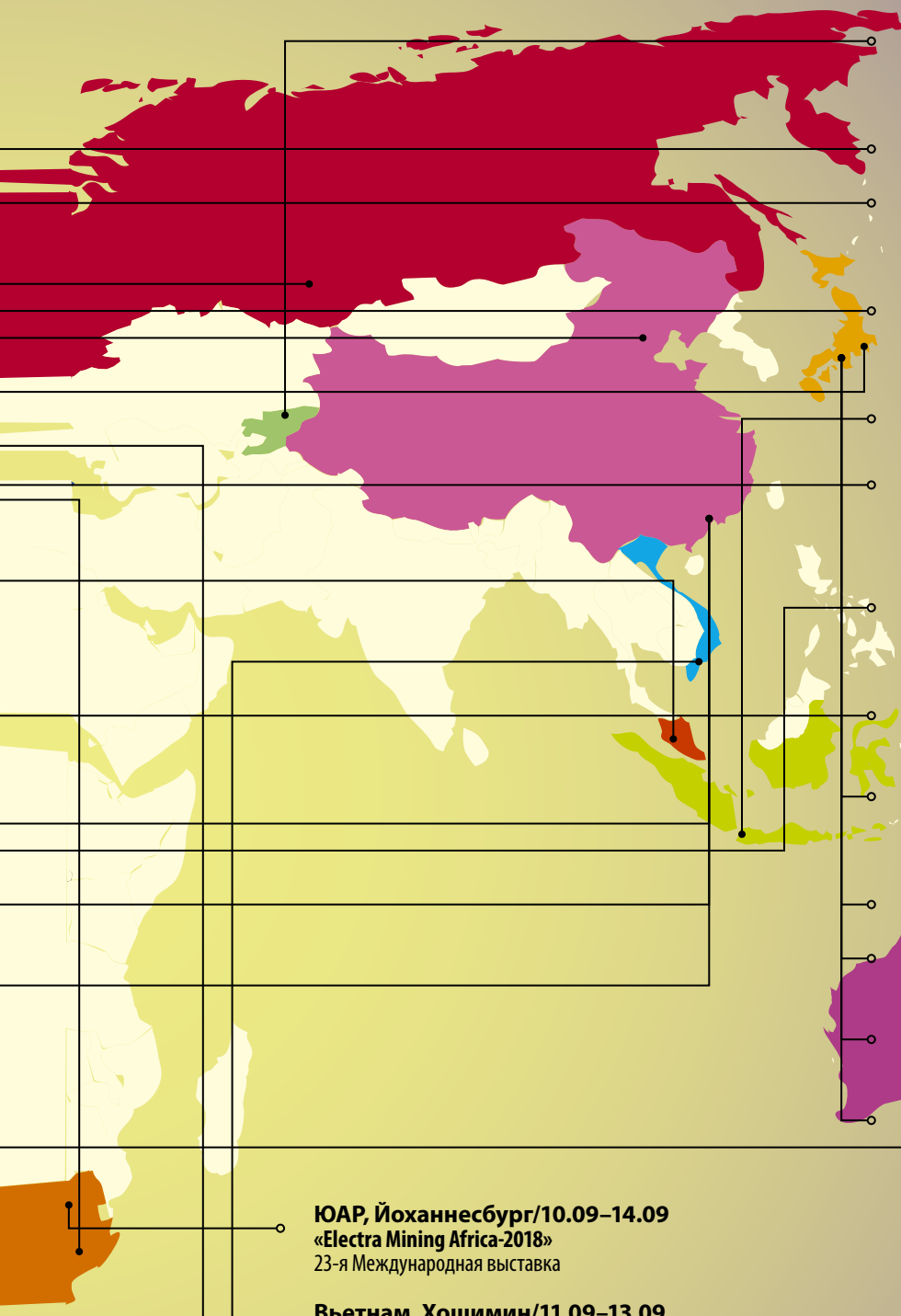
Норвегия, Ставангер/27.08–30.08
«Offshore Northern Seas-2018»
Международная выставка, конференция и фестиваль

Германия, Франкфурт/28.08–29.08
«EnergieEffizienz-2018»
Выставка

Бразилия, Сан-Паулу/28.08–30.08
«Intersolar South America-2018»
Международная выставка

Китай, Пекин/05.09–07.09
«CINE-2018»
Китайская международная выставка

Кемерово/06.09
«Город света»
1-я специализированная выставка



Киргизия, Ош/11.09–13.09
«Yug Energy-2018»
Специализированная выставка

Германия, Штутгарт/18.09–19.09
«F-Cell-2018»
Международная выставка

Санкт-Петербург/18.09–20.09
«Промышленная электротехника и приводы»
11-я специализированная выставка

Германия, Лейпциг/18.09–20.09
«Hivoltec-2018»
Международная выставка

Индонезия, Джакарта/18.09–20.09
«Asia Power Week-2018»
Международная неделя энергетики

Волгоград/18.09–21.09
«СтройЭкспо. ЖКХ-2018»
Всероссийская специализированная выставка

США, Анахайм/24.09–27.09
«Solar Power International»
Международная выставка и конференция

Германия, Гамбург/25.09–28.09
«WindEnergy Hamburg-2018»
Международная выставка и конгресс

Япония, Осака/26.09–28.09
«PV System Expo Osaka-2018»
Международная выставка

«International Smart Grid Expo Osaka-2018»
Международная выставка

«Biomass Expo Osaka-2018»
Выставка

«Wind Expo Osaka-2018»
Международная выставка

«Thermal Power Expo Osaka-2018»
Международная выставка

ЮАР, Йоханнесбург/10.09–14.09
«Electra Mining Africa-2018»
23-я Международная выставка

Вьетнам, Хошимин/11.09–13.09
«Electric & Power Vietnam-2018»
7-я Международная выставка и конференция

Польша, Бельско-Бяла/11.09–13.09
«Energetab-2018»
Выставка энергетической промышленности

Германия | США | Япония | ЮАР | Малайзия | Россия | Китай | Австралия | Франция | Норвегия | Бразилия | Вьетнам | Польша | Киргизия | Индонезия

Люминесценция минералов

Валерий Кайнов, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, старший научный сотрудник Уральского геологического музея Уральского государственного горного университета

Свечение твердых тел, сформировавших литосферу — внешнюю оболочку нашей планеты, — тема, заслуживающая особого внимания ученых. Это минералы, которые имеют естественное происхождение, обладают определенным химическим составом и являются кристаллами. К настоящему времени открыто и изучено около пяти тысяч минеральных видов, слагающих разнообразные геологические объекты. Значительная часть минералов способна люминесцировать. Множество синтезированных — искусственных, выращенных в лабораторных и заводских условиях кристаллов здесь не рассматриваются, как и вещества, зачастую именуемые в средствах массовой информации минералами, а в действительности являющимися макро- и микроэлементами, входящими в состав пищевой или фармацевтической продукции.

Рис.1. Катрин Денёв с бериллом, способным люминесцировать

Светить везде

Люминесценция — оптическое свойство вещества излучать свет, связанное с любым видом воздействия на него, исключая раскаливание. Свечение происходит под влиянием внешнего возбуждения длительностью более 10^{-10} секунды. К числу люминесцирующих относятся прозрачные и просвечивающие минералы, имеющие стеклянный или алмазный блеск. В большинстве случаев люминесценция у минералов слабая и лучше наблюдается в полной темноте.

В зависимости от источника возбуждения различают несколько типов люминесценции:

Тип люминесценции	Характеристика внешнего воздействия
Фотолюминесценция	Облучение видимым светом коротковолновой области; ультрафиолетовое излучение
Рентгенолюминесценция	Рентгеновское излучение
Катодолюминесценция	Поток электронов — β-излучение
Термолюминесценция	Нагревание ниже температур накаливания
Триболюминесценция	Ударные нагрузки, раскалывание, трение
Электролюминесценция	Изменение напряженности электрического поля

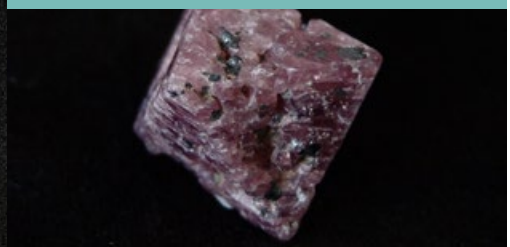


Рис. 2 а. Октаэдрический кристалл шпинели при дневном освещении

Рис. 2 б. Октаэдрический кристалл шпинели, флюоресцирующий красным цветом

Рис. 3 а. Примазки отэнита в трещине кремнистой породы при дневном освещении

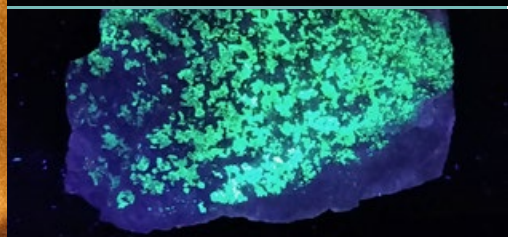


Рис. 3 б. Примазки отэнита в трещине кремнистой породы, флюоресцирующие зеленым цветом

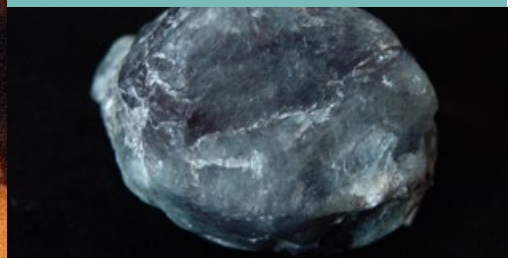


Рис. 4 а. Кристалл александрита при дневном освещении

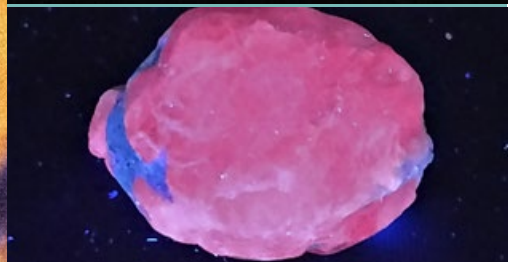


Рис. 4 б. Кристалл александрита, флюоресцирующий ярко-розовым цветом

Минералы способны светиться также в потоках α- и γ-лучей, однако особые термины для люминесценции подобного рода, как правило, не используются.

Болгарский ученый Иван Костов дополнительно выделяет *тенебресценцию* — обесцвечивание или потемнение минералов под влиянием облучения, приводя в качестве примера гакманит — розовая разновидность содалита ($3NaAlSiO_4 \cdot (NaCl)$), который под действием дневного света быстро обесцвечивается, а в темноте приобретает первоначальную окраску.

Когда вещество светится только в период действия внешнего возбуждения, говорят о *флюоресценции*. Если свечение продолжается и после снятия возбуждения, то такое явление называется *фосфоресценцией*. Длительность послесвечения может наблюдаться несколько минут, но обычно весьма кратковременна и потому трудноуловима. Фосфоресцирующих веществ гораздо меньше, чем флюоресцирующих, к ним относятся, например, некоторые разновидности алмаза, гипса, арагонита.

Все цвета радуги

Цвета люминесценции разнообразны и охватывают весь спектр видимой области. Известны минералы с красным свечением (шпинель), оранжевым (содалит), желтым (повеллит), синим (шеелит), фиолетовым (флюорит) и всех промежуточных оттенков (см. табл.).

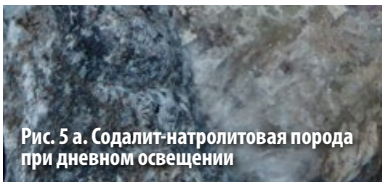


Рис. 5 а. Содалит-натролитовая порода при дневном освещении

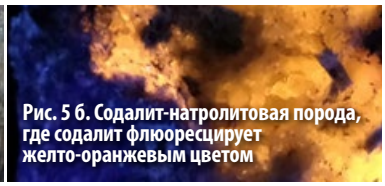


Рис. 5 б. Содалит-натролитовая порода, где содалит флюоресцирует желто-оранжевым цветом

Таблица. Люминесценция некоторых минералов

Название	Химическая формула	Цвет люминесценции
Алмаз	C	Синий, голубой, желтый, желто-зеленый, оранжевый (РЛ)
Сфалерит	ZnS	Розовый, оранжево-красный, желтый, голубой, зеленоватый
Александрит	$BeAl_2O_4$	Красный
Флюорит	CaF_2	Синий, фиолетовый, зеленый
Криолит	Na_3AlF_6	Синий
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Светло-голубой, белый, желтый
Барит	$BaSO_4$	Желто-оранжевый
Шеелит	$CaWO_4$	Желтый, белый, голубой, синий
Повеллит	$CaMoO_4$	Желтый
Кальцит	$CaCO_3$	Белый, оранжевый, красный
Отэнит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	Зеленый
Кварц	SiO_2	Голубовато-белый (РЛ); голубовато-белый, желтоватый (Терм); ярко-желтый (Трибо)
Циркон	$ZrSiO_4$	Желтый
Топаз	$Al_2F_2(SiO_4)$	Синий, фиолетовый, красный, ультрафиолет (РЛ)
Кианит	$Al_2O(SiO_4)$	Красный
Виллемит	$Zn_2(SiO_4)$	Зеленый
Датолит	$CaB(OH)(SiO_4)$	Синий
Берилл	$Be_3Al_2(Si_6O_{18})$	Голубой, желтый
Содалит	$Na_2(Cl_2)(AlSiO_4)_6$	Оранжевый
Калиевый полевой шпат	$K(AlSi_3O_8)$	Фиолетовый, желтый, красный
Лепидолит	$KLi_{1,}5Al_{1,5}(AlSi_3O_{10})(OH)$	Розовый, голубой, красно-фиолетовый

Примечание. В таблице указаны большей частью цвета флюоресценции. Если после перечисления в скобках стоят РЛ, Трибо, Терм — ими отмечены прочие возбудители свечения.

На рисунках 2–7 приведены парные фотографии минералогических образцов из коллекций Уральского геологического музея УГГУ при дневном освещении и при облучении длинноволновым ультрафиолетом.

Люминесценция минералов возникает при наличии дефектов структуры кристаллической решетки — при вхождении в нее, даже в ничтожных количествах, инородных ионов и атомов: Mn, Cr, Cu, TR, $(UO_2)^{+2}$, $(MoO_4)^{-2}$ и других, общей численностью более 30, именуемых активаторами, фосфорогенераторами, которые способны замещать главные конституционные компоненты вещества, что происходит как в процессе кристаллизации, так и в ходе послеростовых преобразований минералов. Например, свечение флюорита (CaF_2) может быть связано с присутствием редкоземельных катионов или двухвалентного марганца, замещающих кальций.

Роль активаторов могут выполнять атомы, образующие кристаллическую решетку и, вместе с тем, внедряющиеся в нее в избыточном количестве: натрий в галите (NaCl), цинк в цинковой обманке (ZnS). Примеси некоторых посторонних атомов могут усиливать свечение или, напротив, гасить его. Так, в сернистых соединениях кадмия и цинка структурные примеси железа в количествах $n \cdot 10^{-6}$ % резко уменьшают яркость люминесценции этих минералов.

Люминесценция происходит только при поглощении энергии, необходимой для электронных переходов с уровней основного состояния на возбужденные и обратно. Энергия падающего фотона, во всяком случае, больше энергии излучаемого, так что первый принадлежит более коротковолновой невидимой части спектра, а излучаемый — видимой. Таким образом, минерал люминофор является своеобразным трансформатором и аккумулятором лучистой энергии. Свечение одних минералов происходит при воздействии коротковолнового ультрафиолета (голубая флюоресценция шеелита), другие флюоресцируют под влиянием длинноволнового (ярко-красный цвет хромсодержащих шпинели и корунда). Многие минералы возбуждаются в широком волновом диапазоне — например, кальцит, активированный марганцем (белый, оранжевый, красный цвет).

Разнообразие цветов люминесценции у одного минерала не редкость, поскольку определяется геохимической спецификой существования вещества.

Часто различное по интенсивности и цвету свечение обнаруживается даже в пределах одного кристалла (см. рис. 6, 8).

Для пользы дела

Люминесценция минералов находит практическое *применение в горнодобывающей промышленности*. Так, фосфоресценция алмазов оказывает помощь в извлечении их из отрабатываемых горных масс — речных отложений и кимберлитов. Все алмазы светятся в рентгеновских лучах, поэтому кроме традиционных методов обогащения (гравитационных и с использованием поверхностно-активных свойств) применяются автоматизированные рентгено-люминесцентные сепараторы, в которых измельченная и отмытая порода движется либо в тонком слое по ленточному транспортеру, либо в свободном падении, и попадает в зону, просвечиваемую рентгеновскими лучами. При наличии алмаза, дающего вспышку, свет улавливается фотоэлементом, который приводит в действие механический или пневматический манипулятор, отсекающий часть породы с алмазом и направляющий ее в бункер-накопитель.

Люминесценция используется в *диагностике минералов*. С помощью портативных источников УФ геологи оперативно оценивают количество и распределение вольфрамового минерала шеелита по его голубому свечению при документации рудных тел в подземных горных выработках. Розовая флюоресценция литиевого минерала эвкриптита позволяет легко отличить его от соседствующих кварца, слюд, полевых шпатов в пегматитовых жилах.

Когда изучаются мелкозернистые сыпучие массы различных минералов, поисковая работа облегчается благодаря характерной люминесценции циркона, александрита, алмаза, шеелита, монацита, присутствующих в отмытых песках или протолочках.

Рис. 6 а. Спайный обломок бледно-зеленого флюорита при дневном освещении

Рис. 6 б. Спайный обломок бледно-зеленого флюорита, флюоресцирующий зеленым и сине-зеленым цветом

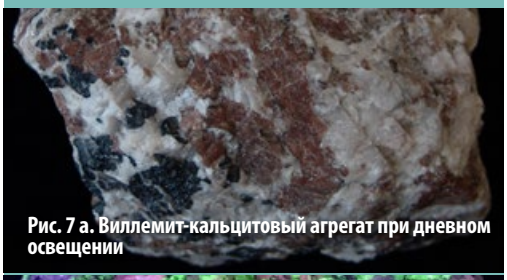


Рис. 7 а. Виллемит-кальцитовый агрегат при дневном освещении

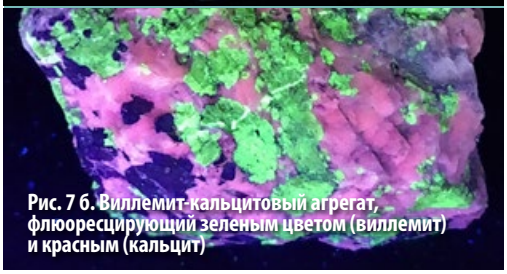


Рис. 7 б. Виллемит-кальцитовый агрегат, флюоресцирующий зеленым цветом (виллемит) и красным (кальцит)

Некоторые промышленно ценные минералы: вольфрамит, поллуцит и др. хотя не люминесцируют, но после обработки образца или пробы специальными реактивами в ходе химических реакций покрываются светящимися в ультрафиолете пленками, благодаря чему проще фиксируются на фоне других компонентов.

Отдельные, используемые в оптической промышленности минералы: исландский шпат, бесцветный флюорит, отбраковываются в местах их добычи по поведению в ультрафиолетовых лучах. Годными для изделий считаются лишь те индивиды и блоки, которые при этом не светятся.

Спектры люминесценции ряда природных драгоценных камней и их имитаций, в общем, различны, что позволяет геммологу с помощью высокоточного спектрометра надежно решить вопрос о происхождении изучаемого объекта. **ЭS**

Рис. 8. Гипс, пластинчатые кристаллы, флюоресцирующие белым по зонам и секторам роста (по Бауэру).

XXV специализированная выставка

Тюменская ярмарка

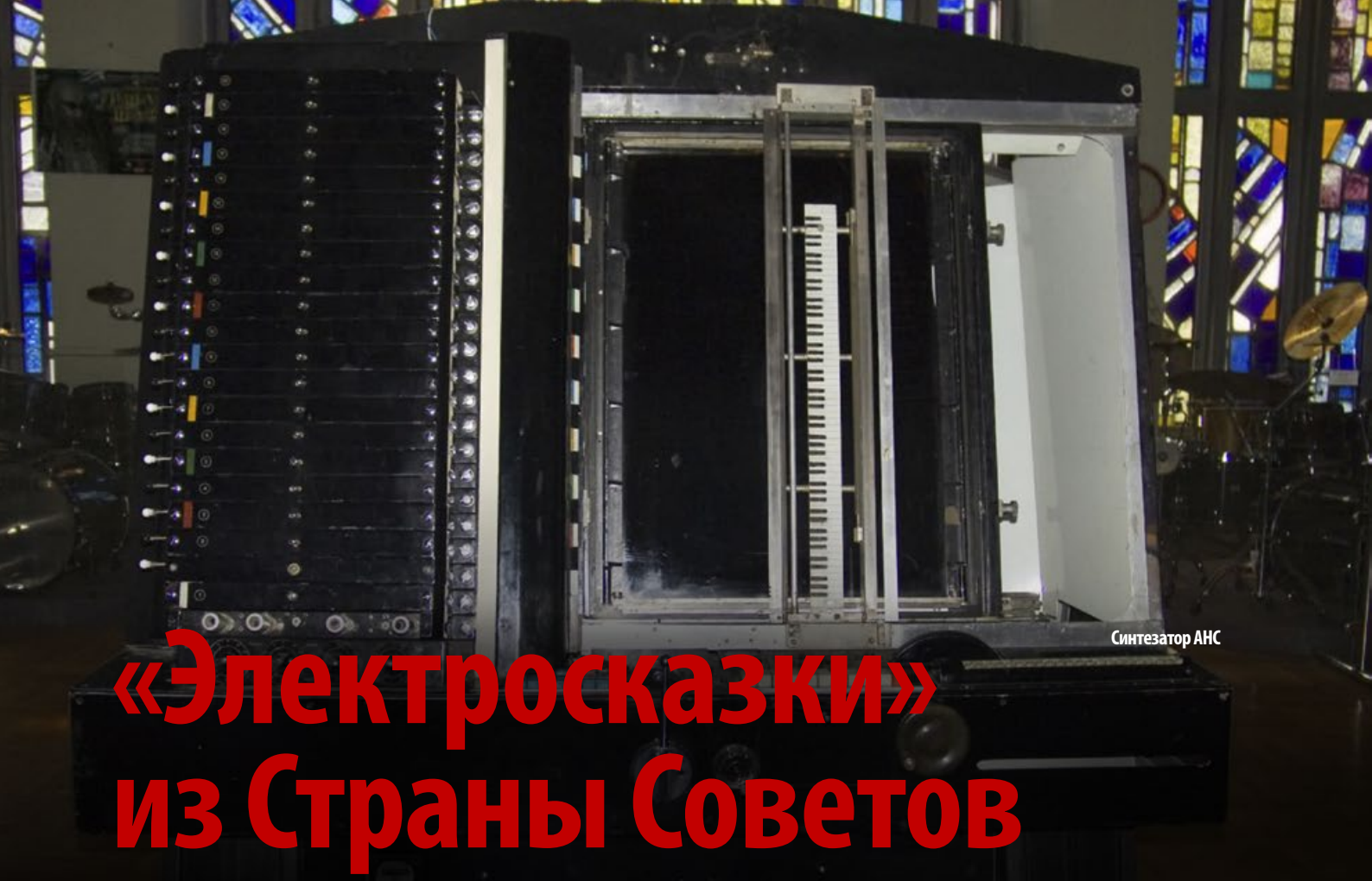
2018

НЕФТЬ И ГАЗ

Топливно-энергетический комплекс

18-21 сентября

АО «Тюменская ярмарка»
Адрес: Россия, 625013,
г. Тюмень, ул. Севастопольская, 12, Выставочный зал
телефакс: (3452) 48-55-56, 48-66-99, 48-53-33
e-mail: tyumfair@gmail.com. www.expo72.ru



Синтезатор АНС

«Электросказки» из Страны Советов

Светлана Кадочникова, музыковед

Первые шумные успехи советской электронной музыки 1920-х были прерваны сталинскими репрессиями и Второй мировой войной. Авангардные эксперименты карались по всей строгости закона, а обвинение в «формализме» было равносильно приговору. Но «вирус» электронной музыки ждал своего часа, чтобы даже в условиях жесточайшей цензуры пробиться наружу. Об этом нам напоминает фильм «Электро Москва», в эссеистской форме повествующий о советском вкладе в историю электронной музыки и изобретении синтезаторов. Парадокс в том, что практически любая статья об истории синтезаторов не обходится без упоминания таких имен, как Лоуренс Хэммонд, Роберт Муг, Рэй Курцвейл. А вот имена и достижения отечественных изобретателей мало кому хорошо знакомы.

Настоящий полковник

Феномен советской электронной музыки своим существованием во многом обязан не столько профессиональным музыкантам, сколько физикам, инженерам, радиотехникам. Среди них и знаменитый Лев Термен, и мало кому известные радиоинженеры Николай Ананьев и Владимир Гурьев, физик-акустик Андрей Володин, изобретатель Евгений Шолпо (см. «ЭнергоStyle» № 41, 2018) и следующий наш герой: военный инженер, удостоенный закрытой Сталинской премии и меломан, мечтающий об электронной музыке, — Евгений Мурзин. Перечисление всего, что полковник Мурзин наизобретал во славу советской артиллерии, ракетных войск, ВВС, заняло бы слишком много места. Но еще в 1938 году студент Мурзин представил проект первого в мире аналогового фотоэлектронного оптического синтезатора звуков, назвав его АНС — в честь любимого композитора Александра Николаевича Скрябина. АНС был задуман как студийный синтезатор, сводящий воедино три процесса: сочинение музыки, запись и исполнение. Удивительно, но Мурзин на тот момент не имел ни музыкального, ни звукотехнического образования. Реализовать идею он смог лишь спустя 20 лет, когда стал достаточно влиятельной фигурой, чтобы доставать дефицитные радиодетали. Собирая в коммуналке прототип революционного синтезатора, Мурзин использовал собственные средства, а также помощь друзей. Позже ему удалось создать при оборонном НИИ конструкторское подразделение по разработке промышленной версии АНСа. «Охота делать свою балалайку — делай», — в сердцах сказало начальство. «Балалайку» гордо выставили на ВДНХ и повезли на выставки достижений советской промышленности в Геную, Лондон и Париж как доказательство технического превосходства Страны Советов. Русский синтезатор произвел фурор. А в 1967 году стараниями Мурзина была открыта первая в СССР Московская экспериментальная студия электронной музыки, объединившая такие знаковые фигуры советского академического авангарда 1960-х, как София Губайдулина, Эдисон Денисов, Альфред Шнитке. Много лет спустя ее назовут одним из «очагов музыкального андеграунда». АНС Мурзина был последней серьезной разработкой, сделанной в СССР в области электронной музыкальной технологии, не имевшей западных прототипов.

Евгений Мурзин

Сказка об АНС

На Западе тогда думали над изобретением синтезатора, который мог бы заменить целый оркестр. Мурзин мыслил масштабнее и оригинальнее. Зачем подражать скрипке, если АНС позволял извлекать любые звуки: музыкальные, природные, неземные, словом, недоступные традиционным музыкальным инструментам. Для сравнения: в обычной октаве на рояле 12 звуков, в «ансовской» — 72. Завораживал и сам процесс работы: на покрытом специальной непрозрачной мастикой стекле прочерчивалась линия, через нее световой луч пускался на фотоэлементы. Музыкальная фраза как бы рисовалась. Если по стеклу проводились отдельные линии, то получались чистые тона, напоминающие по тембру флейту. Широкие линии создавали сверхбасовые шумы, что-то вроде канонады или обвала в горах. Чтобы получить отдельные оттенки, шумы или призвуки, нужно было отретушировать и закрасить просветы. Партитура двигалась, как лента со звуковой фонограммой в кинопроекторе, а фотоэлементы считывали световые сигналы и посылали их на выходное устройство, где из различных комбинаций чистых тонов получались звуки. Впрочем, как оказалось, АНС можно использовать для кодировки любых сообщений, синтеза речи, изучения языка дельфинов и, конечно, создания «космической» музыки. Это ведь начало 1960-х, первый спутник, полет Гагарина в космос. На АНС тут же сочинили звуковое сопровождение к полиэкранному фильму «К звездам», который демонстрировался на зарубежных выставках. Среди авторов музыки — будущий патриарх российской электроники Эдуард Артемьев. Выпускник консерватории, он изучал радиоэлектронику в секретном НИИ под руководством Мурзина и одним из первых постигал возможности уникального российского синтезатора. Самая крупная работа, сделанная им на АНС, — звуковая дорожка к «Солярису» Андрея Тарковского. Звуковые эффекты, созданные при помощи АНС, можно услышать и в фильмах «Приходите завтра», «Бриллиантовая рука», «Зеркало» и др. Впрочем, после кончины Мурзина в 1970 году деятельность студии постепенно угасла. Единственный экземпляр АНС после закрытия студии в 1979 году хранится в Лаборатории прикладной лингвистики на факультете журналистики МГУ в рабочем состоянии.

Эдуард Артемьев

Янис Лузенс

Поп-музыка космической эры

Но была и другая электронная музыка. Простая, приятная, она лилась из радиоприемников и телевизоров и совсем не походила на интеллектуальный авангард. Ее играл ансамбль электромузыкальных инструментов Вячеслава Мещерина, основанный в 1956 году. Музыканты ансамбля ЭМИ использовали терменвоксы, электроарфы, электроорганы и синтезатор Андрея Володина «Экводин». Они одними из первых поставили звукосниматели на обычные инструменты, вплоть до балалаек и баянов, и создали первый в СССР ревербератор. Говорят, Юрий Гагарин признался, побывав на концерте ансамбля, что подобная музыка слышалась ему во время космического полета. На Западе этот стиль называли Space Age Pop — «поп-музыка космической эры». В конце 1970-х он стал визитной карточкой латышской группы «Зодиак» под управлением Яниса Лузенса, записавшей саундтрек к документальному фильму о космонавтах «Звездная палитра». Она образовалась на базе кафедры электронных музыкальных инструментов Латвийской консерватории. Группа даже посетила Звездный городок и познакомилась с космонавтами. Играя электронику с уклоном то в диско, то в легкий рок, ансамбль явно ориентировался на такие западные образцы, как музыка Space, Kraftwerk и Жана-Мишеля Жарра. «Зодиак» издавал пластинки миллионными тиражами. Но с обретением Латвией независимости звездная группа… тут же распалась.

Made in USSR

По воспоминаниям, 1970–1980-е годы в СССР были довольно странным временем: эпоха «застоя», «холодной войны», роста «благосостояния граждан» и тотального дефицита товаров. В приоритете по-прежнему секретные космические и военные исследования, в мире культуры правит цензура, и авангардная электроника стала чем-то вроде «музыкального диссидентства». Но на радио, в кино и на телевидении достижения электронной музыки и электронной техники оказались востребованы, а появление ВИА — вокально-инструментальных ансамблей — вообще стало знамением того времени. Советские синтезаторы развивались, используя компоненты и платы исключительно отечественных заводов, так как наше производство существовало в изоляции от зарубежного. Иногда это были «отходы оборонки», имеющие слишком большой разброс в погрешностях. А еще были отечественные «кулибины», которые собирали свои изобретения на «коленке», из деталей, найденных на свалках. Андрей Смирнов, директор Термен-центра и историк советской электронной музыки, вспоминал, что в 1970-х даже в недрах КГБ существовала «группа ребят, которые страшно увлекались электронной музыкой и строили синтезаторы». В результате в СССР образовался уникальный в своем роде спектр электронной продукции, имеющий сегодня, как ни странно, своих фанатов и ставший предметом коллекционирования. Из советского небытия появились даже «дилеры» советских аналоговых синтезаторов. Один из них, участник фильма «Электро Москва» Алексей Ильиных, сегодня, как и в дефицитные 1980-е, продает советские аналоговые синтезаторы, разыскивая их по всевозможным Дворцам культуры, блошиным рынкам и интернету. Кстати, существует даже целый виртуальный музей, содержащий описания почти сотни различных советских синтезаторов и ритм-боксов.

Владимир Кузьмин

Синтезатор «Поливокс»

Легенда Свердловска

В 1982 году в Свердловске началось серийное производство аналогового синтезатора «Поливокс». Завод электроавтоматики (сегодня «Уральское предприятие «Вектор») специализировался на выпуске радиолокационной продукции для нужд советской оборонки, но выпускал и «товары народного потребления». Группу разработчиков возглавил ведущий инженер завода Владимир Кузьмин. Они изучали патенты, напрашивались в гости к заезжим ансамблям, чтобы покрутить ручки, пофотографировать все эти «Муги», «Корги», «Роланды», «Ямахи», пытаясь создать инструмент, не уступающий существовавшим аналогам. В итоге появился монофонический двухгенераторный четырехоктавный синтезатор, оказавшийся самым известным советским инструментом такого типа. «Поливокс» мог имитировать основные звучания «Мугов», создавать различные звуковые эффекты, но «фишкой» стал оригинальный фильтр, придуманный Кузьминым. Его особенность в том, что он управляется по напряжениям, имеет разные формы частотной характеристики и перестраивается во всем диапазоне слышимой частоты, имея в составе всего две микросхемы — 2 операционных усилителя, цепочку резисторов и ни одного конденсатора. Именно этот фильтр и особенности операционного усилителя стали причиной искажений и жесткого, фирменного звука инструмента. За этот звук «Поливокс» так полюбился рок-музыкантам и экспериментаторам, что внезапно стал популярным через 10 лет после того, как его сняли с производства. Интерес к синтезатору возник, когда его оценили музыканты Rammstein и Franz Ferdinand. Вокалист шотландского коллектива в интервью русскому журналу Rolling Stone заявил буквально следующее: «О, да, это обалденная штука!... "Поливокс" куда интереснее "Муга", "Хэммонда" и прочих синтезаторов — мы буквально дрались за право взять на нем пару нот». Оригинальной электронной начинке соответствовал и уникальный, в стиле military, внешний вид «Поливокса», который часто называют «советским военным синтезатором». Известно, что в 2000-е различные производители и просто энтузиасты неоднократно копировали фильтр, а также другие модули «Поливокса». А не так давно была выпущена версия 2.0, в которой производители для сохранения аутентичности использовали 85 % советских или идентичных им компонентов. Модернизированный инструмент лишился клавиатуры, стал легче (3 кг вместо 20-ти) и приобрел возможность интегрироваться через ряд современных интерфейсов.

70 лет существования СССР — сложный и противоречивый период, богатый на изобретения и открытия. И в акустике и в музыке их было не меньше, чем в военпроме или тяжелой промышленности. История электронной музыки в СССР убедительно доказывает, что свободный творческий дух не остановить никакими запретами и «железными занавесами». Нашим соотечественникам не раз доводилось быть пионерами в идеях. Но при всей гордости за отечественные таланты не менее очевидно и то, что многие гениальные разработки в области электронной музыки остались не реализованы. Сегодня они имеют скорее чисто историческую ценность артефактов, ведь время и технологии не стоят на месте. Советская электроника была смелой, экспериментальной, устремленной в будущее. Рассказывая о судьбах отдельных изобретений, мы невольно рассказываем историю намного более глобальную, чем просто историю электронных синтезаторов и их создателей. Вот и авторам фильма «Электро Москва» она представляется как «сильная аллегория, раскрывающая специфику жизни простого советского человека, жизни в России как она есть...», со всей ее непредсказуемостью и парадоксами. ЭS

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА
«РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ПРИВОДЫ

XI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- **Комплектные управляющие и распределительные устройства**
- **Электрические машины и источники электропитания**
- **Приводные системы**
- **Промышленное светотехническое оборудование**
- **Электротехнические компоненты и материалы, инструмент**
- **АСУ и средства автоматизации в электрохозяйстве предприятий**
- **САПР электротехнических систем**

Организатор выставки:

FarEXPO IFE

ais@farexpo.ru
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения: Санкт-Петербург, КВЦ «Экспофорум», Петербургское шоссе 64/1

18-20 сентября 2018

Санкт-Петербург, **EXPOFORUM**

ИЗОЛЯТОРЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ

СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА

АРМАТУРА ДЛЯ ЛЭП

АРМАТУРА СИП

ПРОВОД СИП

МОЛНИЕЗАЩИТА

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ

ОПОРЫ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

НАТЯЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ЛОКУС

основан в 1993 году

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. Большевистская, 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