

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!

№ 3 (55) сентябрь 2021

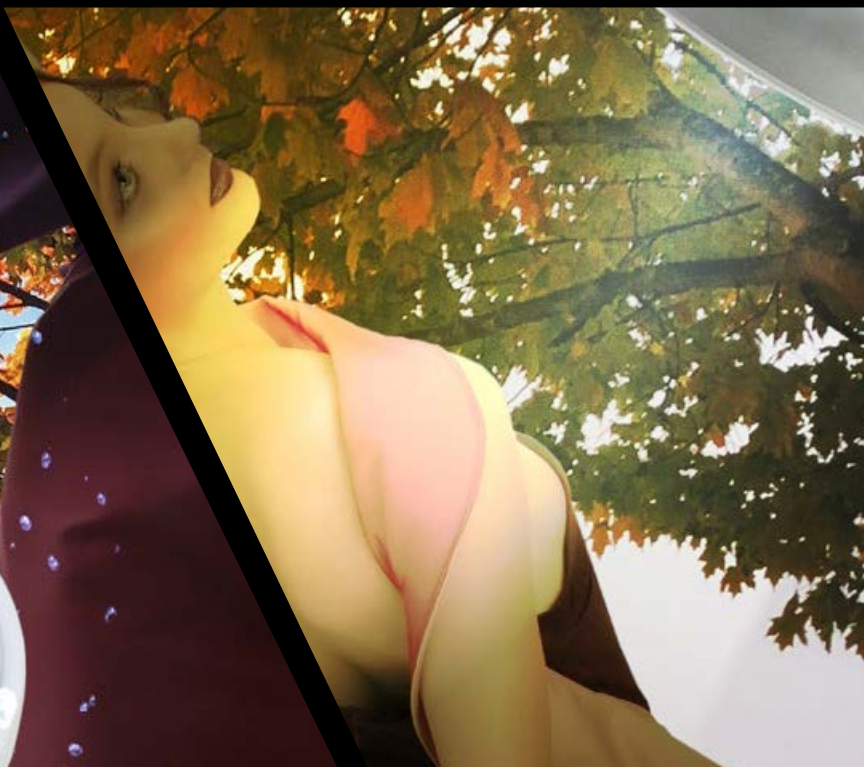


Риск-ориентированный подход в энергетике

Стратегии развития водородной энергетики

Подбор магистральных оптических кабелей

Метаморфозы: изолятор подвесной стеклянный гидрофобный



Содержание

- 4 стр. **News**
- 6 стр. **Актуально**
Внедрение риск-ориентированного подхода в энергетике
- 8 стр. **Взгляд в будущее**
Стратегии развития водородной энергетики. Мировые достижения и планы России
- 16 стр. **Энергоэффективность**
Современные тенденции повышения энергоэффективности
- 18 стр. **Практика**
Определение поврежденного участка ВЛ с помощью геоинформационной системы грозовой активности
- 26 стр. **Подробности**
Основные принципы подбора магистральных оптических кабелей
- 34 стр. **Детали**
Соединительные гильзы для СИП
- 36 стр. **Приборы**
Многофункциональный преобразователь Е900ЭЛ
- 40 стр. **Сотрудничество**
«Локус» и его партнеры
- 42 стр. **Электроснабжение**
Подстанция малой мощности 110/0,4 кВ
- 44 стр. **Метафорфозы**
Фотосессия. Изолятор подвесной стеклянный гидрофобный ПСВ120БГ
- 52 стр. **Электроистории**
Первый электротехник России
- 56 стр. **Что. Где. Когда**
Мир энергетики в экспозиции
- 58 стр. **Культпросвет**
Номо electrica. Мифология электричества



ЭнергоStyle

сентябрь 2021, № 3 (55)

Учредитель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Издатель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Адрес издателя:

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 513
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

Главный редактор:

Мария В. Лупанова
m.lupanova@locus.ru

Корректор:

Полина Рожкова

Фото:

Евгений Ланкин

Дизайн, верстка:

Олеся Акулова
akulova_oa@mail.ru

Предпечатная подготовка:

Виталий Носкевич

Авторы:

Михаил Бабушкин, Виктор Балдин, Дмитрий Гиберт, Юлия Жилкина, Александр Зигун, Артём Камынин, Андрей Кучерявенков, Октай Мамедов, Татьяна Мосунова, Леонид Салмин, Александр Тюков, Яков Щёлоков

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/zhurnal-energostyle

Отпечатано:

ООО «Типография»
620043, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 78, пом. 1
тел. +7 (343) 287-03-52

Периодичность выхода: 1 раз в три месяца

Тираж: 2000 экз.

Дата выхода в свет 30.09.2021

Распространяется бесплатно 16+



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.



Человеку свойственно чувствовать себя уверенным и спокойным, когда всё, что от него зависит, находится под контролем. А для этого должны быть выработаны четкие «правила игры» и последующее их соблюдение. Но нередко прежние алгоритмы перестают работать и необходимо искать новые подходы. Не зря в постановлении Правительства для снижения аварийности и случаев травмирования персонала на энергообъектах внесены изменения, которые предполагают принципиально иной — риск-ориентированный подход к этому вопросу. Количество вредных выбросов в атмосферу, в том числе от теплоэлектростанций, заставляет задуматься об их замещении энергетическими установками с нулевым выбросом вредных веществ, работающими, например, на водороде. Явно назрела необходимость в обновлении закона об энергетическом хозяйстве страны в области взаимоотношений между производителями и конечными потребителями топлива и преобразованных видов энергии. Однако есть алгоритмы, которые четко работают. С помощью геоинформационной системы грозовой активности вы точно определите величины и координаты грозового заряда, получите информацию о текущей интенсивности и пространственном распространении грозового фронта, а также статистические данные о характеристиках грозовых районов. Или, зная о шести основных принципах подбора магистральных оптических кабелей, безошибочно выберете нужный. Но любого специалиста неожиданно может вывести из строя дурацкий вирус и тогда, если он вовремя или даже запоздало обратился к врачам, благодаря совсем другим — «лечебным» алгоритмам и пониманию того, что он в надежных руках, появляется уверенность и спокойствие — вирус будет побежден. Испытано. Врачи и медперсонал правда герои, огромное им спасибо! А вы, друзья, берегите себя.

Мария Лупанова, главный редактор



Для развития электротранспорта

АО «Русатом Автоматизированные системы управления» (АО «РАСУ» входит в госкорпорацию «Росатом») и СПб ГУП «Горэлектротранс» подписали соглашение о сотрудничестве, направленное на совместную реализацию комплексных инфраструктурных проектов в целях развития городского электрического транспорта, обеспечения надежного и качественного энергоснабжения.

Согласно документу, стратегическое партнерство охватывает такие направления, как реконструкция и повышение надежности электросетевого хозяйства СПб ГУП «Горэлектротранс», обеспечение информационной безопасности его объектов и оснащение этих объектов мобильными модульными подстанциями для резервирования электроснабжения при сбоях и аварийных отключениях. Соглашением предусмотрено создание рабочей группы, которая должна сформировать перечень целей и задач сотрудничества, разработать дорожную карту их реализации. Особое внимание будет уделено вопросам научно-технического развития, передаче опыта и компетенций, для чего ведущие специалисты АО «РАСУ» войдут в Научно-технический совет «Горэлектротранса» (НТС ГЭТ).

— Уже сегодня мы можем предложить гибкие модульные решения, позволяющие оперативно создавать постоянные и временные схемы электроснабжения на объектах «Горэлектротранса». В перспективе мы планируем оценить возможность создания и размещения на этих объектах сети зарядных станций для электромобилей, что поспособствует развитию электротранспорта в регионе, — отметил директор по международному бизнесу АО «РАСУ» Андрей Серёгин.

В перспективе предполагается использовать опыт АО «РАСУ» для создания сложных высокоинтеллектуальных систем управления, в том числе при разработке беспилотных и автоматизированных систем управления электротранспортом.

Экспертное сопровождение

Минэнерго России провело круглый стол с представителями РАН по актуальным вопросам функционирования и развития энергетики России. Участники семинара предложили создать Научный совет РАН–Минэнерго по актуальным проблемам энергетики. Ученые могут обеспечить экспертное сопровождение по ряду направлений. В их числе — управление и прогнозирование состояния энергосистемы России, разработка и внедрение моделей поведения и алгоритмов управления и оптимизации эксплуатации энергоблока на твердом топливе как единой системой. Перспективные требования к энергоэффективности и экологии тоже требуют научных исследований по разработке различных технологий сжигания твердых топлив в энергооборудовании, которые позволят выполнять экологические требования при приемлемых экономических затратах. Кроме этого, изменение условий работы и расширение внедрения распределенной генерации делают актуальной проблему научного обоснования повышения маневренности энергоблоков при обеспечении требований надежности и безопасности.

— По ряду направлений работы Минэнерго России целесообразно обеспечивать экспертное сопровождение со стороны РАН. В том числе важной областью работы министерства является прогнозирование и анализ причин возникновения аварийных ситуаций и разработка мероприятий по их предотвращению на объектах энергетики, — отметил заместитель министра энергетики РФ Евгений Грабчак.



Водородной энергетике быть

Премьер-министр Михаил Мишустин распорядился образовать межведомственную рабочую группу по развитию в Российской Федерации водородной энергетики, соответствующее распоряжение опубликовано на официальном портале правовой информации 20 июля 2021 года.

Руководителем рабочей группы назначен вице-премьер Александр Новак, руководителем по научной деятельности — ректор Санкт-Петербургского горного университета Владимир Литвиненко. Министр промышленности и торговли Денис Мантуров, министр энергетики Николай Шульгинов и замминистра энергетики Павел Сорокин заняли должности замглавы рабочей группы, гендиректор «Российского энергетического агентства» Минэнерго Алексей Кулапин — ее секретаря.

В состав группы также вошли гендиректор «Газпром нефти» Александр Дюков, председатель совета директоров АФК «Система» Владимир Евтушенков, президент Курчатовского института Михаил Ковальчук, гендиректор «Камаза» Сергей Когогин, председатель правления УК «Роснано» Сергей Куликов, председатель правления «Сибур Холдинга» Дмитрий Конов, гендиректор «Росатома» Алексей Лихачёв, председатель правления «Газпрома» Алексей Миллер, председатель правления «Новатэка» Леонид Михельсон и зам. руководителя секретариата г-на Новака Георгий Нозадзе.

Среди членов рабочей группы значатся помощник Президента РФ Максим Орешкин, министр экономического развития Максим Решетников, министр транспорта Виталий Савельев, заместитель руководителя аппарата Правительства Алексей Уваров, министр науки и высшего образования Валерий Фальков, гендиректор «Ростеха» Сергей Чемезов, специальный представитель Президента РФ по вопросам устойчивого развития Анатолий Чубайс, вице-президент «Роснефти» Андрей Шишкин, председатель госкорпорации «ВЭБ.РФ» Игорь Шувалов.

По материалам www.gia.ru

Проект изменений

Минэнерго России разработало проект федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике», чтобы усовершенствовать систему перспективного планирования в электроэнергетике и установить единые для всех принципы и требования к планированию и проектированию развития электроэнергетических систем.

Предполагается, что с 1 января 2023 года за проектирование развития электроэнергетических систем РФ и разработку документов перспективного планирования в электроэнергетике будет отвечать специализированная организация, единолично осуществляющая централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе России, «Системный оператор» (100 % акций ОАО «СО ЕЭС» находятся в государственной собственности). Кроме того, с 1 января 2024 года функции оперативно-диспетчерского управления в технологически изолированных энергосистемах также перейдут к «Системному оператору», что позволит активизировать масштабирование лучших практик оперативно-диспетчерского управления на территории всей страны.

— Предлагаемая концепция федерального закона позволит восстановить утраченную централизованную систему планирования в электроэнергетике России, установить единые базовые принципы и требования, — пояснил министр энергетики РФ Николай Шульгинов.

По материалам www.energyland.info

Надежность повысится

Компания «Россети ФСК ЕЭС» установит микропроцессорные защиты на четырех крупных подстанциях (ПС) Тюменской области. Работы ведутся на ПС 500 кВ «Сомкино», «Магистральная», «Пыть-Ях» и «Нелым». Инвестиции в проект составят 180 млн рублей.

Все оборудование российского производства. Срок службы новых комплексов составляет 25 лет — вдвое больше, чем у микроэлектронного поколения. Они защищают оборудование подстанции и линии электропередачи от коротких замыканий, что гарантирует стабильность работы энергообъектов, участвующих в схемах выдачи мощности двух Сургутских ГРЭС, и повышают надежность электроснабжения жителей Сургутского и Нефтеюганского районов, а также крупных промышленных потребителей, в числе которых НК «Роснефть», «Газпром», «Сургутнефтегаз».

В настоящее время проводится наладка нового оборудования на подстанциях 500 кВ «Сомкино» и «Магистральная». Вместо выработавших свой ресурс микроэлектронных устройств на каждой подстанции установлено по пять новых микропроцессорных шкафа релейной защиты и автоматики (РЗА). Общая трансформаторная мощность четырех подстанций, участвующих в проекте, составляет более 4600 МВА. На них планируется установить 22 шкафа релейной защиты и автоматики. Работы будут завершены до конца 2021 года.

По материалам www.energiya.ru

Новые АЭК

Министерством энергетики РФ утвержден регламент работы комиссии по рассмотрению заявок на участие в пилотном проекте «Системного оператора ЕЭС» (СО ЕЭС) по созданию активных энергетических комплексов (АЭК), направленного на интеграцию распределенной генерации в ЕЭС России с сохранением необходимого уровня надежности энергосистемы.

Документ позволяет запустить процедуры рассмотрения заявок на участие в пилотном проекте. Предполагается, что новые возможности управления распределенной генерацией могут быть востребованы не только отдельными промышленными потребителями — владельцами объектов распределенной генерации, заинтересованными в снижении цен на электроэнергию, но и крупными инвесторами в системные цифровые решения для розничной генерации.

Подготовка к практической реализации пилотного проекта началась в 2020 году с принятием кабинетом постановления № 320 (21.03.2020), которое обеспечило возможность запуска рассчитанного до 2030 года пилотного проекта по созданию АЭК. В ходе реализации проекта на конкретных площадках будут отработаны правовая и экономическая системы взаимодействия участников АЭК, выявлены нормативные ограничения и административные барьеры. Результатом пилотного проекта должна стать целевая модель, в соответствии с которой АЭК будут развиваться в ЕЭС.

По материалам www.energiya.ru

Внедрение риск-ориентированного подхода в энергетике

Юлия Жилкина, кандидат экономических наук, ПАО «ФСК ЕЭС»

Методы оценки риска в целях снижения общей административной нагрузки на бизнес активно используются в мировой практике. Они положены в основу применяемого при организации и осуществлении контрольно-надзорной деятельности риск-ориентированного подхода, предполагающего зависимость интенсивности проведения мероприятий по контролю (надзору) от категории риска, к которой отнесена деятельность юрлица или индивидуального предпринимателя.

В России переход от всеобъемлющего контроля (надзора) к дифференцированному, с учетом рисков, начался несколько лет назад, но риск-ориентированный подход уже зарекомендовал себя как действенный механизм, не только повышающий уровень эффективности деятельности контрольно-надзорных органов за счет оптимального использования ими трудовых, материальных и финансовых ресурсов при проведении контроля (надзора), но и снижающий издержки для бизнеса.

Риск-ориентированный подход является ядром концепции реформирования системы госконтроля (надзора), муниципального контроля в РФ, поэтому его закрепление в недавно принятом Федеральном законе от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» (далее — Закон о госконтроле) было закономерным. И хоть сам термин «риск-ориентированный подход» в документе не встречается, но базовые начала новой системы оценки рисков там прописаны.

Риск-ориентированный подход в энергетике

Главная цель риск-ориентированного подхода заключается в снижении аварийности и случаев травмирования персонала на поднадзорных объектах. Основные принципы такого подхода в электроэнергетике отражены в постановлении Правительства РФ «О внесении изменений в Положение об осуществлении федерального государственного энергетического надзора», которое разработано с участием специалистов Ростехнадзора.

Документом предусмотрена реализация динамической модели управления рисками, основанной на анализе статистических данных по допущенным на поднадзорных объектах нарушениям. Такая модель позволит изменять присвоенную категорию риска поднадзорных субъектов в зависимости от наличия и тяжести административных правонарушений. И соответственно, у надзорных органов появится возможность сосредотачивать основное внимание на объектах с более высокой категорией риска в целях предотвращения нарушений, которые могут привести к тяжелым последствиям. При этом основным критерием определения вероятности рисков выбрана мощность.

В целях применения риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного надзора деятельность субъектов электроэнергетики, теплоснабжающих организаций, теплосетевых организаций и по-

требителей электрической энергии подлежит отнесению к одной из категорий риска в соответствии с Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности.

Динамическая модель

С учетом оценки динамической модели управления рисками:

1. Деятельность субъектов электроэнергетики, подлежащая отнесению к категориям высокого, значительного, среднего и умеренного риска, подлежит пересмотру в части отнесения к категориям соответственно значительного, среднего, умеренного и низкого риска при соблюдении одного из следующих условий:

- отсутствие в течение пяти лет, предшествующих дню присвоения определенной категории риска, вступившего в законную силу судебного акта или постановления о назначении наказания юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю, их должностным лицам и иным работникам за нарушение обязательных требований, повлекшее возникновение аварии, расследуемой органами государственного надзора, или несчастного случая со смертельным исходом;
- отсутствие в течение трех лет, предшествующих дню присвоения определенной категории риска, вступивших в законную силу постановлений о привлечении к административной ответственности за совершение административных правонарушений, предусмотренных ст. 9.7–9.9, ст. 9.11 и ст. 9.18 КоАП РФ.

2. Деятельность теплоснабжающих организаций, теплосетевых организаций и потребителей электрической энергии, подлежащая отнесению к категориям высокого, значительного, среднего и умеренного риска, подлежит пересмотру в части отнесения к категориям соответственно значительного, среднего, умеренного и низкого риска при соблюдении одного из следующих условий:

- отсутствие в течение пяти лет, предшествующих дню присвоения определенной категории риска, вступившего в законную силу судебного акта или постановления о назначении наказания юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю, их должностным лицам и иным работникам за нарушение обязательных требований, повлекшее возникновение аварии, расследуемой органами государственного надзора, или несчастного случая со смертельным исходом;
- отсутствие по итогам последней проверки вступивших в законную силу постановлений о привлечении к административной ответственности за совершение административных правонарушений, предусмотренных ст. 9.9–9.11 КоАП РФ.

3. Деятельность субъектов надзора, подлежащая отнесению к категориям значительного, среднего, умеренного и низкого риска, подлежит отнесению к категориям соответственно высокого, значительного, среднего и умеренного рисков в случае возникновения одного из следующих оснований:

- наличие в течение пяти лет, предшествующих дню присвоения определенной категории риска, вступившего в законную силу судебного акта или постановления о привлечении к уголовной или административной ответственности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, их должностных лиц и иных работников за нарушение обязательных требований, повлекшее возникновение аварии, расследуемой органами государственного надзора, или несчастного случая со смертельным исходом;
- наличие в течение трех лет, предшествующих дню присвоения определенной категории риска, вступившего в законную силу постановления о привлечении к административной ответственности за совершение административного правонарушения, предусмотренного ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ.

Полномочия по отнесению

Отнесение деятельности субъектов надзора к определенной категории риска осуществляется:

- по решению руководителя органа государственного надзора (его заместителя) — для категорий высокого, значительного и среднего риска;
- по решению руководителей территориальных органов надзора по месту нахождения объектов — для категорий умеренного и низкого риска.

При наличии объектов надзора на территории двух и более субъектов Российской Федерации отнесение деятельности их к определенной категории риска осуществляется по решению руководителя органа государственного надзора (его заме-

стителя). В случае пересмотра решения об отнесении деятельности субъекта надзора к одной из категорий риска решение об изменении категории риска на более высокую категорию принимается должностным лицом, уполномоченным на принятие решения об отнесении их деятельности к соответствующей категории риска.

Решение об изменении категории риска на более низкую категорию принимается должностным лицом, которым ранее было принято решение об отнесении к категории риска, с направлением указанного решения, а также документов и сведений, на основании которых оно было принято, должностному лицу, уполномоченному на принятие решения об отнесении к соответствующей категории риска.

При отсутствии решения об отнесении деятельности субъектов надзора к определенной категории риска их деятельность считается отнесенной к категории низкого риска.

Проведение проверки

Для принятия решения о проведении и выборе вида внепланового контрольного (надзорного) мероприятия будет необходима разработка индикаторов риска нарушения обязательных требований. Под последними понимается соответствие или отклонение от параметров объекта контроля, которые сами по себе не являются нарушениями обязательных требований, но с высокой степенью вероятности свидетельствуют о наличии таких нарушений и риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям. Перечень таких индикаторов по видам контроля, включая порядок их выявления, будет утверждать для вида федерального контроля — федеральный орган исполнительной власти и госкорпорация (по согласованию с федеральным органом исполнительной власти), для вида регионального контроля — высший исполнительный орган государственной власти субъекта РФ, а для вида муниципального контроля — представительный орган муниципального образования.

Также в Законе о госконтроле прописан порядок отнесения объектов госконтроля (надзора), муниципального контроля к категориям риска и выявления индикаторов риска нарушения обязательных требований. Для этого контрольные (надзорные) органы смогут использовать сведения, характеризующие уровень рисков причинения вреда (ущерба), полученные с соблюдением требований законодательства РФ из любых источников, обеспечивающих их достоверность. Например, это могут быть сведения, собранные в ходе проведения профилактических мероприятий, контрольных (надзорных) мероприятий, использования специальных режимов госконтроля (надзора), полученные от госорганов, органов местного самоуправления и организаций в рамках межведомственного информационного взаимодействия, при реализации полномочий в рамках лицензирования и иной разрешительной деятельности, из представленной отчетности, по результатам предоставления государственных и муниципальных услуг, из обращений граждан и организаций (включая контролируемых лиц), из сообщений СМИ, а также сведения, содержащиеся в информресурсах, в том числе обеспечивающих маркировку, прослеживаемость, учет, автоматическую фиксацию информации. Перечень таких сведений об объектах контроля является открытым (ч. 1 ст. 24 Закона о госконтроле).

Применение риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности позволит не только увеличить охват потенциальных нарушителей обязательных требований, но и снизить нагрузку на подконтрольные субъекты, которые не представляют реальной угрозы причинения вреда таким ценностям. При этом и контрольно-надзорные органы смогут сосредоточить свои усилия и ресурсы на проведении контрольно-надзорных мероприятий на объектах, нарушение обязательных требований на которых несет наибольшую угрозу и опасность причинения ущерба.

Укоренение риск-ориентированного подхода в российском законодательстве и следование тем нормам, которые направлены на его реализацию, позволят создать благоприятные условия для оздоровления делового и инвестиционного климата в России.

Стратегии развития водородной энергетики

Мировые достижения и планы России

Печатается с разрешения журнала «Энергосбережение» № 3, 2021
https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7803

Октай Мамедов, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ВИНТИ РАН

Экономически развитые страны, согласно решению Парижского саммита по охране окружающей среды от декабря 2015 года, поставили задачу выполнения обязательств по снижению вредных выбросов. Одним из путей достижения поставленной цели является замещение в энергетическом хозяйстве теплоэлектростанций, работающих на традиционном ископаемом топливе, энергетическими установками с нулевым выбросом вредных веществ. К числу последних относятся установки, использующие в качестве топлива водород.

Интерес к водороду вызван тем, что он обладает высокими энергетическими характеристиками и является экологически чистым энергоносителем. Водород давно используется в различных отраслях экономики: широко применяется в нефтехимии, металлургии, энергетике, а также как охладитель в мощных энергетических блоках, в производстве минеральных удобрений. Мировой объем производства водорода в настоящее время достигает порядка 70 млн т.

Внимание к водородной энергетике связано еще с тем, что вытеснение из баланса энергетических установок снижает объем потребления воды. В условиях нарастающего дефицита пресной воды в мире этот фактор представляется весьма важным. Так, расход воды КЭС мощностью 1 ГВт составляет до 1 млн м³ в год [4].

Электролиз воды на базе ВИЭ — перспективная технология получения водорода. Пока основной технологией получения водорода является переработка природного газа методом риформинга. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в структуре производства водорода на долю риформинга газа приходится 76 %, на пиролиз угля 23 % и только 1 % производства водорода осуществляется электролизом воды на базе установок возобновляемой энергетики [1]. Однако и риформинг природного газа, и пиролиз угля характеризуются образованием углекислого газа как промежуточного продукта, что ставит вопрос о его утилизации. В результате получение водорода методом электролиза воды является в перспективе доминирующим, например, в планах ЕС.

Установки по производству водорода

Среди стран, активно развивающих водородную энергетику, сильным игроком являются страны ЕС, где есть собственное производство электролизеров фирмы Siemens, Ansaldo различной единичной мощности.

Установки электролиза воды мощностью 10 МВт способны обеспечить водородом потребность станции заправки автомобилей, а мощностью 200 МВт предназначены для производства водорода в промышленных объемах. За период с 2020 по 2030 год прирост мощностей электролизеров для производства водорода в промышленных объемах составит 6 000 МВт: в химическом производстве 2 350 МВт, в нефтепереработке 1 800 МВт, в металлургии 800 МВт, для заправки автомобилей 650 МВт.

Мощность электролизеров для производства водорода, поставляемого на рынок, составит в 2030 году 34 000 МВт (суммарная мощность установок до 100 МВт составит 2 300 МВт, а установок свыше 100 МВт — 31 700 МВт).

Сооружение крупных установок для производства водорода достигается параллельным соединением электролизеров. Снизить стоимость производства водорода возможно увеличением единичной мощности электролизера, повышением давления процесса электролиза, а также его эффективности, надежности, износоустойчивости и снижением металлоемкости. Наряду с этим на стоимость производства водорода влияют затраты на сопутствующие элементы производства. Но определяющим фактором служит стоимость потребляемой электроэнергии, которая составляет до 80 % от стоимости водорода. Переход на массовое использование электролизеров для производства водорода связан как со стоимостью электроэнергии, используемой электролизером, так и со стоимостью самого электролизера.

Согласно отчету консалтинговой фирмы Wood Mackenzie, производство водорода может быть экономически эффективным при цене на электроэнергию не выше 3 цент/kВт·ч. Это значение может быть достигнуто не ранее 2030 года. Водород, получаемый электролизом воды на базе ВИЭ, может быть конкурентоспособен при цене не более \$2 США за 1 кг. Это возможно при достижении удельной стоимости электролизера порядка \$250–300 США/кВт. Этому способствуют рост единичной мощности электролизера, полная автоматизация и повышение эффективности процесса электролиза. Одним из факторов расширения производства водорода может служить плата за выброс углекислого газа с нынешних порядка \$40 США за 1 т выброса углекислого газа до \$110 США в перспективе.

Согласно данным консалтинговой фирмы Wood Mackenzie (отчет, октябрь 2019 года), в мире отмечается бум проектов и строительства электролизеров, мощность которых составляет 270 МВт с ожидаемым ростом до 3,2 ГВт в 2030 году. Фирма прогнозирует рост до 8,2 ГВт (отчет, март 2020 года), что в 31 раз превышает существующие мощности электролизеров. Особенностью мартовского отчета является тот факт, что имеет место превышение числа проектов сооружения электролизеров мощностью 100 МВт и более. Согласно отчету, в стадии сооружения находятся 17 мегапроектов с размещением в Австралии, Франции, Германии, Нидерландах, Португалии [10].

Источники энергии для получения водорода

Учитывая существенное влияние стоимости электроэнергии на экономику производства водорода, реальным перспективным источником энергии в ЕС являются крупные ветропарки и солнечные электростанции, которые сейчас уже достигли уровня конкурентоспособности с газовыми ТЭС. Так, по данным экспертов Lazard, за пять лет стоимость производства электроэнергии солнечными электростанциями (СЭС) снизилась на 11 %, а ветроэнергетическими станция-

ми (ВЭС) — на 5 %. В результате средняя стоимость производства 1 МВт·ч электроэнергии находится на уровне \$31 США для СЭС и \$26 США для ВЭС [3]. В перспективе прогнозируется дальнейшее снижение стоимости производства электроэнергии от СЭС и ВЭС за счет соответственно повышения КПД солнечных модулей и увеличения единичной мощности ветрогенераторов до 20 МВт по сравнению с серийными 8–10 МВт.

В Европе как технологическая основа производства водорода рассматривается также электролиз воды на базе ветро- и гелиоэнергетических установок, что способно обеспечить стоимость производства 1,0–1,5 евро за 1 кг водорода в 2030 году [2]. Потенциальным источником энергии являются оффшорные ветропарки большой мощности, находящиеся в акватории Северного, Ирландского и Балтийского морей и части Средиземного моря, а также материковые ветропарки, расположенные на территории Греции, Великобритании, Португалии, Германии, Польши, Ирландии. Крупные солнечные электростанции действуют на территории Испании, Италии, Греции, Португалии.

Европейская комиссия рассматривает водород как центральный элемент в планах декарбонизации индустрии Евросоюза (ЕС). Согласно планам ЕС, за период с 2020 по 2024 год установленная мощность электролизеров в ЕС должна составить 6 ГВт, а производство водорода на базе ВИЭ — свыше 1 млн т. В период с 2025 по 2030 годы суммарная мощность электролизеров должна составить 40 ГВт, производство водорода — 10 млн т. В период с 2030 по 2050 годы производство водорода на базе электролиза воды должно обеспечивать потребность в энергии химической и металлургической промышленности стран Евросоюза [16]. Рост объема производства водорода на базе электролизеров требует наращивания мощностей по выпуску установок. Так, Германия в ближайшее десятилетие планирует десятикратное наращивание мощностей по выпуску электролизеров, а в Норвегии сооружается завод по производству установок ежегодной мощностью порядка 1 ГВт.

Европейская программа развития водородной энергетики

Способность водорода аккумулировать энергию в больших объемах и возможность его транспортировки по существующим системам газопроводов до мест энергопотребления позволяет рассматривать водород как центральный элемент в планах Евросоюза по декарбонизации собственного энергетического хозяйства. Учитывая это, разработана схема развития водородной энергетики в ЕС, которая рассматривает возможность создания производства водорода в рамках программы построения водородной энергетики, называемой «2×40 ГВт». Программа предусматривает ввести к 2030 году мощности по производству водорода в размере по 40 ГВт:

- в странах ЕС — 6 ГВт для отраслей промышленного производства и 34 ГВт для энергетики;
- в Северной Африке и в Саудовской Аравии — 7,5 ГВт для промышленности и 32,5 ГВт для экспорта в Европу.

В основе программы построения водородной энергетики в ЕС лежит собственное производство электролизеров, которое совместно с существующими магистральной и распределительной газотранспортной сетями и подземными хранилищами газа (ПХГ) образуют гибкую и устойчивую систему энергоснабжения. В рамках этой программы доля водородной энергетики в структуре энергопотребления ЕС возрастет до 6 % в 2030 году и до 24 % в 2050 году.

Такие страны ЕС, как Германия и Испания, планируют ввести соответственно 5 и 4 ГВт мощности электролизных установок к 2030 году. В целом пять стран (Германия, Франция, Великобритания, Испания и Нидерланды) намерены ввести 22 ГВт мощности электролизных установок из намеченных 40 ГВт. Оставшиеся 18 ГВт приходятся на остальные страны ЕС.

В программе особое внимание уделяется необходимости создания структуры генерации на базе солнечной энергии на территории Северной Африки с подключением территории Аравии, поскольку здесь значительны потоки солнечной энергии на 1 м² поверхности. Кроме того, данные регионы могут предоставить под создание крупных СЭС необходимые им значительные территории, а наличие системы трубопроводов снимает остроту вопроса транспортировки водорода в Европу.

По своей сути рассматриваемый подход по созданию энергетической базы производства водорода повторяет проект Desert, по которому консорциум крупных европейских энергетических компаний рассматривал возможность сооружения крупных СЭС в заданном регионе с целью последующей передачи выработанной электроэнергии в Европу. Проект оценивается в \$400 млрд США. Планируемые к строительству СЭС в Аравии мощностью свыше 1 ГВт имеют проектные показатели стоимости производства энергии порядка 1,35–1,70 цент/кВт·ч. Примером может служить сооружаемый солнечный парк «Шейх Мухаммед бин Рашид аль-Мактум» мощностью 5 ГВт в Абу-Даби [5].

Стоимость транспортировки в ЕС водорода, полученного в Северной Африке и Аравии, по газотранспортным системам ниже, чем передача электроэнергии по ЛЭП, в 10–20 раз. Кроме того, при транспортировке водорода практически отсутствуют потери в сетях. Пропускная способность трубопровода, по которому передается водород, эквивалентна энергии 15–20 ГВт, тогда как по кабелю — 1–2 ГВт. Хранение водорода в соляных кавернах в 100 раз дешевле, чем в топливных элементах. Инвестиции в расширение производство электролизеров оцениваются в 25–30 млрд евро, а с учетом затрат в ВЭС и СЭС общей мощностью 100–150 ГВт суммарные инвестиции в программу «2х40 ГВт» оцениваются в 300 млрд евро.

Транспортировка и хранение водорода

Одним из стимулов развития водородной энергетики в Европе является наличие разветвленной газотранспортной сети, наличие ПХГ в соляных кавернах и в отработанных газовых месторождениях. Примером может служить Гронингенское газовое месторождение в Нидерландах, которое выводится из эксплуатации в 2022 году. Следует отметить, что наиболее благоприятные условия развития водородной энергетики имеются в Германии с ее разветвленной газотранспортной сетью протяженностью 5900 км и наличием соляных каверн в промышленных зонах Гамбурга, Эссена, Ганновера и Франкфурта.

Хранение водорода в соляных кавернах, как правило, осуществляется при давлении 20 бар. Так, хранение 6000 т водорода (эквивалентно 240 ГВт·ч) стоит порядка 100 млн евро, включая затраты на транспорт и оборудование (компрессоры, запорное оборудование и т.п.). На территории Европы возможно создание хранилищ водорода во Франции, Боснии и Герцеговине, Дании, Испании, Польше, Норвегии, Великобритании, Германии, Нидерландах, Греции, Румынии. Следует отметить, что в Норвегии все потенциальные хранилища водорода размещаются под морским дном. Для Великобритании, Нидерландов, Дании возможны материковые хранилища водорода и под морским дном. Для Франции, Испании, Португалии, Боснии и Герцеговины и Румынии возможны материковые хранилища водорода.

Развитие водородной энергетики в разных странах мира

Наряду с ЕС большое внимание развитию водородной энергетики уделяют Китай, США, Корея, Австралия, Канада и Япония, которая перевела на водород энергоснабжение структуры Олимпийских игр 2020 года, включая транспорт. Все промышленно развитые страны в стратегии развития водородной энергетики сделали выбор в пользу технологии электролиза воды. Эта технология обеспечивает синергетический эффект за счет максимального снижения выбросов вредных веществ в атмосферу как при производстве водорода, так и при выработке электроэнергии, используемой для процесса электролиза на базе ВЭС и СЭС. Особенностью построения безуглеродной



(zero carbon) энергетики в промышленно развитых странах является наличие промежуточного периода 2020–2030 годов, когда предусматривается интенсификация совместного сжигания водорода с природным газом.

Совместное сжигание водорода и природного газа

В США работы по совместному сжиганию водорода с природным газом проводит компания General Electric, в Японии Mitsubishi, в Германии Siemens, в Италии Ansaldo Energia. Интерес к совместному сжиганию водорода и природного газа на газотурбинных установках (ГТУ), который проявляют крупные электротехнические фирмы, связан с тем, что указанные фирмы являются производителями ГТУ мощностью 100 МВт и выше. Так, в рамках программы перехода на энергетику zero carbon в штате Калифорния была разработана дорожная карта до 2045 года, по которой на начальном этапе предусматривается совместное сжигание природного газа и водорода, получаемого на базе ВИЭ. В связи с этим в мае 2019 года было подписано соглашение между фирмами Mitsubishi и Magnum Development о создании энергетического хаба, включающего установки возобновляемой энергетики в Калифорнии и сооружение в соляных кавернах крупного ПХГ водорода стоимостью \$1 млрд США и мощностью 1 ГВт [6].

Выбор в качестве партнера фирмы Mitsubishi связан с тем, что она имеет опыт совместного сжигания водорода и природного газа на 29 ГТУ с числом часов работы ГТУ 3 149 941. ГТУ при доле водорода в составе смеси:

- до 20 % проработали 254 411 ч;
- от 20 до 40 % — 974 656 ч;
- от 40 до 60 % — 1 261 801 ч;
- от 60 до 80 % — 188 332 ч;
- 80 % — 402 800 часов.

Фирма Mitsubishi планирует запустить в работу ГТУ со 100-процентным сжиганием водорода в 2045 году.

Сооружаемая в штате Огайо серийная ГТУ мощностью 485 МВт фирмы General Electric в состоянии без модернизации сжигать смесь с содержанием 20 % водорода с возможностью перевода на 100-процентное сжигание водорода после модификации турбины и камеры сгорания. Выпускаемые фирмой газовые турбины работают с содержанием водорода от 50 до 60 % в смеси на 75 ГТУ [7].



14-16 октября
Строительная выставка
«Крым. Стройиндустрия.
Энергосбережение. Осень-2021»
ONLINE на сайте

WWW.EXPOFORUM.BIZ

Разделы экспозиции:

- Строительные материалы и технологии
- Строительные машины и механизмы
- Инженерные системы и оборудование
- Окна, двери, кровли, фасады
- Малые архитектурные формы. Благоустройство территорий
- Деревянное строительство
- Металлические конструкции
- Сантехника
- Экология. Системы очистки воды
- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования
- Котельное оборудование
- Электротехническое и осветительное оборудование
- Кабельно-проводниковая продукция
- Средства диагностики технического состояния оборудования
- Приборы учёта электрической и тепловой энергии, газа, воды
- Энергосбережение и использование альтернативных источников энергии
- Системы автоматизации, программное обеспечение предприятий строительной, энергетической и электротехнической отраслей промышленности
- Безопасность. Системы охраны
- Средства охраны и безопасности труда в строительстве и энергетике

**Планируйте
деловые контакты
в несколько кликов!**

ФОРУМ КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ

+7 978 78 15014 (МТС)
+7 978 964 9584 (Билайн)

e-mail: marketing@expoforum.biz

В Германии рассматривается использование смеси водорода и природного газа на ГТУ с содержанием водорода от 40 до 60 % в смеси. В Нидерландах модернизируется ГТУ мощностью 440 МВт для сжигания смеси, где на долю водорода приходится 30 %. Запуск установки намечен в 2023 году. При этом отмечается, что для повышения температуры газа на входе в турбинную секцию до 1 650 °С требуется жаропрочная сталь, что удорожает стоимость ГТУ.

Совместное сжигание водорода и природного газа способствует снижению объема выбросов вредных веществ в атмосферу. Так, по данным Управления информации в энергетике США 90 (US EIA), выбросы углекислого газа при 100-процентном сжигании природного газа составляют 340 г/кВт·ч. Выбросы углекислого газа при сжигании смеси водорода и природного газа в соотношении соответственно:

- 30 и 70 % составляют 305 г/кВт·ч,
- 50 на 50 % — 272 г/кВт·ч,
- 80 на 20 % — 153 г/кВт·ч.

Технологии декарбонизации

Для достижения экологически чистого производства электроэнергии при сжигании смеси водорода и природного газа необходимо использование технологии улавливания и хранения углекислого газа (CCS). Примером может служить проект создания энергетического хаба Humber Region на восточном побережье Великобритании, где сосредоточены ТЭС Drax, сжигающая древесные пеллеты, и предприятия, использующие водород в технологических целях. Для производства водорода используют метод парового риформинга метана, пар подается от ТЭС. Образующийся углекислый газ в соотношении 10 т на 1 т получаемого водорода закачивается в отработанные газовые пласты на дне Северного моря. Объем закачиваемого углекислого газа составит 18,3 млн т в год [8].

Для масштабного развития водородной энергетики в Евросоюзе был создан Альянс производителей водорода, который понимает, что производство водорода только на базе электролиза воды не в состоянии на 100 % обеспечить реализацию цели снижения выброса углекислого газа к 2050 году, поэтому считает необходимым применение существующих технологий производства водорода и технологии улавливания и хранения углерода.

Акцент на водород как основной элемент декарбонизации энергетического хозяйства формирует новый подход к финансированию. Примером может служить Европейский инвестиционный банк (EIB), который в своем инвестиционном портфеле выделяет 1 трлн евро на зеленые проекты в период до 2030 года. Банк полностью прекращает финансирование в нефтегазовую отрасль к концу 2021 года, в сооружение аэропортов к концу 2022 года, а к 2025 году половину своих активов ориентирует на зеленые проекты [17].

По оценке консалтинговой компании Bloomberg NEF, водород, будучи основным элементом в решении проблемы zero carbon в мире, сформирует рынок в размере \$700 млрд США к 2050 году, из которых на долю Европы придется \$550 млрд США, а остальное — на Китай, Японию, Корею и США.

Программы развития водородной энергетики некоторых стран мира

Австралия проявляет большие амбиции: там создается энергетический хаб ветро- и гелиоэнергетических установок общей мощностью 15 ГВт, из которых 12 ГВт предназначены для производства водорода. Согласно проекту, к 2027 году к работе приступят электролизные установки общей мощностью 1 ГВт. В рамках программы развития водородной энергетики правительство Австралии выделило \$191 млн США на решение задачи снижения затрат на производство водорода до \$1,3 США за 1 кг водорода, что сделает его конкурентоспособным по сравнению с другими энергоносителями.



Во Франции намечен ввод электролизеров мощностью 760 МВт, который будет реализован в три этапа:

- к 2023 году электролизеры будут питаться от СЭС мощностью 120 МВт, что обеспечит производство водорода в количестве 306 т;
- к 2026 году мощность СЭС составит 440 МВт, что обеспечит выработку водорода в количестве 3 360 т;
- к 2030 году мощность СЭС составит 900 МВт, что обеспечит выработку водорода в количестве 11 500 т.

Страна планирует установить электролизеры суммарной мощностью 6,5 ГВт к 2030 году, что потребует инвестиций в размере 7 млрд евро.

В Нидерландах намечен к реализации проект North H2, по которому предусматривается подача мощности 750 МВт для электролизеров от офшорных ветропарков, расположенных в Северном море. Начало производства водорода намечено на 2027 год, полное завершение проекта на 2040 год. Проект North H2 конкурентоспособен при стоимости электроэнергии для электролизеров не выше 3 евроцент/кВт·ч. Проект осуществляется в рамках решения правительства Нидерландов по снижению вредных выбросов в стране на 95 % к 2040 году. Достижению поставленной цели также будет служить вводимый налог в размере 125 евро за 1 т углекислого газа. Налоговый маневр способствует минимизации стоимости производства водорода. Так, для достижения стоимости производства водорода \$1 США за 1 т водорода необходимо установить налог на углекислый газ в размере \$50 США для металлургии, \$60 США для цементной промышленности, \$90 США для алюминиевой и стекольной промышленности и \$145 США для судоходства [11].

В Великобритании рассматривается проект перевода энергоснабжения бытового потребителя, на долю которого приходится 30 % от суммарных выбросов углекислого газа, на водород. В качестве пилотного проекта рассматривается перевод энергоснабжения 3,7 млн домовладений в городах Манчестер, Ливерпуль, Бредфорд, Лидс и других на водород, начиная с 2028 года, с доведением количества домовладений до 12 млн к 2050 году [13]. Наряду с этим в Великобритании

реализуется инновационный проект, по которому в 2026 году намечен пуск в коммерческую эксплуатацию плавучей платформы, где будут размещены ветрогенератор и солнечные панели как источники электроэнергии для установки электролиза предварительно очищенной от соли морской воды, а также аварийные источники электропитания [14].

В Италии министерство промышленности в рамках национальной стратегии развития водородной энергетики отмечает необходимость инвестирования \$12 млрд США в сооружение электролизеров мощностью 5 ГВт, питаемых от ВИЭ. Это позволит довести долю водорода в энергобалансе страны до 2 % к 2030 году и снизить выбросы углекислого газа на 8 млн т. К 2050 году доля водорода в энергобалансе должна составить 20 %. По оценке правительства, водородная энергетика обеспечит появление более 200 тыс. рабочих мест [15].

Япония, в соответствии с принятой в 2017 году программой развития водородной энергетики, в марте 2020 года начала строительство на севере страны завода по производству водорода мощностью 10 ГВт. Также планируется создать коммерческую сеть энергоснабжения на базе водорода к 2030 году. В рамках программы предполагается ежегодно импортировать жидкий водород в объеме 300 тыс. т для генерации энергии. Для этого будут использованы специальные суда для перевозки водорода из Брунея и Австралии. К выполнению программы построения водородной энергетики подключаются крупнейшие компании страны, такие как Toyota, которая совместно с восемью другими компаниями создала национальную ассоциацию по формированию энергоснабжающей системы на базе водорода. На развитие водородной энергетики правительство страны выделяет в предстоящем финансовом году \$800 млн США [18].

Китай заявил в сентябре 2020 года о построении энергетики zero carbon к 2060 году. Страна планирует производство водорода на базе установок возобновляемой энергетики в регионе Внутренняя Монголия. Страна, являясь производителем электролизеров, возводит еще один завод мощностью 830 МВт.

Корея в планах построения экономики zero carbon к 2050 году выделяет водород как экологически чистый энергоресурс для обеспечения энергией бытового потребителя и транспорта. В рамках программы развития водородной энергетики планируется к 2021 году увеличить число автотранспорта на водородной на 116 тыс. ед., а к 2025 году довести их количество до 1 130 тыс. ед. Для развития сети водородных заправочных станций планируется инвестировать \$7,1 млрд США. К этому периоду планируется построить 230 тыс. заправочных станций, энергоснабжение которых будет основано на водородной. Для выполнения поставленных целей ставится задача довести мощность установок возобновляемой энергетики до 42,7 ГВт по сравнению с 12,7 ГВт в 2019 году.

В США, по оценке компании McKinsey, доля водорода в энергобалансе страны к 2050 году достигнет 14 %. Уже к 2030 году рынок водорода составит \$140 млрд США, а число соответствующих рабочих мест — 700 тыс. Лидером рынка в стране является Калифорния, на дорогах которой в настоящее время 7 500 автомобилей на водородной, и ожидается, что их количество к 2039 году возрастет до 50 тыс. Это потребует наличия 1 000 водородных заправочных станций.

В штате к 2023 году будут завершены проекты в области водородной энергетики общей стоимостью \$230 млн США. В создание водородной инфраструктуры необходимы инвестиции в размере \$10 млрд США. В Неваде сооружается завод по производству водорода с вводом в эксплуатацию в 2021 году. Инвестиции в проект составляют \$150 млн США [19].

Особенностью программ развития водородной энергетики является активное участие крупных нефтегазовых компаний в мероприятиях по вытеснению из энергетических балансов природного углеводородного сырья. Примером может служить British Petroleum (BP), которая участвует в проекте сооружения завода по производству водорода в Австралии, где на первом этапе предусмотрен пуск пилотной установки производительностью 20 тыс. т водорода с последующим выходом на проектный показатель 1 млн т.

На северо-востоке Великобритании BP сооружает завод по производству водорода на базе переработки природного газа. Фирма Shell строит завод по производству водорода для его поставки на металлургический завод фирмы Arcelor Mital в Гамбурге. Одним из инновационных проектов в области водородной энергетики является проект ZEED (Zero Emission Energy Distribution at Sea), которым участвует крупная газовая компания Equinor наряду с Wartsila, DFDS, Greg Star и другими [20]. Согласно проекту предусматривается создание хаба в Северном море вблизи маршрутов движения судов. Энергетический хаб, состоящий из оффшорных ветропарков, включающих ветрогенераторы мощностью 12 МВт, подает электроэнергию на плавучие установки электролиза предварительно очищенной морской воды для производства водорода в объеме, достаточном для загрузки судна. Получаемый водород загружается прямо в море в танкеры по перевозке сжиженного газа без существенной их модернизации. Получаемый водород может быть использован в качестве топлива на судах каботажного плавания и на маломерных судах. Так, в Норвегии запускается проект обслуживания оффшорных ветропарков судами на водородном топливе. Во Франции планируется пустить круизные суда на водородной по реке Рона [21].

Развитие водородной энергетики в России

Внимание к водороду со стороны промышленно развитых стран мира, входящих в первую десятку, как к экологически чистому энергоресурсу ввиду отсутствия вредных выбросов и выделение его как центрального элемента построения безуглеродной энергетики не могли не вызвать интерес к водороду со стороны России — страны со статусом энергетической державы. Распоряжением Правительства РФ от 12 октября 2020 года № 2634-р (далее — Распоряжение) утвержден план «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года». План формулирует необходимые мероприятия с указанием сроков их исполнения:

1. Стратегическое планирование и мониторинг развития водородной энергетики (первый квартал 2022 года, далее — ежегодно).
2. Мероприятия по стимулированию и государственной поддержке развития водородной энергетики (второй квартал 2021 года).
3. Формирование производственного потенциала водородной энергетики (второй квартал 2021 года).
4. Реализация приоритетных пилотных проектов в области водородной энергетики, которые включают:
 - создание установок производства водорода без выбросов углекислого газа (2024 год);
 - производство низкоуглеродного водорода на объектах добычи газа и переработки углеводородного сырья (2023 год);
 - изготовление и испытание ГТУ на метано-водородном топливе (2024 год);
 - создание опытного образца железнодорожного транспорта на водородной (2024 год);

• производство водорода с использованием АЭС (2023 год).

5. Научно-техническое развитие и разработка высокотехнологичных решений (2024 год).

6. Совершенствование нормативно-правовой базы и системы национальной стандартизации (2024 год).

7. Развитие кадрового потенциала (2024 год).

8. Развитие международного сотрудничества, которое включает:

- формирование в зарубежных странах репутации РФ как поставщика экологически чистого водорода без выбросов CO₂. (2024 год);
- продвижение российских технологий водородной энергетики на международных рынках (2024 год).

Анализ мероприятий плана указывает на начальный этап долгосрочной работы по построению водородной энергетики в России на основе существующей базы.

Отличие российской стратегии развития водородной энергетики от стратегии других стран

В Распоряжении четко прописана стратегия развития водородной энергетики на данном этапе, которая по ряду положений отличается от стратегии развития водородной энергетики других промышленно развитых стран.

Раздел 4

В разделе 4 указывается, что производство водорода осуществляется с использованием АЭС. Это в корне отличает российскую программу развития водородной энергетики от других, где производство водорода без выброса CO₂ осуществляется с использованием установок возобновляемой энергетики. Акцент на использование АЭС как энергетической базы производства чистого водорода с использованием электролизеров объясним в силу отсутствия необходимости масштабного развертывания установок возобновляемой энергетики, так как АЭС обеспечивают синергетический эффект при производстве водорода, подобный тому, что имеет место при использовании установок возобновляемой энергетики.

Также отмечается необходимость создания опытного образца железнодорожного транспорта на водороде, что подчеркивает приоритет данного вида транспорта по сравнению с автомобильным, который является одним из основных загрязнителей атмосферы. Приоритет железнодорожного транспорта связан с тем, что Россия обладает самой большой сетью железных дорог в мире, где использование водорода обеспечит значительное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, тогда как промышленно развитые страны обладают огромным парком автомобильного транспорта, что и предопределяет массовый переход автомобилей на водород в перспективе. Различие приоритетов использования водорода на транспорте указывает на отличия в стратегии развития водородной энергетики России и других стран.



Раздел 8

Еще одним отличием является мероприятие по формированию в зарубежных странах репутации России как поставщика экологически чистого водорода без выбросов CO₂, тогда как в программах развития водородной энергетики промышленно развитых стран делается акцент на коммерциализацию водородной энергетики, повышение ее конкурентоспособности по сравнению с другими энергоносителями, что расширяет водородный рынок, который, по оценке экспертов, может составлять на перспективу \$700 млрд США.

Место России на водородном рынке указывает на способность страны соответствовать современному тренду построения безуглеродной энергетики, расширяет экспортную базу, соизмеримую с ведущими позициями экспорта, а также характеризует страну как надежного поставщика экологически чистого энергоресурса.

Общим для всех программ стран, развивающих водородную энергетику, является достижение цели по сдерживанию повышения температуры на планете Земля (не выше 1,5 °C к концу XXI века), которая была принята на Парижском саммите в декабре 2015 года.

ЭС

Источники

1. <https://www.euractiv.com/>.
2. https://hydrogeneurope.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Europe_2x40%20GW%20Green%20H2%20Initiative%20Paper.pdf.
3. <https://www.utilitydive.com/news/wind-remains-cheaper-but-solars-costs-are-falling-faster-lazard-finds/587759/>.
4. <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>.
5. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/worlds-largest-solar-project-will-also-be-worlds-cheapest>.
6. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/mega-projects-help-double-green-hydrogen-pipeline-in-just-five-months>.
7. <https://www.utilitydive.com/news/hydrogen-is-having-a-moment-and-power-generation-is-leading-the-way/587958/>.
8. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/shell-exploring-worlds-largest-green-hydrogen-project>.
9. <https://www.woodmac.com/news/editorial/the-future-for-green-hydrogen/>.
10. <https://www.woodmac.com/reports/energy-markets-executive-summary-green-hydrogen-production-landscape-projects-and-costs-392370>.
11. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-01/hydrogen-wars-pit-europe-v-china-for-700-billion-business>.
12. <https://www.businessgreen.com/news/4023209/government-targets-million-uk-green-jobs-2030>.
13. <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/making-europes-hydrogen-economy-a-reality/>.
14. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/orsted-among-the-winners-as-uk-backs-hydrogen-demos>.
15. <https://www.hydrocarbonprocessing.com/news/2020/11/italy-drafts-guidelines-for-national-hydrogen-strategy>.
16. <https://www.euractiv.com/>.
17. <https://www.climatechangenews.com/2020/11/12/eib-approves-e1-trillion-green-investment-plan-become-climate-bank/>.
18. <https://www.reuters.com/article/us-japan-energy-hydrogen/japan-aims-to-set-up-commercial-hydrogen-fuel-supply-chain-by-2030-idUSKBN2700PM>.
19. <https://www.theguardian.com/environment/2020/nov/11/climate-heroes-the-countries-pioneering-a-green-future>.
20. <https://www.maritimemanual.com/abb-showcases-floating-filling-station-bunkering-zero-emission-fuel-sea/>.
21. <https://www.investing.com/news/stock-market-news/first-wave-of-ships-explore-green-hydrogen-as-route-to-net-zero-2337060>.



ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ



КОНФЕРЕНЦИЯ

01 ДЕКАБРЯ 2021 / ОТЕЛЬ «NOVOTEL ЕКАТЕРИНБУРГ ЦЕНТР»

ПТА-ЕКАТЕРИНБУРГ 2021



Промышленная
автоматизация



Цифровизация
производства



Автоматизация зданий
и инженерных систем



Искусственный
интеллект



Интернет вещей
и большие данные



Информационная
безопасность

Организатор

Экспотроника

(495) 234-22-10

WWW.PTA-EXPO.RU



Современные тенденции повышения энергоэффективности

Яков Щёлоков, СРО Ассоциация «Союз «Энергоэффективность»

Виктор Балдин, Уральский энергетический институт Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

В 2017 году правительство РФ приняло решение передать тему «Энергосбережение» (регулирование сферы энергоэффективности) из Минэнерго в Минэкономразвития. В апреле 2018 года появилось распоряжение Правительства РФ от 19.04.2018 г. № 703-р, которым был утвержден комплексный план [1] мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 26 января 2019 г. № 45 с 7 февраля 2019 года Минэкономразвития осуществляет функции:

- выработки государственной политики и нормативно-правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, по вопросам проведения энергетических обследований;
- методического обеспечения разработки и реализации региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- оценки эффективности региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [2].

В июле 2019 года Минэкономразвития России разработало рекомендации, которые нацелены на оказание методической поддержки предприятиям про-

мышленного сектора при организации работы по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Данные материалы разработаны в дополнение к существующей нормативной базе, устанавливающей требования к идентификации показателей (индикаторов) энергоэффективности, их измерению и верификации, определению экономии энергетических ресурсов. В частности, в документе представлены рекомендуемые подходы к оценке потенциального эффекта от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности на стадии их планирования [3].

В августе 2020 года Минэкономразвития направило на согласование в федеральные органы исполнительной власти проект обновленного комплексного плана мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики России, представив новую цель: снижение энергоемкости ВВП к 2030 году — на 20 % (общее же снижение энергоемкости ВВП составит до 35 %) от уровня 2017 года за счет современных технологий в энергетике, на транспорте и в ЖКХ [4, 5]. Но этот проект до сих пор не принят.

Мероприятия комплексного плана 2018 года направлены на обеспечение модернизации основных фондов, увеличение вклада технологического фактора в снижение энергоемкости валового внутреннего продукта не менее чем до 1,5 % в год, а также на обеспечение сокращения технологического отставания РФ от ведущих стран. Обновленный план 2020 года ориентирован на повышение энергоэффективности наиболее энергоемких секторов экономики, которые потребляют свыше 80 % всей энергии в стране: энергетика, промышленность, транспорт и жилищно-коммунальный сектор.

Предприятия промышленности по плану 2018 года должны снижать энергоемкость, а значит — энергетическую составляющую себестоимости продукции не менее чем на 1,5 % в год (или до 1,5 % в год).

Сравнение зарубежного и российского опыта

Статья 4 Регламента ЕС 714/2009 о торговле электроэнергией уточняет положения Директивы ЕС с целью создания реальной конкуренции в сетевом хозяйстве. А именно — «расходы... эффективной сетевой организации образуют масштаб для исчисления размера платы за пользование сетями, то есть сетевые организации оценивают по критерию затрат, взамен государственного регулирования» [6].

Обратимся к практике Европейского Союза (ЕС) и других развитых стран. В экономике ЕС действуют обязательные энергетические правила (ЭП), которые оформлены законодатель-

но в каждой стране — члене ЕС. Основной документ: Директива 2006/32/ЕС Европейского парламента и Совета от 05.04.2006 г. «Об эффективности конечного использования энергии и энергетических услугах» [7]. В ЕС в соответствии с Директивой 2006/32/ЕС действует правило: повышение энергетической эффективности — это повышение эффективности конечного использования энергии в результате технологических, поведенческих и/или экономических изменений. То есть, все работают на повышение энергоэффективности у конечного потребителя!

В России, в отличие от ЕС, это строительство новых мощностей, оптимизация систем передачи и распределения энергии. Конечное потребление энергии, являясь энергетической мерой цивилизации, имеет важное значение для социально-экономической и политической сфер человеческой цивилизации [8]. В Государственном докладе «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» (2020) отмечается, что в 2019 году в РФ впервые за пять лет произошло снижение энергоемкости ВВП. Несмотря на положительную динамику энергоемкости, темпы повышения энергоэффективности экономики в России отставали от среднемировых показателей:

- уровень энергоэффективности экономики России, характеризуемой энергоемкостью ВВП, в 1,5–2 раза ниже этого показателя у ведущих стран;
- Российская Федерация в 2017 году занимала 27 место из 111 в рейтинге стран по реализации мер государственного управления в области устойчивой энергетики (Regulatory Indicators for Sustainable Energy);
- в 2018–2019 годах этот показатель в России существенно не улучшился, хотя прогноз ИНЭИ РАН до 2040 года — положительный [9].

В ЕС широко распространены долгосрочные соглашения между правительствами и отраслевыми ассоциациями (аналог наших отраслевых союзов), где компании обязуются снизить энергопотребление до уровня передовых компаний [10]. Например, в ФРГ основу энергетического права составляют Закон об энергетическом хозяйстве (действует с 2005 года) и Закон об обеспечении энергией, а также нормы «конкурентного, договорного и экологического права в энергетической сфере» [6].

В Российской Федерации нет закона об энергетическом хозяйстве страны, а до сих пор бытуют представления о так называемом «естественном энергетическом монополизме», который имел право на существование в эпоху тотальной плановой экономики.

Что делать?

В России требуется разработка и принятие Закона об энергетическом хозяйстве страны, который установит четкие энергетические правила в области взаимоотношений между производителями и конечными потребителями топлива и преобразованных видов энергии, что обеспечит достижение целей, указанных в документах правительства России. Экономия энергии в таком случае будет играть главную роль в снижении затрат производства и улучшении экологической ситуации.

ЭС

Источники

1. Распоряжение Правительства России от 19 апреля 2018 г. №703-п // URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71830276/>.
2. <http://economy.gov.ru/minec/main>.
3. Приказ Минэкономразвития России от 29 июля 2019 г. № 468 «Об утверждении методических рекомендаций по оценке эффективности реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в промышленности» // URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depmb/2019073103>.
4. https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_rossii_obnovilo_plan_meropriyatiy_po_povysheniyu_energoeffektivnosti_ekonomiki.html.
5. Давыдова А. Энергоэффективности обновили цель и средства. Коммерсантъ. 2020. № 142. С. 2.
6. Энергетическое право России и Германии: сравнительно-правовое исследование / П. Г. Лахно и др. М.: Юрист, 2011. 1076 с.
7. Директива 2006/32/ЕС Европейского Парламента и Совета от 5 апреля 2006 г. об эффективности конечного использования энергии и энергетических услугах, а также об отмене Директивы Совета 93/76/ЕЭС // http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=54005.
8. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_energy_consumption_per_capita.
9. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина. ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО. Москва, 2019. 210 с. // URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus>.
10. Справочный документ ЕС по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. 2012. С. 417–430.

Определение поврежденного участка ВЛ

с помощью геоинформационной системы грозовой активности

Воздушные линии электропередачи, являясь хорошей антенной, передают возникающие при грозе возмущения напряжения вдоль всей линии ВЛ

Печатается с разрешения журнала «Энергия единой сети» № 5–6 (54–55), декабрь 2020 — январь 2021

<https://www.энергия-единой-сети.рф/publications/158-5-6-54-55-2020-g/1365-opredelenie-povrezhdennogo-uchastka-vozdushnoj-linii>

Андрей Кучерявенков, ООО «МНПП «Антракс»

Воздушная линия электропередачи напряжением до 1000 В является самым распространенным и наиболее уязвимым элементом распределительной энергетической системы, особенно в сельской местности, в малых городах и пригородных зонах мегаполисов. Статистика аварий в энергосистемах свидетельствует, что причина 75–80 % аварийных отключений линий электропередач весной и летом — это грозы.

Использование систем геопозиционирования в текущий момент стремительно растет в большинстве стран, поскольку понимание месторасположения и размещения объектов — это жизненно важный компонент эффективного принятия решений. По мнению экспертов из комиссии ООН по управлению глобальной геопространственной информацией, географическая информация станет повсеместной практически в любом аспекте государственного управления и жизни граждан [8]. Эти данные не только помогут в немедленном реагировании, но и поспособствуют улучшению планирования и восстановления важнейших систем жизнеобеспечения, в том числе энергетической системы.

В настоящее время отмечается слабопредсказуемый характер погодных и климатических отклонений от спрогнозированных норм. В том числе нарастают интенсивность и неоднородное распределение грозовой активности, имеющей резко выраженный региональный характер [6]. Для предотвращения негативного воздействия и минимизации ущерба необходимо создание географической информационной системы (ГИС) мониторинга грозовой активности в реальном времени. ГИС содержит данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении, форме и свойствах, представленные в координатно-временной системе [3, с. 4]. С помощью ГИС можно осуществить пространственную привязку электросетевого комплекса к географической карте и увязать его с системами регистрации грозовой активности.

Цель создания ГИС — повышение точности определения величины и координат грозового заряда, информации о текущей интенсивности и пространственном распространении грозового фронта, а также сбор статистических данных о характеристиках грозовых районов. ГИС не требует создания дополнительных пунктов измерения, а базируется на установленных в

комплексе распределительных сетей 6–110 кВ устройствах определения поврежденного участка воздушной линии (ВЛ). Одновременно с регистрацией скачков напряженности электрического поля несколькими пространственно-разнесенными топографическими указателями поврежденного участка ВЛ (индикаторами короткого замыкания) регистрируется отношение амплитуд скачков горизонтальных составляющих вектора напряженности магнитного поля, создаваемого током молнии. Дополняют данные измерения установленных на подстанциях (ПС) устройств определения поврежденного фидера (ОПФ), таких как мониторы электрической сети и терминалы ОПФ. После передачи данных в диспетчерский центр они обрабатываются, отображаются на карте в режиме реального времени, составляется и решается система уравнений, связывающих скачки электрического и магнитного полей с величиной и координатами заряда. По каждому из молниевых разрядов формируется сообщение, содержащее следующие данные: время возникновения, географические координаты, погрешность расчета координат молниевых разрядов, напряженность электрической составляющей поля (сила и направление тока, форма волны).

Воздушная линия — удобная база для сбора информации

Потребители электроэнергии есть практически повсюду. В электросетевых комплексах наибольшей протяженностью обладают электрические сети напряжением 6–110 кВ, доля которых превышает 75 %. В России общая протяженность сетей 6–110 кВ составляет более 1,5 млн км, и более полумиллиона понижающих ПС, установленных в этих сетях, обеспечивают питанием нагрузки на напряжении 0,4 кВ [7]. ВЛ среднего класса напряжения построены по радиальному принципу, представляют собой разветвленную сеть, очень плотную в населенных районах. Именно в населенных районах сбор информации о грозовой активности, поведении молний и распространении электрических импульсов особенно актуален.

ВЛ электропередачи являются хорошей антенной, передающей грозовые импульсы вдоль линии благодаря возникновению возмущений тока и напряжения. Поэтому ВЛ служат удобной базой для создания информационной системы знаний о грозовой активности. Собрав данные о токе, напряжении, частоте и длительности импульсов, форме и амплитуде волны в ВЛ, можно получить актуальные знания о грозовой активности.

Преимущества использования комплекса сетей 6–110 кВ как базы для создания ГИС заключаются в следующем:

- 1) простота использования — не требуется отдельных конструкций для размещения регистрационных приборов;
- 2) возможность проведения грозмониторинга на основе имеющегося оборудования для нужд электроэнергетики в реальном времени без дополнительных затрат;
- 3) легкая возможность установки дополнительного серверного оборудования ГИС в комплексе оперативно-диспетчерского управления ПС;
- 4) наличие постоянного мониторинга ситуации в энергосистеме, необходимого для оперативного реагирования на показания ГИС грозовой активности.

Указатели поврежденного участка ВЛ электропередачи — эволюция развития и современные возможности

Указатели поврежденного участка ВЛ и мониторы электрической сети предназначены для определения поврежденного фидера и поврежденного участка ВЛ электропередачи и сигнализации о произошедшей аварийной ситуации. Они представляют собой стационарные устройства мониторинга, устанавливаемые непосредственно на провод или опору линии электропередачи либо в ячейку комплектно-распределительного устройства (КРУ). В основе их функционирования лежат топографические методы, такие как индукционные (индикация параметров магнитного поля токов в проводах ВЛ), акустические (улавливание на трассе акустических (механических) колебаний), потенциальные (фиксация вдоль трассы электрических потенциалов) и электромеханические [2].

Первые указатели поврежденного участка были разработаны компанией Horstmann в 1946 году, а в России топографические методы определения места повреждения были реализованы в указателях опор с поврежденной изоляцией типа УПИ-1 в 1970-х годах. Современные указатели поврежденного участка дают возможность измерения параметров аварийных токов в самом широком диапазоне: от 0,5 до 10000 А. В указателях типа ИКЗ-В34 реализована функция синхронного измерения токов, в том числе их высокочастотной составляющей. Используемый приемник точного времени GPS/ГЛОНАСС позволяет реализовать алгоритм определения расстояния до места повреждения. ИКЗ обладают способностью оцифровки поступающих измерений с большой частотой.

Устанавливаемые в ячейку КРУ мониторы электрической сети типа «А-Сигнал» также регистрируют дату и время аварийного события, направление повреждения, поврежденные фазы, основные параметры, максимальные и минимальные значения в процессе фиксации события. Анализируя портрет волновой функции, они осциллографируют с частотой дискретизации 1 МГц и фиксируют направление потокораспределения. При применении устройств определения места повреждения для построения ГИС грозовой активности необходима настройка на ожидаемые параметры индуктированного заряда: диапазон скачков тока и напряжения, форму и амплитуду волны, частоту возникновения перенапряжения.

Известно, что основной характеристикой грозовых импульсов является общая продолжительность удара от 0,15 до 1100 мс [4, Приложение А, с. 41]. ИКЗ-В34 могут измерять параметры первого высокочастотного фронта с частотой 100 кГц или 10 мкс. Также на входе индикаторов установлены высокочастотные фильтры, которые интегрируют энергию импульса и, поэтому могут определять импульсы высокой энергии короче 10 мкс. Применение устройств определения места повреждения для построения ГИС грозовой активности не требует дополнительных финансовых вложений, поскольку основано на уже установленном и функционирующем комплексе приборов.

Сбор, анализ и отображение информации в системе мониторинга линий электропередачи КОМОРСАН

Указатели поврежденного участка ИКЗ-34 и мониторы электрической сети «А-Сигнал» передают информацию по радиоканалу, с помощью канала ретрансляции данных или посредством GSM-канала в SCADA-систему или систему мониторинга линий электропередачи КОМОРСАН. Комплексная система диагностики КОМОРСАН включает в себя различные программные приложения, максимально упрощающие работу диспетчера, в том числе геоинформационное приложение КОМОРСАН веб-клиент, наглядно визуализирующее на карте состояние линий электропередачи и показания приборов, с точным отображением их координат. Графические данные хранятся в виде отдельных тематических слоев, а качественные и количественные характеристики составляющих их объектов — в виде баз данных. Технический результат заключается в формировании многоуровневой информационной сети. Передача информации в систему КОМОРСАН происходит в реальном времени (рис. 1).

Функциями ГИС, построенной в комплексной системе мониторинга КОМОРСАН, являются:

- 1) ввод и редактирование данных об объектах электросетевого комплекса;
- 2) поддержка моделей пространственных данных: Яндекс.карты, Google-StreetMap и др.;
- 3) хранение информации об объектах, событиях, их качественных и количественных характеристиках, GPS-координатах;
- 4) отображение и совмещение картографических слоев — слой геоинформационной карты, слой объектов (ВЛ, ПС, потребители, установленные устройства), слой информации о свойствах объекта в реальном времени (измеренные устройствами показатели, включая параметры грозовых импульсов);
- 5) подготовка типовых картографических продуктов в соответствии с заявками потребителя;



Рис. 1. Передача информации в систему КОМОРСАН с отображением на спутниковой географической карте

б) редактирование расположения линий электропередачи и приборов для измерения данных о грозовой активности (ИКЗ);
7) вывод результатов в разных формах — визуальное отображение, подсветка на карте, расшифровка данных, сводные таблицы и др.

Основные преимущества системы КОМОРСАН для реализации ГИС грозовой активности таковы:

- отличается легкостью приспособления и возможностями расширения, поскольку является открытой системой;
- система разработана и производится в России, полностью адаптирована для использования в нашей стране;
- может быть оперативно использована при разворачивании сети передачи данных;
- позволяет осуществлять дистанционный контроль ситуации на линиях электропередачи, включающий в себя функции оповещения об изменении состояния приборов посредством уведомления через sms и e-mail;
- дает возможность работать с устройствами в режиме реального времени, в том числе вести непрерывный анализ поступающей информации;
- позволяет использовать облачные технологии и специальные алгоритмы обработки данных.

Анализ информации с нескольких приборов, расположенных на одной линии, в режиме реального времени дает возможность оценить продвижение грозового фронта, частоту возникновения грозовых импульсов, диапазон скачков тока и напряжения (рис. 2). Но для расширения информационных возможностей, прежде всего точного определения GPS-координат грозового разряда и особенностей его протекания, необходима дополнительная алгоритмическая обработка данных, реализуемая в отдельных приложениях системы КОМОРСАН по запросу.

Алгоритмическая обработка данных о грозовой активности в ГИС мониторинга КОМОРСАН

Для повышения точности и эффективности расчетов ГИС грозовой активности необходимо выполнить оценку токов растекания в точке установки указателя поврежденного участка (рис. 3). В случае прямого удара молнии в ВЛ непосредственный эффект возникает от тока молнии, который вызывает перенапряжение на импедансе заземления. Эффективное значение импеданса для тока разряда молнии составляет несколько тысяч ом. В случае удара молнии в непосредственной близости от ВЛ эффект перенапряжения вызывает наличие замкнутых контуров в цепях или резистивных связях, возникающих из-за импульсов тока. В случае удаленного удара молнии скачки перенапряжений ограничиваются наведенными (индуцированными) напряжениями [5, с. 25–27]. Реакция электрической системы при ударе молнии является важным аспектом при оценке величины и точных координат молниевое заряда.

Разряд молнии состоит из нескольких отдельных импульсов. Рассмотрим характеристики типичного грозового импульса с точки зрения протекания тока во времени с помощью рис. 4 и 5. Зная аналитические кривые зависимости тока от времени, мы получаем плотность амплитуды тока молнии. Указатели поврежденного участка типа ИКЗ-В34 и мониторы электрической сети типа «А-Сигнал», определяющие импульсы короче 10 мкс за счет установленных высокочастотных фильтров, фиксируют широкий спектр данных о грозовом



Рис. 2. Модель отображения информации о грозовой активности в системе КОМОРСАН с отображением на спутниковой географической карте

процессе: скачки электрического и магнитного полей; отношение амплитуд скачков горизонтальных составляющих вектора напряженности магнитного поля, создаваемого током молнии; плотность амплитуды тока молнии. Видя данные о возмущениях полей в каждом приборе, установленном на линии, и зная координаты приборов, мы можем решить обратную задачу, чтобы определить точные GPS-координаты и параметры грозового импульса.

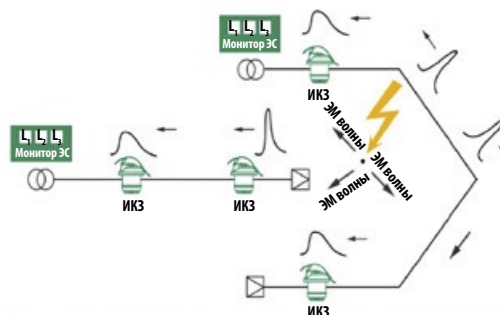


Рис. 3. Условная схема фиксации приборами электромагнитных возмущений при ударе молнии

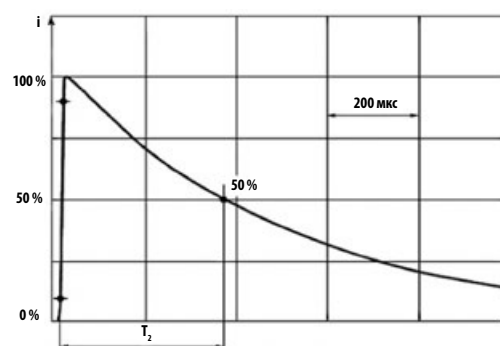


Рис. 4. Кривая хвоста тока положительного импульса

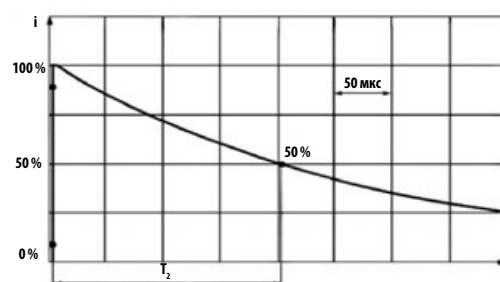


Рис. 5. Кривая хвоста тока первого и последующих отрицательных импульсов [4, Приложение В, с. 53–54]



Минтруд России



АССОЦИАЦИЯ «СИЗ»

С 7 ПО 10
ДЕКАБРЯ

2021

25-я

ЮБИЛЕЙНАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ

ВЫСТАВКА И ФОРУМ

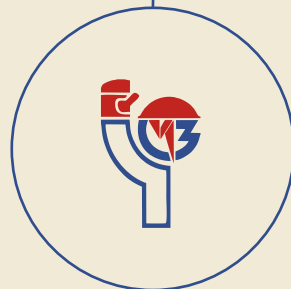
БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

БИОТ

BIOTEXPO.RU



ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА



Для корректной привязки грозового импульса к географической точке необходимо построить математическую модель, составить и решить систему уравнений, связывающих зафиксированные несколькими приборами скачки электрического и магнитного полей с координатами заряда. Прежде всего надо учесть разницу распространения электрических импульсов по воздуху и проводу ВЛ электропередачи. По воздуху грозовой импульс распространяется со скоростью, близкой к скорости света, но быстро затухает. Распространяясь по ВЛ электропередачи, грозовой импульс существенно диспергирует. Распространяясь по ВЛ электропередачи, грозовой импульс существенно диспергирует. Система уравнений, описывающая распространение грозового импульса по ВЛ, определяет значения тока (I) и напряжения (U) в начале и конце участка ВЛ [1, 9, 10]:

$$U_1 = \cos(n\beta)U_2 + jz_c \sin(n\beta)I_2;$$

$$I_1 = \cos(n\beta)I_2 + j/z_c \sin(n\beta)U_2, \text{ где}$$

β — коэффициент изменения фазы при промышленной частоте сети;

z_c — волновое сопротивление линии;

n — номер гармоники;

j — мнимая единица.

Волновое сопротивление z_c и коэффициент распространения волны γ (комплексная величина) определяются частотой тока ω .

$$z_c = \sqrt{\frac{r_0 + j\omega L_0}{g_0 + j\omega C_0}}, \quad \gamma = \alpha + j\beta,$$

$\gamma = \alpha + j\beta$, где

r_0, g_0, L_0, C_0 — погонные параметры ВЛ (активное сопротивление и проводимость, индуктивность и емкость);

α — коэффициент затухания волны в линии.

Для линий напряжением 6–110 кВ погонная активная проводимость g_0 пренебрежимо мала. При частоте $\omega_c = 50$ Гц погонное активное сопротивление r_0 одного порядка с индуктивным погонным сопротивлением $x_0 = \omega_c L_0$. Но если частота повышается в 10 раз и более, волновое сопротивление и коэффициент изменения фазы могут определяться так же, как и для линии без потерь. Для сопротивлений источника и нагрузки на высоких частотах (килогерц и более) также можно принять во внимание только их индуктивные составляющие [1, с. 58–59].

Зная конкретные параметры r_0, g_0, L_0, C_0 для каждой ВЛ и получив данные о токах и напряжениях грозового импульса от топографических устройств определения места повреждения, мы можем по этим формулам вычислить точку ВЛ, максимально приближенную к месту удара молнии, и параметры грозового импульса. При увеличении количества измеряющих и передающих приборов типа ИКЗ-В34 и «А-Сигнал» возможно улучшение алгоритмической обработки данных и повышение точности определения величины и координат грозового заряда. Мониторинг грозовой активности в режиме реального времени дает возможность получения информации о текущей интенсивности и пространственном распространении грозового фронта, необходимой для немедленного реагирования.

Выводы

Создание ГИС грозовой активности на базе комплекса распределительных сетей 6–110 кВ с использованием устройств определения места повреждения ВЛ позволяет получать данные о текущей интенсивности грозовой деятельности и заблаговременно предупреждать диспетчерские службы о начале и окончании грозы по трассе прохождения ЛЭП. Создание такой системы для энергокомпаний, оснащенных современными устройствами определения поврежденного участка, не требует дополнительных вложений.

Построение ГИС грозовой активности с использованием указателей поврежденного участка и системы мониторинга ситуации энергокомпаниями в режиме реального времени позволит:

- частично предотвратить возникновение аварий на объектах электроэнергетики и сбоев в электроснабжении потребителей, вовремя предприняв защитные меры немедленного реагирования;
- оперативно устранить повреждения линии электропередачи, зная точные GPS-координаты места повреждения линии;
- улучшить проектирование системы линий электропередачи на основе высокоточных статистических данных о грозовой активности за длительный период времени;
- усовершенствовать обеспечение безопасности жизнедеятельности людей во время грозовых явлений и в случае инициирования ими аварийных ситуаций;
- уменьшить экономический ущерб от грозовых явлений.

Использование обсуждаемой системы мониторинга грозовой активности в настоящее время подразумевает предварительное тестирование системы в сложных климатических условиях. На территории России применение системы в первую очередь целесообразно в регионах с высокой грозовой активностью, таких как Псковская, Смоленская, Свердловская области, Краснодарский край и Республика Алтай, а также в регионах с максимально развернутой сетью индикаторов поврежденного участка, в частности в Республике Татарстан.

ЭС

Литература

1. Абдуллазянов Р. Э. Методика обнаружения места повреждения при однофазных замыканиях на землю в распределительных электрических сетях напряжением 6–35 кВ по их частотным характеристикам: диссертация ... кандидата технических наук: 05.09.03 / Абдуллазянов Рустем Эдвардович [Место защиты: Казан. техн. ун-т им. А.Н. Туполева]. Казань. 2013. С. 58–59.
2. Автоматизированные методы и средства определения мест повреждения линий электропередачи. Уч. пособие. / О. Г. Гриб, А. А. Светелик, Г. А. Сендерович, Д. Н. Калужный. Под общ. ред. О. Г. Гриба. Харьков: ХГАГХ. 2003. С. 82.
3. ГОСТ Р 52155–2003. Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р МЭК 62305–1–2010. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы.
5. ГОСТ Р 55630–2013/IEC/TR 62066:2002. Перенапряжения импульсные и защита от перенапряжений в низковольтных системах переменного тока. Общие положения.
6. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Учеб. пособие для ун-тов и гидрометеорол. вузов. Л.: Гидрометеиздат, 1965. С. 711.
7. Положение ОАО «Россети» о Единой технической политике в электросетевом комплексе. С. 23–25.
8. UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision. P. 2.
9. Григорьева Е. Д. Электрические цепи с распределенными параметрами. Учебное пособие / МТУСИ. М. 2010. 27 с.
10. Григорьев А. Д. Электродинамика и техника СВЧ: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1990

ПРИГЛАШАЕМ
принять участие в крупнейшем
на территории Сибири и Дальнего Востока
отраслевом проекте!

**24–26
НОЯБРЯ**

КРАСНОЯРСК 2021

XIII СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ



XXVIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ. СВЕТОТЕХНИКА**



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
Нефть. Газ. Химия

Одновременно с выставкой «МЕТАЛЛООБРАБОТКА И СВАРКА»

**2019 ИТОГИ
ВЫСТАВКИ:**

Участники – **137** компаний из России, Германии, Италии,
Китая, Республики Беларусь
Посетители – **1 550** специалистов из **928** организаций,
4 стран, **37** городов России и **28** городов и районов
Красноярского края

Реклама
0+



www.krasfair.ru

МВДЦ «Сибирь»
ул. Авиаторов, 19
тел.: (391) 200-44-00



Предупрежден, значит не поражен!

ООО «Завод Энергетик» — это отдельное подразделение в группе компаний «Каскад», занимающееся проектированием, производством и комплектацией объектов энергетики. Наши сотрудники — специалисты, обладающие опытом работы в строительстве объектов большой энергетики и их эксплуатации, занимаются непосредственным проектированием инновационных продуктов для энергетики. За круглым столом обсуждаются все преимущества, которыми должны обладать новые продукты, учитываются, в том числе, и пожелания наших непосредственных Заказчиков. Основными нашими продуктами на сегодняшний день являются птицезащитные устройства типа: АПЗУ-1-1, АПЗУ-БТ-3, МПЗУ-300, ПЗУ-КЗ-70 и авиационные шары-маркеры типа СШМ.

Антиприсадочное защитное устройство АПЗУ-1-1

Антиприсадочное защитное устройство АПЗУ-1-1 предназначено для защиты гирлянд подвесных изоляторов от загрязнения продуктами жизнедеятельности птиц и самих птиц от поражения электрическим током на ВЛ. АПЗУ-1-1 устанавливается на траверсе ВЛ над местом крепления гирлянд изоляторов и препятствует посадке птицы на траверсу в зоне его защиты.

АПЗУ-1-1 также служит для исключения возможности гнездования птиц на траверсе опоры, что сводит к минимуму загрязнения изоляторов и токонесущих проводов птицами, тем самым предотвращает замыкания ЛЭП и гибель птиц от поражения электрическим током. Антиприсадочное защитное устройство является эксклюзивной продукцией и изготавливается в соответствии с техническими условиями, разработанными специалистами ООО «Завод Энергетик».

Антиприсадочное птицезащитное устройство барьерного типа АПЗУ-БТ-3

Антиприсадочное птицезащитное устройство барьерного типа АПЗУ-БТ-3 предназначено для предотвращения загрязнения гирлянд изоляторов продуктами жизнедеятельности птиц, защиты ВЛ от гнездования и посадки птиц на опоры, обеспечения условий нормальной работы и эксплуатации воздушных линий электропередач ВЛ 35–750 кВ, а также для предотвраще-

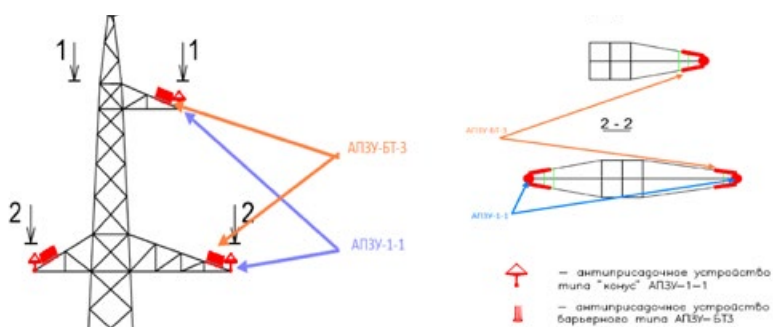
ния гибели птиц от поражения электрическим током. Это устройство делает невозможной посадку и гнездование птиц на траверсах опор ВЛ.

АПЗУ-БТ-3 выдерживает ветровые и гололедные нагрузки, соответствующие требованиям ПУЭ-7. Оно выполнено из диэлектрического атмосферостойкого пластика, стойкого к ультрафиолетовому излучению и имеющего рабочий температурный диапазон от –70 до +160 °С. Исполнение УХЛ1.

Устройство АПЗУ-БТ-3 состоит из трех конусных стержней и модульного основания с конусными отверстиями для установки стержней. Модульная конструкция основания позволяет соединять их между собой. Закрепление АПЗУ-БТ-3 на траверсах опор выполняется при помощи металлических П-образных струбцин. Устройство поставляется в разобранном виде. Оно легко и просто монтируется, а в процессе эксплуатации не требует дополнительного обслуживания.



ПЗУ веерного типа. Модификации, в зависимости от требований заказчика



Схематическое расположение АПЗУ

Сферы предупреждения МПЗУ

Сферы предупреждения птиц типа МПЗУ являются универсальным птицезащитным устройством маркерного типа и предназначены для предупреждения пилотов воздушных судов о наличии ЛЭП, и в то же время являются птицезащитными устройствами маркерного типа, которые устанавливаются на ВЛ для визуального отпугивания птиц и предотвращения их столкновения с проводами.

Изделие имеет малую массу, обладает достаточной прочностью, устойчиво к влаге, ультрафиолету, озону, имеет продолжительный срок службы. Как правило, применяется для воздушных линий электропередачи, в том числе для пролетов большой высоты, линий связи, переходов через водные преграды, долины, дороги, железнодорожные пути, трубопроводы и т.д.

Сфера предупреждения птиц МПЗУ изготовлена из ударопрочного пластика стойкого к ультрафиолету, выцветанию и температурным перепадам от -70 до $+220$ °C. МПЗУ выпускаются в белом, красном и оранжевом цвете. Сферы предупреждения располагаются на тросе/проводе воздушной линии и устанавливаются по чередующейся цветовой схеме из белых и красных либо белых и оранжевых шаров, что обеспечивает их наилучшую видимость.

Область применения:

- вантовые тросы, поддерживающие мачты с оттяжками;
- магистральные ВЛ;
- распределительные сети.

Сигнальные шары-маркеры СШМ

Сигнальные шары-маркеры служат для маркировки высоковольтных проводов с целью визуального предупреждения пилотов гражданской и военной авиации о наличии линий электропередач, в особенности, проходящих через водные препятствия и ущелья. Сигнальные шары-маркеры для ВЛ отчетливо видны на фоне любой местности.

Область применения:

- вантовые тросы, поддерживающие мачты с оттяжками;
- магистральные ВЛ;
- распределительные сети.



Антиприсадочное защитное устройство АПЗУ-1-1

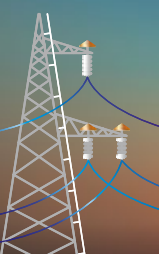
Антиприсадочное птицезащитное устройство барьерного типа АПЗУ-БТ-3

Преимущества продукции ООО «Завод Энергетик»

В нашем активе:

- соответствие стандартам ПАО «Россети»;
- скорость производства (не менее 1000 штук любого продукта в сутки);
- за счет конструктивных особенностей продукции в 10 раз быстрее происходит сборка, в 6 раз меньше занимает места при транспортировке;
- возможность монтажа при низких температурах в районах Крайнего Севера и приравненных к ним районах (сохраняем гарантию при монтаже птицезащитных устройств при температуре до -30 °C);
- 100 % локализации производства в городе Красноярске.

С нашими птицезащитными устройствами и сигнальными шарами-маркерами и птицы, и самолеты, и линии электропередач будут в безопасности.



ООО «Завод Энергетик»

660012, г. Красноярск
ул. Складская, 29
тел. (391) 206-18-17 (многоканальный)
e-mail: sales@ecobird.ru
www.ecobird.ru



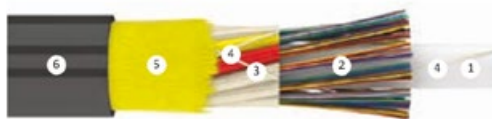


Основные принципы подбора магистральных оптических кабелей

Печатается с разрешения ВОЛС.Эксперт (сайт: wols.expert)

Дмитрий Гиберт, заместитель генерального директора по техническим вопросам завода «Инкаб»

Современные технологии производства оптического кабеля предлагают потребителю широкий выбор конструкций, который удовлетворяет всем возможным требованиям по условиям эксплуатации. Только на российском рынке представлено больше 50 типов кабеля, а число маркоразмеров исчисляется тысячами. Такое многообразие создает проектировщикам трудности в подборе оптимального технического решения под каждый проект.



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный силовой элемент (ЦЭС) — стеклопластиковый диэлектрический стержень.
2. Оптическое волокно.
3. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. Водоблокирующие нити.
5. Упрочняющие элементы — арамидные нити.
6. Оболочка из полимерного материала.



Диэлектрический — не чувствителен к электромагнитным полям



Сухая конструкция — удобен при монтаже



Уменьшенный вес и размер. Удобен для задувки в трубы

Рис. 1. Кабель для прокладки в трубы марки ДПО

Для того чтобы ускорить процесс выбора конструкции существуют базовые принципы подбора оптического кабеля, применяя которые требуемая марка с ее характеристиками определяется за несколько «шагов». В статье мы подробно разберем шаги по подбору магистральных оптических кабелей — их всего шесть.

Шаг 1. Определение назначения кабеля

Базовое разделение всех типов оптического кабеля происходит по условиям их прокладки. От способа прокладки кабеля (условий окружающей среды) зависит тип применяемого ВОК. Конкретный тип ВОК (марка кабеля) — это один из вариантов решения нетривиальной задачи инженера «защитить оптическое волокно от повреждающих условий окружающей среды», то есть разработать кабель с правильными защитными покровами и заданными характеристиками. Окружающие условия сильно отличаются в зависимости от способа прокладки ВОК.

Так, основные условия прокладки ОК это:

- задувка в трубы;
- монтаж в кабельной канализации;
- укладка в грунт;
- подвес.

Часто на конструкцию кабеля накладываются дополнительные ограничения: пожаробезопасность, диэлектрическая/не диэлектрическая

конструкция, защита от грызунов, защита ВОК от наведенного потенциала больше 12 кВ и прочие. В большинстве случаев условия прокладки кабеля определены в техническом задании или на стадии общих технических решений исходя из соображений экономической эффективности.

Шаг 2. Определение особенностей конструкции

После выбора условий прокладки необходимо определить основные особенности конструкции в зависимости от предъявляемых заказчиком требований. Они отличаются в зависимости от группы кабелей.

Кабели для задувки в трубы. Такой тип кабеля имеет самую простую конструкцию (рис. 1): отсутствуют дополнительные защитные элементы, кроме оболочки, накладываемой непосредственно на скрученный сердечник из оптических модулей с волокнами. Основной выбор внутри группы состоит в определении необходимых размеров кабеля: для задувки в обычные пластиковые трубы или для задувки в микротрубки для канализации. Микрокабели имеют меньший вес, диаметр, они более гибкие, но при этом и рассчитаны на меньшую максимально допустимую растягивающую нагрузку, чем «классические» кабели для задувки. При этом важно, чтобы отношение площади сечения кабеля к площади сечения трубы было не более чем 2/3, иначе могут возникнуть трудности при задувке.

Кабели для монтажа в кабельной канализации. Кабельная канализация представляет собой систему подземных сооружений, состоящую из трубопроводов и смотровых устройств (колодцев и коробок). В кабельной канализации осуществляется монтаж и замена кабелей, производство измерений, ремонтных и профилактических работ без вскрытия уличных покровов и раскопок грунта. В таких условиях кабель защищен от механических повреждений и электрохимической коррозии. Вместе с очевидными достоинствами этот способ прокладки ВОК обладает недостатками: возможное повреждение грызунами, затопление и замерзание затопленных участков, возможные повреждения внешней оболочки ВОК при протяжке кабеля



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Оптическое волокно.
2. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
3. Водоблокирующие нити.
4. Межмодульный гидрофобный гель.
5. Водоблокирующая лента.
6. Броня из стальной гофрированной ленты.
7. Оболочка из полимерного материала.
8. Стальная проволока.



Экономичная конструкция



Отличная защита от грызунов



Стойкость к раздавливающим нагрузкам — от 0,5 кН/см



Допустимая растягивающая нагрузка — 2,7 кН

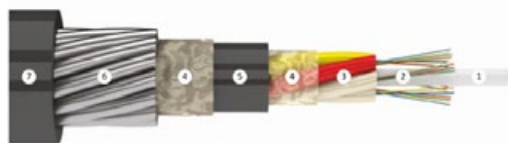


Уменьшенный вес и размер. Удобен для задувки в трубы



До 24 волокон — свободная укладка волокон

Рис. 2. Легкий кабель для прокладки в кабельную канализацию марки ТОЛ



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный силовой элемент (ЦСЭ) — стеклопластиковый диэлектрический стержень.
2. Оптическое волокно.
3. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. Гидрофобный гель.
5. Промежуточная оболочка из полимерного материала.
6. Броня из высокопрочных стальных оцинкованных проволок.
7. Оболочка из полимерного материала.



Самая востребованная конструкция



Броня — надежная защита от сильных механических повреждений



Раздавляющая нагрузка до 1 кН/см



Отличная защита от грызунов — можно прокладывать в кабельной канализации



Растягивающая нагрузка до 80 кН (при использовании канатной проволоки)

Рис. 3. Стандартный кабель для прокладки в грунт марки ДПС

по лоткам. Наличие одного из перечисленных факторов или дополнительных требований обуславливает выбор конкретной конструкции кабеля.

Опасность повреждения грызунами — главная для кабеля этой группы. Если такой угрозы нет или она минимальна, то достаточным выбором станет небронированный кабель (см. раздел: для задувки в трубы). В другом случае надежная защита от грызунов обеспечивается применением в конструкции гофрированной стальной ленты (рис. 2) или стальных проволок (см. раздел: кабели для укладки в грунт). Количество запросов на второй вариант (со стальными проволоками) крайне низкое. В редких ситуациях требуется кабель, который бы защищал от грызунов и обладал при этом *диэлектрическими свойствами*. В таком случае возможно применение специальных репеллентов в оболочке кабеля, отпугивающих грызунов, либо применение стеклонитей, наложенных поверх сердечника и промежуточной оболочки кабеля. Второй вариант, согласно исследованиям, более эффективный, так как стеклонити являются физическим барьером для грызунов.

Если говорить о самом распространенном способе защиты — гофрированной ленте, то здесь наиболее популярным решением является применение одномодульных конструкций (если число волокон не превышает 24) или применение легких конструкций со скрученным сердечником без промежуточной оболочки для многоволоконных магистралей. Конструкции с *промежуточной оболочкой* являются более габаритными и дорогими, существенно не улучшая эксплуатационные характеристики, однако также находят применение у ряда потребителей, выбирающих надежные классические решения.

Кабели для укладки в грунт. Самый распространенный способ строительства магистральных сетей между населенными пунктами там, где отсутствует кабельная канализация, и нет возможности подвеса линии — это укладка волоконно-оптического кабеля в грунт. Он более дорогостоящий и длительный, по сравнению со строительством линии по опорам ЛЭП, но бывает единственным возможным. Такая линия связи превосходит подвесную по надежности и срокам эксплуатации. К сожа-

лению, общепринятых нормативных документов, определяющих требуемые характеристики к оптическим кабелям в грунт исходя из конкретных условий прокладки, не существует. На выбор конструкции влияют две основные технические характеристики: стойкость к раздавливающим нагрузкам и максимально допустимая растягивающая нагрузка. Исходя из этих данных, определяют необходимость усиления конструкции, материал брони, тип оптического модуля.

Металлическая броня подразумевает применение стальных оцинкованных проволок, скрученных вокруг оптического сердечника. Данное решение классическое и наиболее популярное. **Диэлектрическая броня** подразумевает применение стеклопластиковых прутков. Такое решение более дорогое, но в некоторых случаях является единственно возможным. Применяется, когда требуется нечувствительность к электромагнитным полям: для прокладки на территории электрических подстанций, в охранной зоне ЛЭП, при пересечении ЛЭП, рядом с силовыми кабелями и т.п.

Классическое решение для прокладки в простых грунтах предполагает использование одного слоя брони (рис. 3). В большинстве случаев этого достаточно для обеспечения надежной защиты от механических воздействий на кабель. Однако в случае прокладки кабеля *в сложных грунтах* (скальных, мерзлотных и т.п.) проектной организацией может приниматься решение об обеспечении более надежной защиты и *использования двойного повива* силовых элементов (стальных проволок или стеклопластиковых прутков). Повивы скручиваются в разные стороны. Это обеспечивает лучшие характеристики по стойкости к растяжению и раздавливанию в сравнении с конструкциями на основе одного повива.

Центральный оптический модуль является более экономичным решением, но имеет ограничение по числу волокон: не более 24. Скрученный сердечник не имеет ограничения по числу волокон, является классической конструкцией, как правило, применяемой на основных магистральных.

Дополнительная защита от влаги. Зачастую при прокладке в заболоченных местностях, а также по дну рек, дополнительно в конструкции кабеля применяется алюмополимерная лента. Ее применение способно предотвращать прохождение к волокну влаги и до некоторой степени — водорода. Стоит отметить, что после принятых мер по защите структуры кварцевого стекла, водород для современных волокон неопасен. Таким образом, основным и практически единственным эффектом, достигаемым при применении алюмополимерной оболочки, является повышение долговременной механической прочности волокна в условиях воздействия влаги и высоких ненормативных уровней натяжения поверхности волокна. При правильно сконструированном и изготовленном кабеле и при соблюдении условий его эксплуатации безотказная работа кабеля может быть гарантирована без применения алюмополиэтиленовой оболочки.

Подвесные оптические кабели применяются для организации линии связи между опорами линий электропередач широкого класса напряжений (0,4–220 кВ), опорами освещения и специальными опорами для связи, между зданиями и сооружениями. Способ подвеса оправдан по причине сравнительно высокой скорости строительства линии и отсутствия необходимости применения большого количества специальной техники. Исходя из этого подвес — самый распространенный способ строительства магистральных сетей ВОЛС. Но у него есть недостатки: подвесной кабель в течение всего срока службы постоянно подвергается воздействию внешних атмосферных факторов (дождь, солнце, ветер, гололед). Иногда нагрузки становятся критическими — максимально допустимыми. Это подтверждается примерами из практики: например, обрыв кабеля по причине аномальных природных явлений (рис. 4). Но чаще всего обрыв кабеля связан не с непогодой (рис. 5), а с тем, что на стадии проектирования конструкция кабеля и арматура подобраны неверно. Примеров неправильного подбора множество. Цена ошибки слишком высока, поэтому очень важен правильный подбор кабеля и арматуры. Это обеспечит необходимую работоспособность сети.



Рис. 4. Гололедно-изморозевые отложения на элементах ВЛЭП



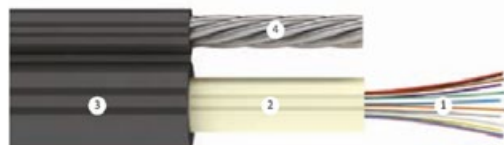
Рис. 5. ВОК лег на землю под тяжестью гололеда

Подвесные кабели делятся на два больших типа:

- с вынесенным силовым элементом типа «8»;
- круглые самонесущие.

Подвесные кабели с вынесенным силовым элементом, типа «8» бывают с металлическим силовым элементом (стальной трос) и диэлектрическим (стеклопластиковый пруток); с центральным оптическим модулем и со скрученными модулями (рис. 6). При этом данный тип кабелей обладает рядом некоторых недостатков:

- использование стального троса запрещено при подвесе на линиях электропередач. Возможно наведение потенциала электрического поля на металл и опасность поражения электрическим током при работах с кабелем. Имеются случаи попадания молнии и полного выгорания всей строительной длины кабеля, а также выхода приемо-передающей аппаратуры из строя;



Уменьшенный вес и размер



Экономичная конструкция



Низкая стоимость монтажа

КОНСТРУКЦИЯ:

1. Оптическое волокно.
2. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
3. Оболочка из полимерного материала.
4. Выносной силовой элемент — стальной трос.

Рис. 6. Кабель подвесной типа «8» с металлическим выносным элементом и центральным оптическим модулем марки ТПОм

- зачастую с данным типом кабелей используют самые дешевые клиновые зажимы, несоответствующие по характеристикам используемому кабелю, с малой площадью контакта зубьев с тросом. Это приводит к сползанию оболочки с силового элемента клиньями зажима и выходу кабеля из строя даже при незначительном механическом растяжении. Имеются случаи, когда для диэлектрического силового элемента использовались несоответствующие клиновые зажимы с металлическими зубьями, ломающими стеклопруток. В целом, корректный подбор арматуры для любых подвесных кабелей имеет принципиальное значение для обеспечения долговременной и надежной эксплуатации;
- ввиду разности температурных коэффициентов расширения вынесенного силового элемента и оптического сердечника, а также неспособности диэлектрического прутка сохранять сопротивление сжатию при изгибе, в бухтах запаса при отрицательных температурах может происходить неконтролируемый прирост затухания, если они не намотаны на жесткую оправку с должным натяжением;
- сечение кабеля типа «8» приводит к повышенной «парусности», увеличению нагрузок от ветрового давления и льда, а также частому ненормативному осевому закручиванию при сбрасывании петель кабеля через щеку барабана;
- в центральном оптическом модуле возможно «хождение» оптических волокон из муфты или в муфту, если перед ней не обеспечить бухту запаса небольшого диаметра.

Таким образом, происходит постепенный переход в сторону отказа от использования кабеля типа «8», особенно среди крупных операторов связи. Небольшие операторы, из-за несколько большей экономической привлекательности строительства, по-прежнему продолжают использовать кабели данного типа. Однако необходимо иметь в виду, что потенциально это может приводить к определенным осложнениям при эксплуатации, а также возможным затруднениям, если сеть связи планируется в будущем продать более крупным игрокам на рынке.

Круглые самонесущие кабели не обладают вышеперечисленными недостатками. Они симметричные, диэлектрические, а использование спиральных зажимов обеспечивает большую площадь контакта с кабелем, повышая надежность.

Самонесущие кабели первично разделяются по типу применяемых силовых элементов: арамидные нити (рис. 7) и стеклонити. Для упрощения подбора сравним эти варианты исполнения по нескольким факторам:

1. Диаметр и вес. Кабель на арамидных нитях несколько меньше в диаметре и легче в сравнении со стеклонитями.
2. Запас прочности на разрыв. Стеклонити обладают меньшим запасом на разрыв. У арамидных нитей двукратный запас прочности на разрыв по отношению к максимально допустимым нагрузкам.
3. Механические свойства при растяжении. Арамидные нити обладают лучшими механическими свойствами при растяжении через систему «зажим–оболочка–нити». Максимальные нагрузки для кабелей со стеклонитями: не более 15 кН, у арамидных нитей до 40 кН и выше.
4. Подверженность влиянию температур. Кабели с арамидными нитями за счет более низкого коэффициента температурного расширения меньше подвержены влиянию температур (растяжению и сжатию).
5. Аттестация ПАО «Россети». Арамидные нити разрешены для подвеса на ЛЭП 35 кВ и выше в ПАО «Россети», стеклонити запрещены.
6. Стоимость. Если исходить из стоимости, то кабели с арамидными нитями дороже, чем со стеклонитями.

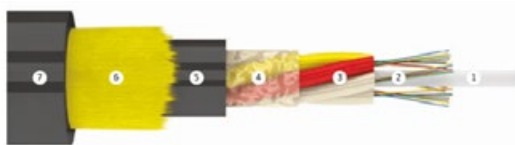
Таким образом, выбирать круглый самонесущий кабель с арамидными нитями следует:

- при строительстве магистральных линий связи между городами или крупных магистральных линий внутри города;
- при подвесе на ЛЭП;
- если требуется многоволоконная конструкция.

Основные показания к применению кабелей со стеклонитями:

- сети внутри городских районов;
- распределительные линии до отдельных домов;
- подвес между домами, опорами освещения, линии электропередач 0,4–10 кВ;
- маловолоконные кабели.

Круглые самонесущие кабели можно классифицировать по наличию или отсутствию промежуточной оболочки: «стандартные» и «легкие», соответственно.



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный силовой элемент — стеклопластиковый стержень.
2. Оптическое волокно.
3. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. Межмодульный гидрофобный гель.
5. Промежуточная оболочка.
6. Упрочняющие элементы — арамидные нити.
7. Оболочка из полимерного материала.



Аттестован и рекомендован к применению на объектах ОАО «ФСК ЕЭС России» и ОАО «Холдинг МРСК». Подвес на высоковольтных ЛЭП до 500 кВ (при соответствующем расчете точек подвеса)



Применяется для подвеса на ЛЭП от 35 кВ и выше



Диэлектрический — не чувствителен к электромагнитным полям



Широкий диапазон рабочих температур. Температура монтажа до -30°C



Для строительства линий связи между населенными пунктами, где расстояние между опорами может достигать 500* м



Самый надежный из подвесных кабелей. Двойной запас прочности на разрыв



Допустимая растягивающая нагрузка до 100 кН

* Длина пролета зависит и от климатических условий.

Рис. 7. Кабель подвесной самонесущий стандартный с арамидными нитями и промежуточной оболочкой марки ДПТ



Рекомендован МРСК для подвеса на ЛЭП до 10 кВ



Самая экономичная конструкция



Диэлектрический — не чувствителен к электромагнитным полям



Уменьшенный вес и размер. Низкая гололедная и ветровая нагрузка. Удобен для задувки в трубы



Широкий диапазон рабочих температур. Температура монтажа до -30 °С



Сухая конструкция. Удобство разделки и монтажа



Возможность применения до 3 кН при длине пролета до 50* м

* Длина пролета зависит и от климатических условий.

КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный элемент — стеклопластиковый стержень.
2. Оптическое волокно.
3. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. Водоблокирующие нити.
5. Упрочняющие элементы — стеклонити.
6. Оболочка из полимерного материала.

Рис. 8. Кабель подвесной самонесущий микро со стеклонитями без промежуточной оболочки марки микроДОТс

Использование *стандартных* кабелей с арамидными нитями возможно со стойкостью к растягивающим нагрузкам вплоть до 40 кН и выше, в то время как использование легких кабелей ограничено, как правило, 10 кН из-за несколько меньшей стойкости к раздавливающим усилиям от зажимов и возможностью проскальзывания нитей относительно сердечника, если нагрузки достаточно велики.

Следовательно, исходя из экономической целесообразности, наиболее популярными марками самонесущих кабелей являются:

- с промежуточной оболочкой («стандартные») и арамидными нитями — для крупных магистральных линий, на ЛЭП 35 кВ и выше с большим числом волокон;
- без промежуточной оболочки («легкие») и со стеклонитями — для небольших сетей, на ЛЭП 0,4–10 кВ и небольшим числом волокон.

Еще одна разновидность круглых подвесных кабелей без промежуточной оболочки — «микро» самонесущие кабели (рис. 8). Появление таких кабелей было обусловлено потребностью их применения на старых и изношенных опорах линий 0,4–10 кВ, где принципиальное значение имеет как можно меньшая нагрузка на опоры от дополнительного элемента в виде оптического кабеля. Это обусловлено тем, что передача электрической энергии имеет безусловное приоритетное значение и важно, чтобы при возможном обледенении не «завалились» опоры, оборвав тем самым провода. Такие кабели доступны на рынке, имеют стойкость к растяжению не более 3 кН, что, ввиду их малых габаритных размеров и, следовательно, меньшей воспринимаемой нагрузки от льда и ветра, как правило, достаточно для обеспечения подвеса на пролетах 50–70 м в зависимости от конкретной климатической зоны.

Особые случаи монтажа

Подвес — закопать. Нередки случаи, когда нет возможности выполнить всю трассу подвесом и необходимо различные переходы (например, дороги) пройти под землей. В этом случае возникает вопрос: либо ставить муфты до и после перехода и делать вставку специа-

лизированным кабелем в грунт, либо проложить самонесущий кабель в земле. Однако самонесущие оптические кабели не предназначены для прокладки в земле или грунте, так как не имеют специальной брони для защиты от сдавливающих усилий грунта или возможного вмерзания в лед. Самонесущий кабель можно проложить в трубу ПНД, которая будет лежать в земле. Это обеспечит необходимую защиту от воздействия грунтов. Вход в трубу необходимо загерметизировать, исключив проникновение воды внутрь трубы.

Кабель в грунт — подвесить. И обратная ситуация, когда кабель для прокладки в грунт в ряде ситуаций требуется подвесить на небольшом расстоянии. Такие кабели допускается подвешивать на небольшие пролеты, но при этом нужно учитывать их увеличенный вес по сравнению с самонесущими кабелями. Эти кабели рекомендуется монтировать с увеличенной стрелой провеса и с дополнительным запасом прочности 20–30 %, так как это не основное их назначение.

Шаг 3. Выбор типа оболочки кабеля

Оболочка магистральных оптических кабелей может быть выполнена из полиэтилена низкой, средней и высокой плотности (ПЭНП, ПЭСП, ПЭВП соответственно). Рассмотрим подробнее каждый из видов:

- Полиэтилен *низкой плотности* имеет ряд существенных недостатков: низкая прочность и химическая стойкость, «стекание» оболочки при высокой температуре. Плюс: хорошо разделяется при монтаже.
- Полиэтилен *высокой плотности* очень прочен, обладает высокой механической и химической стойкостью, но неудобен в разделке, склонен к появлению трещин.
- У полиэтилена *средней плотности* — промежуточные характеристики: повышенная стойкость к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, необходимая гибкость при монтаже при отрицательных температурах, стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения.

Из описания очевидно, что для оптических кабелей максимально подходящей является оболочка из полиэтилена средней и высокой плотности. При этом характеристики таких полиэтиленов должны соответствовать ряду дополнительных свойств, делающими их пригодными к использованию в оптических кабелях, например, обладать низкой усадкой при экструзии. К сожалению, на рынке отсутствует выбор отечественных полиэтиленов с требуемыми характеристиками. Поэтому широко используется продукция иностранных поставщиков, например, компании «Borealis».

Оболочки, не распространяющие горение. Если кабель необходимо проложить в зданиях и сооружениях или на специальных объектах (электрические подстанции, предприятия, нефтяная и химическая промышленность и т.п.) требуется оболочка, не распространяющая горение. Иногда проектом предусмотрены расширенные требования к оболочке: не распространение горения при групповой прокладке, малодымной и безгалогенной. Это обеспечивает возможность применения кабелей, в том числе и в зданиях с массовым пребыванием людей. Согласно ГОСТ, такая оболочка обозначается в маркировке кабеля «нг(А)-HF» и кабели обязательно должны иметь соответствующий сертификат пожарной безопасности. Стоит отметить, что не рекомендуется использовать кабели с внешней оболочкой «нг(А)-HF» на всем протяжении трассы ВОЛС-ВЛ в качестве основного линейного кабеля, так как полиэтиленовая оболочка дешевле и обладает лучшими эксплуатационными характеристиками в сравнении с безгалогенной.

Оболочки из полимерного компаунда (огнестойкие). В особых случаях возможно применение огнестойких кабелей, которые сохраняют свою работоспособность даже в условиях воздействия пламени и имеют обозначение в маркировке «нг(А)-FRHFLT». Такие кабели применяются, например, в системах пожарного оповещения, а также на особо опасных или ответственных объектах, где требуется обеспечить связь даже в условиях чрезвычайных ситуаций (нефтеперерабатывающие заводы, стадионы и т.п.).

Трекинговая оболочка. При использовании самонесущих оптических кабелей на линиях 35 кВ и выше может возникнуть потребность в применении специальной трекинговой оболочки. Показанием к применению являются:

- если в точке закрепления оптического кабеля потенциал электрического поля выше 12 кВ (но не более 25 кВ). Для этого производятся специальные расчеты электрических полей;
- наличие рядом с ЛЭП загрязняющих факторов: морское побережье, металлургическое производство, угольные шахты и т.п.

Шаг 4. Выбор числа волокон

Как правило, самый простой шаг. Число волокон обычно определено техническим заданием от заказчика. Стоит, однако, заметить, что необходимо учитывать не текущие потребности в пропускной способности, а возможность дальнейшей модернизации и постоянно увеличивающуюся потребность в объемах передаваемых данных на весь срок эксплуатации, который составляет не менее 25 лет. Так, в начале 1990-х годов многие магистральные линии связи имели не более 4 или 8 волокон, что не отвечает текущим потребностям.

Шаг 5. Выбор типа волокна

В магистральных кабелях, как правило, применяется стандартное одномодовое волокно, соответствующее стандарту G.652D, отвечающее всем необходимым требованиям по организации связи. Такое волокно доступно на рынке без увеличения цены на кабель. Стоит отметить, что наиболее перспективным решением для организации связи на одномодовом волокне является использование волокна со следующими характеристиками:

- пониженное затухание на длине волны 1550 нм: до 0,18 дБ/км (вместо 0,22 дБ/км);
- стойкость к изгибу по категории G.657A1.

Многомодовые волокна имеют свое ограничение по длине передаваемого сигнала и существенно дороже. Их применение возможно на небольшой сети в пределах одного объекта. Волокна со смещенной дисперсией (G.655), также в последнее время являются мало употребляемыми в связи с более высокой стоимостью и возможностью использования стандартного одномодового волокна для тех же целей.

Шаг 6. Выбор требуемой стойкости к растяжению

Для монтажа в трубы и кабельную канализацию. Наиболее распространено, что для кабелей для задувки в трубы и прокладки в кабельную

канализацию устанавливаются требования по стойкости к растяжению в 1,5 или 2,7 кН.

Кабели для прокладки в грунт изготавливаются со стойкостью к растяжению в 7 кН (наибольшее распространение) и выше в зависимости от категории и сложности грунтов, вплоть до 80 кН.

Подвесные оптические кабели. Важно отметить, что для определения требуемой стойкости к растягивающим усилиям при подвесе оптического кабеля недостаточно знания только о расстоянии между опорами. Нагрузка, действующая на кабель, помимо расстояния между опорами зависит также от погонного веса кабеля и стрелы провеса. Кроме того, в процессе эксплуатации подвешенный оптический кабель подвергается воздействию температуры, ветра и обледенения. Все это приводит к тому, что значительно изменяются механические растягивающие нагрузки. В связи с этим, нет никакой возможности установить прямую взаимосвязь между расстояниями и допустимой растягивающей нагрузкой.

Определяющими факторами для выбора стойкости к растягивающим нагрузкам являются:

- расстояние между опорами;
- высота подвеса кабеля и требуемый габарит до земли;
- климатические условия (максимальный ветер и максимальная стенка льда).

Также необходимо обратить внимание на:

- возможные ограничения на растяжение по условиям прочности опор, чтобы в процессе эксплуатации и воздействиях нагрузок не произошло их повреждение;
- возможные ограничения на допускаемые отклонения кабеля, чтобы в процессе эксплуатации не произошло их перехлеста с проводами.

Для этого необходимо провести определенные расчеты, которые, как правило, проводит проектная организация. Либо на сайте производителя кабеля можно воспользоваться соответствующими таблицами или скачать программу, облегчающую выбор необходимо кабеля, а также изучить теорию расчетов.

Заключение

Проектировщик, хорошо изучив все вышеизложенные шаги для подбора необходимой конструкции магистрального оптического кабеля, довольно быстро и без ошибок сможет определиться с конструкцией, которая станет основой для надежной ВОЛС. Естественно, что каждый проект является уникальным и неповторимым, и нет возможности учесть все нюансы и особенности. Поэтому немаловажным фактором, обеспечивающим выбор наиболее оптимальных решений, является опыт специалиста, а также регулярное, систематическое обучение и повышение квалификации.

RAWI FORUM

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

1–2 декабря / Москва

2021

**Главное событие, которое ежегодно
собирает на одной площадке лидеров
и практиков ветроиндустрии**

Приглашаем на Форум 2021

- Поставщиков компонентов и производителей оборудования для ВЭУ, готовых к локализации
- Компании, занимающиеся конструированием и производством ветрогенераторов
- Проектные и строительные компании, готовые развиваться в компетенциях ВЭС
- Нефтегазовые и энергетические компании, которые готовы развивать ветроэнергетику как отдельное направление
- Химические и металлургические компании, чей интерес — снижение углеродного следа их предприятий
- Компании, занимающиеся обслуживанием и сервисом ВЭС
- Логистические и крановые компании
- Компании инициативы Re100 — заинтересованные в покупке и переходе на зеленую энергию



Полная информация и регистрация
WWW.RAWI.RU/FORUM

Организатор



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ВЕТРОИНДУСТРИИ

Соединительные гильзы для СИП

Александр Зигун, начальник технического отдела Группы Компаний «Инсталл»

При строительстве воздушных линий с самонесущими изолированными проводами (СИП) часто возникает необходимость соединения отдельных жил проводов СИП без выполнения ответвления с помощью зажимов ответвительных прокалывающих. Для этого используют соединительные гильзы.

Необходимость соединения отдельных жил проводов возникает в следующих случаях:

- при размотке СИП на опорах провод заканчивается и требуется продолжить размотку и монтаж СИП со следующей катушки;
- необходимо сделать переход на опоре с проводов одних сечений на другие сечения.

Для соединения проводов СИП применяются специально разработанные для СИП соединительные гильзы. Их называют зажимы соединительные прессуемые (гильзы). Прессуемые гильзы применяются для соединения двух жил СИП, два конца провода вводят с разных сторон и спрессовывают гильзу вместе со вставленными в нее проводами с помощью пресса и матрицы, предварительно сняв изоляцию с одного конца провода на участке длиной, равной длине участка обжатия с двух сторон. Гильза для СИП представляет герметичную изолированную конструкцию, состоящую из:

- алюминиевой трубки с перемычкой внутри посередине;
- двух герметизирующих колец;
- защитной оболочки изготовленной из полиамидных и диэлектрических материалов.

Алюминиевая трубка имеет толщину стенки достаточную, чтобы с помощью ручного пресса и матрицы можно было запрессовать провод, вставленный в гильзу, и выдерживать механическую нагрузку.

Герметизирующие кольца имеют свой определенный цвет, соответствующий сечению провода, на который гильза рассчитана. На защитной оболочке гильзы нанесена маркировка, помогающая выполнить монтаж правильно. Обычно маркировкой обозначены места для опрессовки. Производить опрессовку необходимо, начиная от середины зажима, в местах, обозначенных цифрами, в последовательности от первого до последнего номера (пояса опрессовки обозначены на зажиме арабскими цифрами). При обжатии каждого последующего пояса нужно поворачивать наконечник вокруг своей оси на 30 градусов. На зажимах так же указан вид матрицы E140, E173 или E215. Внутри гильзы находится токопроводящая смазка.

Согласно требованиям СТО ПАО «Россети» гильзы данного типа должны быть испытаны на герметичность в воде под напряжением 6 кВ. Гильзы (рис. 1) делят на три группы:

- для СИП с изолированной несущей нейтралью для фазных проводов;
- для нейтральных проводов;
- для СИП в абонентских ответвлениях.



Рис. 1. Соединительные гильзы для СИП

Зажимы соединительные прессуемые для СИП с изолированной несущей нейтралью

Зажимы соединительные прессуемые для фазных проводов и для нейтральных проводов СИП имеют отличия. Это сделано из-за того, что гильзы предназначены для соединения проводов в пролете между опорами. Следовательно, нейтральный провод выдерживает всю механическую нагрузку. Гильза, соединяющая нейтральный провод, должна иметь прочность не менее 90 % от минимальной разрушающей нагрузки провода, для фазных жил не менее 60 % от МРН провода. Поэтому гильзы для нейтрали длиннее, чем для фазного провода. Соединительные гильзы для проводов нейтрали СИП2 производятся для сечений 25; 35; 50; 54,6; 70; 95 и 120 мм², для фазных 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150 мм².



Рис. 2. Смонтированный провод внутри гильзы

Изолированные гильзы для СИП в абонентских ответвлениях

Для абонентских ответвлений используют небольшие сечения провода, из-за чего провод имеет меньший вес и механическую прочность. Значит и гильзы для них меньшего размера, чем гильзы для магистральных проводов. Чаще всего для ответвления используют СИП-4 с сечением 16; 25 мм² или другие провода, например ВВГ. Для таких соединений используют гильзы 4, 6, 6-4, 16, 16-6, 16-10, 25, 25-6, 25-10, 25-16, 35, 35-6, 35-10, 35-16, 35-25, 50, 50-16, 50-25 мм².

Главный недостаток использования гильз — это необходимость обязательно иметь при монтаже с СИП специальный инструмент — ручной механический или гидравлический пресс с набором шестигранных матриц Е140, Е173 или Е215.

Главными достоинствами гильз являются обеспечение полной герметичности и надежности соединения, небольшой вес и большой выбор сечений.

В заключении хотелось бы выделить главные моменты:

1. Гильзы можно использовать как для соединения проводов одного сечения, так и разного; использовать как в петле на опоре, так и в пролете; использовать для СИПа с несущей нейтралью и фазных проводов.

2. Рассмотренные зажимы соединительные прессуемые обеспечивают механическое и электрическое соединение проводов, герметичность и изолированность соединения.

Многофункциональный преобразователь E900ЭЛ

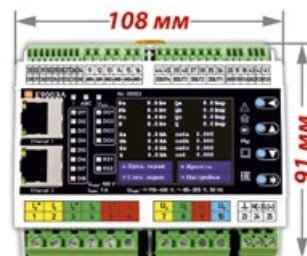
Александр Тюков, начальник отдела маркетинга ОАО «Электроприбор»

Многофункциональный измерительный преобразователь E900ЭЛ предназначен для измерения и преобразования электрических параметров в однофазных и трехфазных электрических сетях переменного тока в унифицированные выходные сигналы постоянного тока и последовательность цифровых сигналов для передачи по интерфейсам RS485 (протоколы МЭК 60870-5-101 с меткой времени, Modbus RTU), Ethernet (протоколы МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 60870-5-104 с меткой времени, Modbus TCP).

В 2020 году проведена модернизация преобразователя E900ЭЛ, в рамках которой улучшились технические характеристики и функциональные возможности. Доступны два габаритных размера — 108 x 91 x 57 мм и 162 x 90 x 61 мм. Быстродействие, точность измерений входных сигналов, различные способы передачи информации, широкий диапазон рабочих температур позволяют применять E900ЭЛ на различных объектах электроэнергетики в каналах измерения и связи систем телемеханики, АСУ ТП, ССПИ и СМиУКЭ во всех климатических зонах. Преобразователи могут применяться на объектах атомной энергетики в составе технических средств атомных станций в соответствии с классами безопасности 2, 3 и 4 по НП-001-2015 и на морских судах в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства.

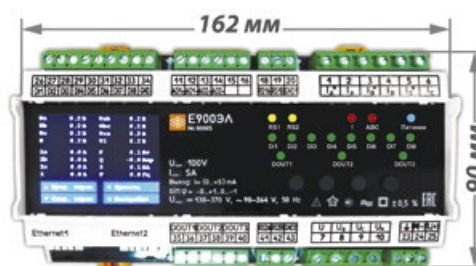
E900ЭЛ внесен в Госреестр СИ РФ № 66759-17, срок действия — до 27 февраля 2022г, отгружается заказчику с первичной поверкой. Межповерочный интервал: без ЖК-дисплея — 11 лет; с ЖК-дисплеем — 8 лет.

В преобразователе внедрено решение для цифровой подстанции — реализован протокол передачи данных МЭК 61850-8-1 (MMS).



NEW!

Уменьшенный габаритный размер



Преобразователь обеспечивает функции:

1. Измерения по основной гармонике:

- 31 параметр трехфазной электрической сети (параметры однофазной сети фазы А, В или С): ток, напряжение, мощность, энергия, частота, коэффициент мощности (время измерения/преобразования — 100 мс);
- технический учет электроэнергии (активная и реактивная энергия);
- мониторинг и управление качеством электроэнергии;
- отображение измеренных и вычисленных значений на встроенном LCD индикаторе (опция).

2. Управления:

- сбор и передача состояния дискретных сигналов телесигнализации (опция);
- формирование управляющих релейных сигналов телеуправления (опция).

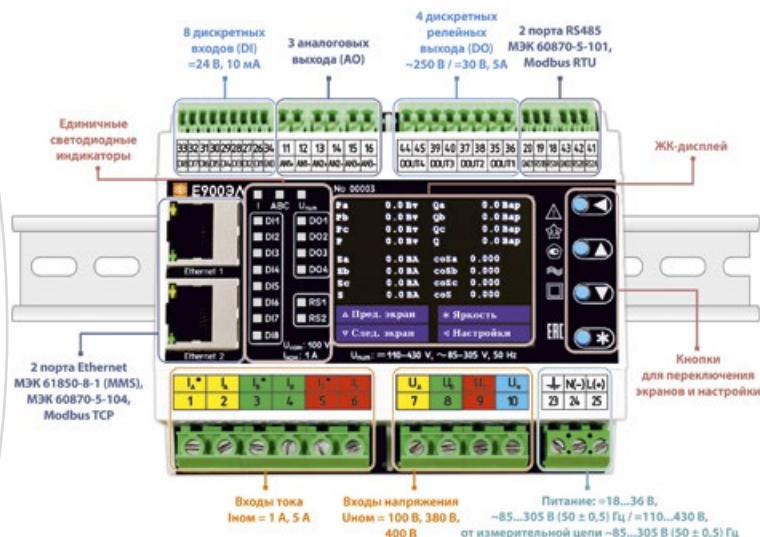
3. Обмена информацией:

- передача измеренных и преобразованных величин по выходным аналоговым сигналам (опция);
- обмен информацией с системами верхнего уровня по цифровым интерфейсам RS485 (протоколы МЭК 60870-5-101 с меткой времени, Modbus RTU), Ethernet (протоколы МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 60870-5-104 с меткой времени, Modbus TCP) (опция).

4. Конструкция:

- крепление преобразователя осуществляется на стандартную 35 мм DIN-рейку;
- удобный для установки, фиксации и подключения корпус;
- все внешние подключения выведены на клеммные винтовые контакты.

Преобразователи выпускаются в двух габаритных размерах и имеют некоторые различия.



Тип преобразователя	E900ЭЛ — ... — L Классическое исполнение «L» Новинка! E900ЭЛ	
	 	
	Преобразователи серии Е внесены в Госреестр СИ РФ № 66759-17, срок — до 27 февраля 2022 г.	
Габаритный размер	162 x 90 x 61 мм	108 x 91 x 57 мм
Телеизмерение	• E900ЭЛ: параметры однофазной и трехфазной электрической сети: ток, напряжение, мощность (активная, реактивная, полная), коэффициент мощности, частота (параметры однофазной сети — фазы А, В или С); • измерение активной и реактивной энергии (отданная/принятая, с накоплением); • мониторинг и управление качеством электроэнергии. Время измерения/преобразования — 100 мс	
Входные сигналы	1 А; 5 А (от 0,02 до 2,0 I _{ном}); 57,7/100 В, 220/380 В, 230/400 В (фазное/линейное) (от 0,02 до 1,2 U _{ном}); от 45 до 55 Гц	
Основная погрешность	Ток и напряжение ±0,2 %; мощность ±0,5 %; частота ±0,01 Гц; аналоговый выход ±0,5 %	
Интерфейсы и протоколы передачи данных	• до 2-х портов RS485 (МЭК 60870-5-101 с меткой времени, Modbus RTU); • до 2-х портов Ethernet 100BASE-TX (МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 60870-5-104 с меткой времени, Modbus TCP). Примечание: Протокол МЭК 61850-8-1 (MMS) реализован на одном порту интерфейса Ethernet. Удаленный доступ к текущим данным через встроенный web-интерфейс	
Аналоговые выходы	Количество: 0, 1, 2, 3; перепрограммируемые диапазоны: 0...5 мА, 4...20 мА, 0...20 мА, 0...2,5...5 мА, 4...12...20 мА, -5...0...+5 мА, 0...10...20 мА	
Исполнение с тремя аналоговыми выходами и поддержкой протокола МЭК 61850-8-1 (MMS)	Да	3 аналоговых выхода или поддержка протокола МЭК 61850-8-1 (MMS)
Регистрация событий во встроенной памяти	До 280 событий с автоматической перезаписью более ранних событий при достижении максимума/сохранение во встроенной памяти преобразователя/чтение в ПО «Конфигуратор»	
Телесигнализация	8 дискретных входов	
Телеуправление	3 реле	4 реле
	Управление при помощи уставок, либо при получении управляющих сигналов от систем верхнего уровня	
Расположение внешних подключений	В верхней части: 8 дискретных входов 3 аналоговых выхода 1 порт RS485 - Токовые цепи  В нижней части: 2 порта Ethernet 3 дискретных выхода 1 порт RS485 - Цепи напряжения - Цепи питания	В верхней части: 8 дискретных входов 3 аналоговых выхода 4 дискретных выхода 2 порта RS485  На передней панели: 2 порта Ethernet В нижней части: - Токовые цепи - Цепи напряжения - Цепи питания
Синхронизация времени	Протоколы МЭК 60870-5-101, SNTP, МЭК 60870-5-104	
Напряжение питания	• 24ВН — (24+12/-6) В постоянного тока; • 220ВУ — от 85 до 305 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц или от 110 до 430 В постоянного тока; • от измерительной цепи — от 85 до 305 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц	
Рабочий диапазон температур	Общепромышленное исполнение: • без ЖК-дисплея: от -40 до +70 °С; • с ЖК-дисплеем: от -20 до +70 °С	
	Исполнение ОМ2: от -40 до +55 °С	—
Степень защиты по передней панели	IP30 по ГОСТ 14254-2015	
Внешние подключения (клеммы винтовые)	2,5 мм ²	• 0,5 мм² (интерфейс и дискретные выходы); • 1,5 мм² (дискретные и аналоговые выходы); • 2,5 мм² (измерительные входы тока, напряжения и цепи питания)
Межповерочный интервал	11 лет (с ЖК-дисплеем — 8 лет)	
Исполнения	Общепромышленное; для эксплуатации на АЭС (класс безопасности — 2, 3, 4 по НП-001-2015)	
	Для эксплуатации на морских судах (ОМ2) (кроме исполнения с ЖК-дисплеем)	—

Для удаленного отображения и хранения измеряемых параметров целесообразно применение модулей индикации, которые интегрируются по интерфейсам RS485, Ethernet в системы с преобразователями. Если измерительные преобразователи находятся вблизи от силовых трансформаторов

тока и напряжения, то модули индикации могут находиться в непосредственной близости от диспетчера для контроля параметров сети и оперативного управления.



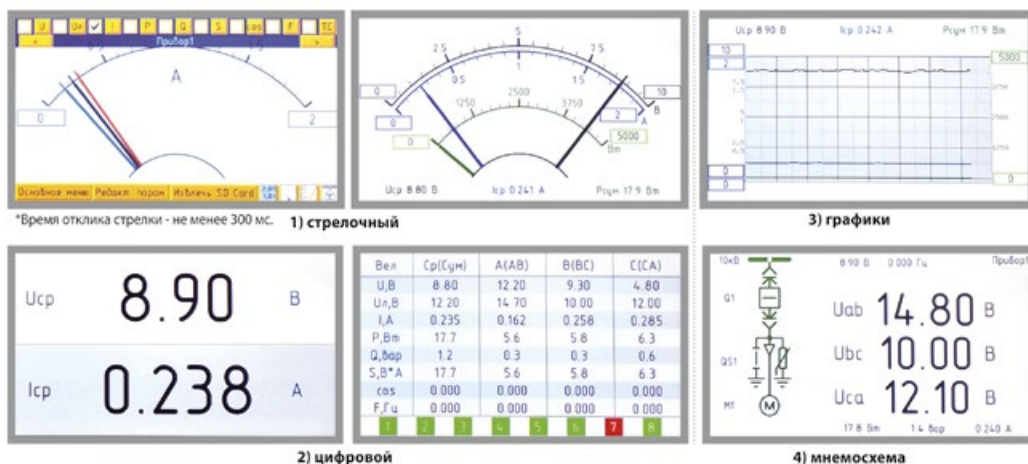
Модуль индикации MI120.5 имеет 2 режима функционирования:

- 1) Master — модуль индикации инициирует передачу измеренных значений и является «ведущим» устройством в паре с цифровым прибором или преобразователем любого стороннего производителя;
- 2) Slave — модуль индикации является «ведомым» устройством в паре с цифровым прибором или преобразователем.

К одному модулю индикации возможно подключить до 4 приборов, к одному прибору возможно подключить до 15 модулей. Модули индикации

не являются средствами измерения и периодической поверке не подлежат.

Модули индикации MI120.5 имеют различные визуальные формы представления измеренных значений. Выбор отображаемых параметров, вид отображения, единицы измерения, количество знаков после запятой осуществляется в меню настроек:



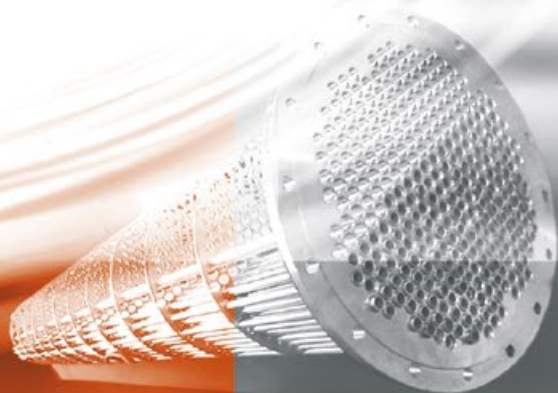
Хранение принимаемых измеренных значений осуществляется благодаря наличию SD-карты (16 Гб) и часов реального времени. Таким образом, применение многофункциональных измерительных преобразователей позволяет повысить наблюдаемость электрической сети на различных объектах электроэнергетики в каналах измерения и связи систем теле-

механики, АСУ ТП, ССПИ и СМиУКЭ. Небольшой габаритный размер позволяет применять преобразователь в шкафах с плотным монтажом. **ЭС**



26–28 ОКТЯБРЯ 2021
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER



**6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО
И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**



Организатор



Международная
Выставочная
Компания

+7 (495) 252 11 07
heatpower@mvk.ru

Получите бесплатный
билет по промокоду
energo21
heatpower-expo.ru

Локус и его партнеры

Артем Камынин, генеральный директор ООО «Холдинговая Компания «Локус»

К комплексному поставщику рынок предъявляет существенный перечень требований: соблюдение сроков, сервис, качество продукции, возможность отсрочки платежа, иногда нужна ответственность за рыночные риски, порой — эксклюзив, сегодня в этот список вошла и инновационность — согласно регламентам по инновационному развитию и технической политике ПАО «Россети». Часть обязательств в комплексной поставке ложится на производителей как партнеров. ООО «Холдинговая компания «Локус» исторически работает в электроэнергетике с «правильными» игроками, поскольку они являются частью портрета самого Локуса. Эта подборка материалов — о партнерах-производителях компании Локус (взято из источников @holding_locus и @Locus750kV).

АО «ЮАИЗ»

Южно-уральский арматурно-изоляционный завод — одно из первых предприятий, с которым мы связаны через поставки изоляторов и линейной арматуры. Градообразующее предприятие, с боевым прошлым и сильными традициями, их продукция надежно служит энергосистемам не только в России, но и в Швеции, Италии, США, Испании и многих других странах. Мы вместе оснащали изоляторами юг и север, проводили технические семинары для потребителей. Общались не только по проектам. Как-то придумали акцию для работниц завода: привезли на предприятие букеты тюльпанов к 8 Марта, и весь актовый зал был в цветах; вместе работали на выставке ЛЭП в Москве, пуск машинолинии «Waltec» тоже без Локуса не обошелся.

PLP (ООО «ПЛП Рус»)

PLP — именитый разработчик и производитель линейной арматуры для ВЛ и ВОЛС из США, с массой инжиниринговых центров на всех континентах. Появление на российском рынке этого производителя вскрыло такую тему как немагнитность арматуры, на которую ранее никто особо внимания не обращал. А дело было так. При строительстве одного объекта в Крыму энергетики обратили внимание, что повышенные токи на объекте разогревают арматуру до высоких температур, и есть реальная опасность обрушения. До этого в проекты закладывалась арматура из стали и чугуна, за счет появления в ней магнитного поля возникал нагрев. В продукции же ПЛП использовался сплав алюминия с цирконием, которому магнитное поле не грозило. Этим заинтересовались Россети, организовав исследование, по итогам которого при строительстве ВЛ от 35 кВ была запрещена арматура из стали и чугуна (п.2.12.5 Положения «О единой технической политике в электросетевом комплексе», в 2011 году вышла новая версия). С PLP стало возможно решать и другие очень сложные задачи, и продлять срок службы ВЛ, и мы рады, что несем российскому энергорынку эту продукцию.

ZTT (ООО «ЗТТ Рус»)

Эта история — про симбиоз и партнерство, когда две хорошие компании в одиночку не всегда готовы решить сложную задачу, а в сотрудничестве — могут. История была следующая: крупнейшая китайская корпорация, выпускающая миллионы километров кабельных систем, имея 16 тысяч сотрудников, причем, не только в Китае, с большим трудом пыталась выйти на российский рынок. Продукт великолепного качества, есть все возможности для НОКРА, но в РФ — импортозамещение, собственные заводы-кабельщики и многое другое. Ситуация изменилась, когда ZTT и наша компания «Локус» встретились на переговорах, а через какое-то время скомплектовали вместе ВЛ 110 кВ Унгун-Биджан кабелем ОКГТ. У одних был превосходный продукт, у других — знание рынка, связи, маркетинг, мониторинг тендеров; аттестовались в «Россетях» и продолжают работать вместе. А у ZTT — 89 заводов, и там помимо кабеля еще очень много технологичных изобретений, которые могли бы быть полезны российской электроэнергетике.

Ensto

О ком еще из партнеров Локус хотел бы рассказать? Конечно, об Ensto (Энсто)! Мы видели много примеров становления российских производителей электрооборудования, начинавших с нуля, но у Энсто сразу были иные стартовые условия. Бизнес до этого успешно работал в Финляндии, развил техническую базу. Это та самая компания, что запускает фильмы, книги по проектированию линий — опытный разработчик и производитель инновационных решений. И если до прихода Энсто в РФ мы работали с голым проводом, то благодаря этой компании российская энергетика узнала, что такое арматура для СИП.



ООО «Завод Энергетик»

Локус работает не только с мэтрами от энергетики, но и молодыми компаниями, если они демонстрируют техническую смекалку, динамику реагирования на запросы и очень чутко прислушиваются к тому, чего хочет рынок. Это про ООО «Завод Энергетик» в Красноярске, который открылся сравнительно недавно, а их руководитель был у нас в гостях в офисе в Екатеринбурге. Коллектив разработал продвинутое тех. решение по птицевозитным устройствам. Тема для энергетики РФ живая, по ней много публикаций: например, видео, как в Австралии дроны «птицевозиту» сами на ВЛ подвешивают; есть печальные снимки «запеченых» аистов в отраслевых лентах новостей. Поэтому мы правильно все сделали, став партнерами с предприятием, у которого все важное, нужное, правильно и по существу. Еще у нас, как у посредников, есть своя личная выгода от сотрудничества с ними: иметь эксклюзив — удача для поставщика, а здесь мы точно знаем, что можем по заказу получить совершенно уникальную разработку.

АО «Электросетьстройпроект»

Предприятие наукоемкое, с собственным НТЦ. Сами разрабатывают, сами аттестуют, сами производят. Знакомство у нас с ними давнее: мы были у них в гостях на 20-летию, а еще можем подтвердить, что именно здесь можно найти любые документы по аттестации. В нашей электроэнергетике они были пионерами по созданию отечественной спиральной арматуры, принимать на рынке такой продукт стали не сразу, пришлось много убеждать прежде, чем это оборудование стало закладываться в проекты, но сейчас «спиралка» прочно ассоциируется у многих именно с ЭССП.

Группа компаний «Install»

Начали мы сотрудничество с компанией Install по объектам низкого класса напряжения, а развили отношения до оптических кабелей и арматуры к ним. Это одна из тех интересных историй, когда бизнес начинается с нуля, но постепенно переходит в разряд больших серьезных предприятий, со структурой, с послужным списком, организованным производством. Работать нужно с правильными партнерами, мы это хорошо знаем, поскольку личная репутация у бизнесов складывается и из этого, а у посредника с репутацией должно все быть в полном порядке, особенно сейчас.

ООО «Тулский Электромеханический Завод»

Когда-то на территории еще СССР работали три завода, которые обеспечивали весь бывший союз арматурой и изоляторами для ВЛ. ТЭМЗ первым стал производить сцепную арматуру. Но только лишь на ней предприятие не остановилось, а начало последовательно, сегмент за сегментом, осваивать практически всю линейку оборудования для ВЛ. Сегодня там готовят линию для производства полимеров. ТЭМЗ — сильный игрок: с ним, что греха таить, практически все на электротехническом рынке считаются. И не зря: у них все виды продукции разработаны и выполнены с неизменно высоким качеством и аттестованы Россетями.

ООО «Сармат»

Тот пример, когда предприятие не спешит охватить максимальное количество линейки, а выпускает продукт по специализированному направлению. И отлично это делает. В свое время молодому предприятию секреты передали опытные испанцы, выпускающие спиральную арматуру с 1984 года, ныне соучредители. После компании Электросетьстройпроект Сармат стал вторым предприятием по производству спиральной арматуры в нашей стране. И до появления на рынке РЛР Локус по ОКГТ, ГТК, ОКРН работал именно с ООО «Сармат».

ООО ПО «ФОРЭНЕРГО»

Этому предприятию, как и нам, миллион лет до нашей эры на электроэнергетическом рынке. В составе ПО МЗВА, ИНСТА, ЮМЭК и другие (в гимне объединения так и поется: «нас много от Урала до Москвы, даем продукцию для ЛЭП России»). Помимо того, что в ПО сосредоточен довольно большой спектр производств — арматура, стекло, полимер, фарфор, СИП и т.д., — здесь сильный акцент на научные разработки. У ФОРЭНЕРГО даже кредо такое: только передовые разработки для самых современных ВЛ. Инноваторы? Да, определенно. Координаторы научно-технической деятельности. Все произведено, испытано, аттестовано и прогрессивно.

ООО «ПК «Астон-Электротехника»

Впервые мы были здесь в гостях на производстве, изучая их аппаратные зажимы. В ассортименте предприятия арматура, провода, канаты, монтажный инструмент и т.д. Среди новых изделий — сферы предупреждения, сигнальные лампы, гасители вибрации. Астон-Электротехника — разработчик инноваций, смело вступающий в разные коллаборации в сфере электроэнергетики, а не «торгующий дом». И еще это один из ярких примеров, когда предприятием длительное время управляют два собственника, которые настолько умело разделили сферы влияния, что такой симбиоз только на пользу развитию бизнеса.



Подстанция малой мощности 110/0,4 кВ

Михаил Бабушкин, ИК ООО «Экспертный центр технологических решений»

Автомобили с двигателем внутреннего сгорания, или, как их еще называют, топливные, стали неотъемлемой частью каждого жителя Земли, но запасы нефтяных ресурсов не бесконечны. Именно поэтому еще в начале XX века инженеры задумались о первом электромобиле, но так и не смогли решить вопрос с подзарядкой. Технологии не стоят на месте, а длительная эксплуатация автомобилей с двигателем внутреннего сгорания выявила ряд проблем, таких как ухудшение экологии из-за выбросов газов в атмосферу и резкий рост стоимости топлива.

Переход с ДВС на электромобили

XXI век имеет все шансы стать эпохой электротранспорта. Если проанализировать рынок электромобилей в мире, то можно увидеть, что большинство европейских, американских и азиатских стран давно начали переход на электромобили. Число электромобилей к 2030 году может достигнуть 125 млн единиц. Таков прогноз Международного энергетического агентства. На конец 2017 года количество электромобилей в мире составляло 3,1 млн, что на 54 % больше по сравнению с 2016 годом. А на конец 2018 года в мире насчитывается уже около 5 млн электрокаров. Россия в этом отношении существенно отстает. Единственная глобальная проблема развития электротранспорта в России — инфраструктура, а именно источник зарядки. Если жители Москвы уже встречаются на улице специализированные терминалы для скоростной подзарядки (около 10–15 пунктов зарядки, но большинство из них это бытовая розетка, а это значит, что время подзарядки увеличивается в 8–10 раз), то в остальных регионах о них за частую и не слышали.

Давайте шире посмотрим на готовность РФ к переходу на электромобили:

- население готово из-за роста цен на топливо;
- Правительство готово из-за улучшения экологической обстановки и энергонезависимости государства (генерирующие мощности превышают внутренние потребности);
- автомобильные компании уже начали серийное производство электромобилей;
- промышленные предприятия, перевозочные и другие компании, которые используют в своей работе междугородний транспорт, также заинтересованы в этом по экономическим причинам.

Мы считаем, что путь развития электротранспорта видится в расширении его применения в междугороднем сообщении, включая пассажирское

и грузовое. При этом необходимо учитывать, что большая доля в междугороднем транспортном сообщении является регулярной, то есть между городами имеется регулярный транспортный и грузовой поток:

- автобусное сообщение;
- регулярное грузовое сообщение;
- междугороднее такси.

ПС 110/0,4, как элемент электроснабжения зарядной инфраструктуры

Развитие зарядной инфраструктуры было определено на Петербургском экономическом форуме как одно из важных направлений развития ПАО «Россети». В настоящий момент развитие электромобильного транспорта тяготеет к городам, так как в городах есть возможность размещения станций зарядки автомобилей, из-за чего исчезает проблема их электроснабжения. Посмотрим на это шире: зарядки электромобиля хватает на 100–200 км, а это значит, что не во всех городах необходимо будет заряжать электромобиль каждый день. Но стоит задача расширения масштаба применения электротранспорта за пределы больших городов и населенных пунктов. В 2020 году уже планируется установка зарядных станций на междугородних региональных и федеральных автотрассах. Одна из них — трасса Мурманск — Санкт-Петербург.

Техническое решение

Междугородние и региональные трассы имеют большую протяженность, и значительные участки проходят по безлюдной местности, то есть появляются так называемые «мертвые зоны» (участки более 110 км), где нет возможности для установки зарядной станции, что препятствует развитию электромобилей. Очень часто ВЛ 110 (220) кВ пересекает или проходит вблизи с «мертвыми зонами» автодороги. В местах их пересечения есть возможность устанавливать зарядные станции. Техническим решением, которое обеспечит отбор мощности от ВЛ без дополнительной трансформации, является ПС 110/0,4 кВ или 220/0,4 кВ.

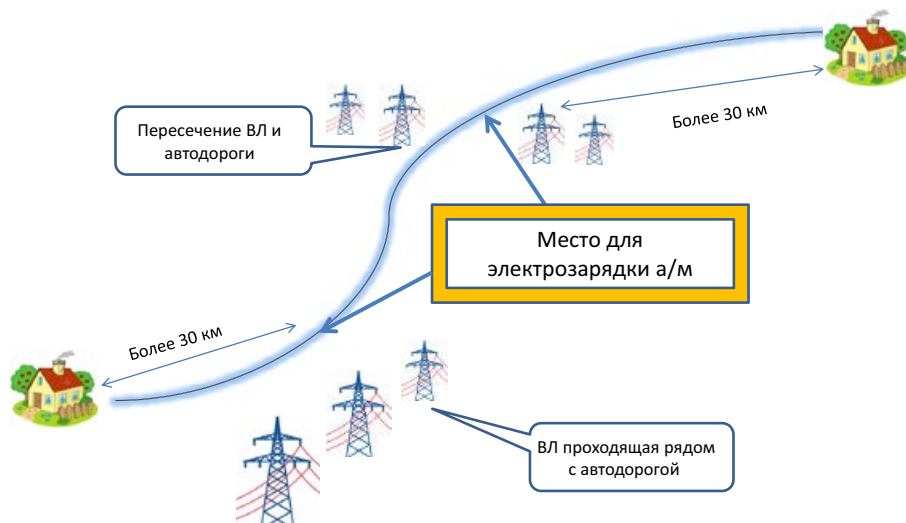
Мы считаем, что данное техническое решение позволит:

- обеспечить автотрассы зарядными станциями для электромобилей, закрыв участки, где нет возможности обеспечить электроснабжение этих станций по традиционной схеме;
- сократить объем капитальных вложений, которые требуются для обустройства станции зарядки;
- сделать данные «точки», имеющие электроснабжение, «точками» для развития других потребителей электроэнергии: бензиновые заправки, кафе, пункты медицины катастроф МЧС и пр.;
- организовать регулярное движение по магистралям и автодорогам грузового электротранспорта и электробусов регулярного пассажирского сообщения (как известно, в настоящий момент автозаводы работают над этими машинами);
- упростить реализацию задачи расширения применения электротранспорта и, соответственно, сбыта электроэнергии.

Идея построения

Идея построения технического решения заключается в следующем:

- система может быть 1, 2, 3-фазной;
- отбор энергии от ВЛ-110 — использование стандартных решений и изделий;
- элементы КТП — максимально унифицированные с серийными изделиями для ПС-110 и выше (блоки ОРУ, кабельные лотки, БМЗ, и др.);
- применение накопителя энергии как в целях обеспечения пиков потребления, так и для энергообеспечения, когда «отпадает» источник внешнего электроснабжения;
- из-за удаленности объекта — наличие собственной АСУ ТП (логики работы) и системы связи с узлом управления — желательно установить систему видеонаблюдения или систему доступа;
- основным элементом отбора мощности является трансформатор напряжения специальной разработки с силовой обмоткой увеличенной мощности. С фазы стандартного трансформатора напряжения можно получить от 20 до 180 кВА.



Это даст возможность организовать от 60 до 540 кВА постоянной нагрузки, чего будет достаточно для организации электроснабжения электростанции.

Стандартный состав КТП 110/0,4 — разъединитель (двигательный привод), ТН, ОПН. Кроме того, модульное здание ЗРУ-110, в котором размещены накопитель, шкаф распределения энергии, инвертор, система связи, учета электроэнергии и АСУТП, система освещения (размещена на ЗРУ 0,4 кВ). Подстанция КТП 110/0,4 кВ дает возможность уменьшить объем капиталовложений, а также технические потери электроэнергии по сравнению с традиционным способом электроснабжения, когда строится протяженная малонагруженная ЛЭП класса 6 или 10 кВ. Компактная трансформаторная подстанция требует минимум строительных работ при размещении на объекте. Все это позволяет построить систему электроснабжения зарядной станции электромобилей на удаленном участке автомагистрали с минимальными затратами, а значит — дать ощутимую поддержку развитию междугороднего электротранспорта.

Объекты внедрения КТП 110/0,4 кВ

В 2016 году на двух объектах в Сахалине была смонтирована КТП 110/0,4 кВ для восстановления электроснабжения вышек связи. В 2018 году поставлена группа трансформаторов 110/0,4 кВ для поста секционирования линии 110 кВ на Чукотку. В 2019 году планируется несколько проектов:

- для обеспечения электроснабжения зарядных станций электромобилей на междугородних трассах;
- для электроснабжения коттеджных поселков;
- для поста секционирования ВЛ 110 кВ;
- для вышек связи.

Экономический эффект

Экономический эффект применения КТП 110/0,4 кВ достигается за счет резкого уменьшения суммы капитальных вложений по сравнению с построением системы электроснабжения по традиционной схеме. Стоимость КТП мощностью 60 кВА составляет 8 млн. руб., что в эквиваленте равно от 3 до 5 км строительства ВЛ 10 кВ (в зависимости от региона). Так же снижаются эксплуатационные расходы в связи с уменьшением протяженности ВЛ, физическим уменьшением количества оборудования.

Мы уверены, что применение данного технического решения позволит не только сократить расходы на организацию системы электроснабжения электростанций на автомагистралях (стоимость бюджетного КТП эквивалентно стоимости 6 км ВЛ 110 кВ), но и позволит упростить монтаж и обслуживание.

Нестандартный Взгляд на привычное

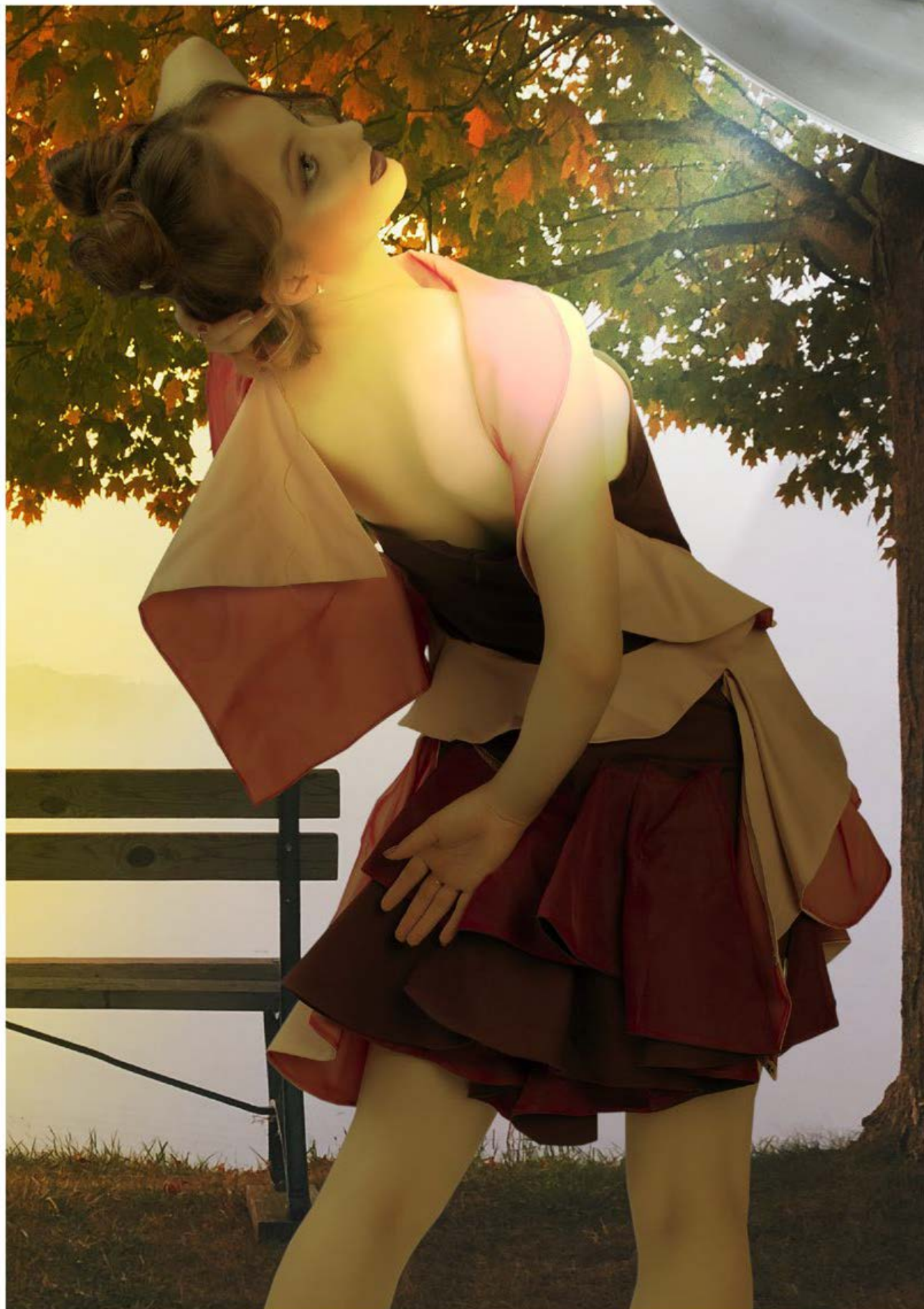
Изолятор подвесной стеклянный гидрофобный ПСВ120БГ

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Наталья Молодушкина
Модель: Ирина Смолик,
студентка Факультета современного танца
(Гуманитарный университет, Екатеринбург)

Редакция благодарит
за предоставленную для съемки одежду
кафедру «Дизайна одежды» Факультета дизайна
Уральского государственного
архитектурно-художественного университета















Первый электротехник России

Татьяна Мосунова, заведомо PR Свердловского областного краеведческого музея им. О. Е. Клера

*«Вся жизнь прекрасная его
Прошла въ трудахъ неутомимо»*



Никто не знает, как выглядел Василий Петров — его портретов не найдено. Распространенная в Интернете (и приведенная на этой странице) картина к Петрову отношения не имеет — это «Портрет молодого ученого с электрической машиной» работы неизвестного художника конца XVIII века, хранящийся в запасниках Эрмитажа.

Его научные открытия оказались почти неизвестными мировой науке, а в российской их забыли на полстолетия после его смерти. Такие строки можно написать о десятках российских изобретателей. В самом начале XIX века Василий Петров создал электрическую дугу, совершил ряд других крупных открытий в электротехнике и вообще был первым в мире человеком, посмотревшим на электричество с точки зрения пользы, которую оно могло бы принести людям.

Он был уверен, что сделал все для науки и для своей страны. Его жизнь была полной, об этом повествует эпитафия на сохранившемся памятнике в Санкт-Петербурге:

И Богу, и Царю слуга нелицемерный,
Другъ нежный ближнему, супругъ, отецъ примерный.
Вся жизнь прекрасная его
Прошла въ трудахъ неутомимо.
Не на земле — на небесахъ
Ему его досталась доля.
О Боже, ты премудръ и благъ!
Твоя да будетъ воля.

Последние годы жизни замечательного ученого оказались омрачены интригами в научной среде и, несмотря на его выдающиеся заслуги, после смерти о нем забыли на целых 50 лет.

Возвращение в науку

Возвращению Василия Петрова в историю науки помог случай. Однажды в 1886 году студент петербургского университета Александр Гершун (будущий известный физик) на каникулах, которые он проводил в Вильнюсе, нашел книгу Василия Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах», изданную в Санкт-Петербурге в 1803 году. Рассказ о находке, по возвращении ученого в Петербург, вызвал большой интерес в научных кругах. Александр Гершун доказал, что Петров первым в мире открыл электрическую дугу. До этого времени первооткрывателем явления считался английский физик и химик Хэмфри Дэви, описавший свои подобные эксперименты лишь в 1812 году.

Василий Петров на Алтае

Кем был Василий Петров — «друг нежный ближнему, супругъ, отецъ примерный»? Родился он в последние месяцы правления императрицы Елизаветы Петровны — 19 июля 1761 года. Его молодость пришлось на эпоху Екатерины Великой, которая с интересом присматривалась к идеям европейского Просвещения и поощряла развитие науки. Сын священника

Василий Петров окончил учительскую семинарию в Санкт-Петербурге, и в 1788 году был назначен учителем математики и физики в Колыванско-Воскресенское горное училище в Барнауле. Нас не должен смущать его статус. Это было первое в Сибири среднетехническое учебное заведение. Весь срок обучения в училище делился на 4 степени. На двух младших изучались общеобразовательные дисциплины, на третьем — минералогия, а на четвертом добавлялись специальные предметы — пробирное и горное искусство, металлургия, маркшейдерское дело, общая и горная механика, архитектура, законоведение.

Биография Василия Петрова прописана довольно слабо, хуже, чем его научные труды. Мы знаем о событиях его жизни лишь из казенных рапортов о службе. В училище он попал в самое интересное время. Первоначально оно предназначалось для детей дворян и горных офицеров, однако количество подростков этих сословий, живших в Барнауле, было небольшим. Летом 1789 года в учебное заведение начали принимать наиболее способных выпускников горно-заводских школ, принадлежавших к разным сословиям. Василий Петров занимался с учениками математикой, физикой, латынью и грамматикой. Молодому педагогу хотелось, чтобы преподавание не было оторвано от жизни. Он едва ли не впервые в России ввел в учебную практику экскурсии на рудники и заводы. Наличие в школе учеников, для которых учеба была единственной возможностью подняться по социальной лестнице, делало атмосферу обучения очень живой.



Военно-медицинская академия

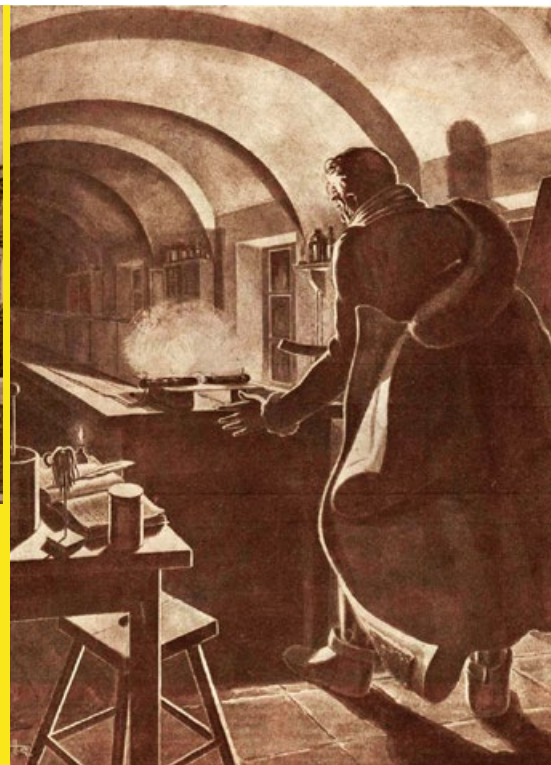
Колывано-Воскресенский горный округ, для которого готовило специалистов училище, был огромной горной империей. Первые заводы здесь были построены еще Демидовыми, но во время Василия Петрова они уже принадлежали государству. Здесь добывали железо, медь, серебро, обрабатывали камень, чеканили монету. Облегчить труд помогали технические изобретения. На Колывано-Воскресенских заводах работал первый в мире пареоатмосферный двигатель. Его изобрел уроженец Екатеринбурга Иван Ползунов. Работа рядом с такими предприятиями многое дала физику Василию Петрову.

Возвращение в Петербург

Петров в своих перемещениях не был свободен. Он находился на государственной службе, и через три года был возвращен в Санкт-Петербург, где занял должность преподавателя математики и русского стиля в инженерном училище при Измайловском полку. Преподавательская карьера Василия Петрова складывалась вполне успешно, и он имел возможность заниматься наукой. Его пригласили в Санкт-Петербургскую Медико-Хирургическую Академию. Там он проработал более сорока лет. В Петербурге Петров получил профессорское звание и хорошо оборудованный кабинет для проведения физических экспериментов.

Лягушачьи лапки Луиджи Гальвани и чувствительный язык Алессандро Вольта

Задолго до рождения Василия Петрова ученые пытались «приручить» электричество. Случалось, что становились жертвами экспериментов. В 1753 году коллега Михаила Ломоносова Георг Рихман был убит электрическим разрядом при проведении опытов с «громовой машиной». Но были не только трагедии. К концу XVIII века наука вплотную подобралась к познанию электричества. Изобретение в 1745 году голландским ученым Питером ван Мушенбруком, а также параллельно и независимо от него немецким ученым Клейстом



«Профессор В. В. Петров открывает электрическую дугу». Рис. Н. Смольянинова

«лейденской», или «медицинской банки» позволяло получать, накапливать и хранить сравнительно большие его заряды. Электрические эксперименты шли параллельно с другими исследованиями, и это привело к открытию профессора болонского университета, одного из основателей учения об электричестве, врача и анатома Луиджи Гальвани. Однажды он не убрал со стола, на котором находилась электрическая машина, препарированную лягушку. Один из помощников острием скальпеля случайно легко коснулся внутренних бедренных нервов этой лягушки, и мышцы ее конечностей начали сокращаться как при судорогах. Другой помощник успел заметить, что это произошло, когда из кондуктора машины извлекалась искра. Трактат Луиджи Гальвани «Об электрических силах в мускуле» был опубликован в 1791 году. Его эксперименты продолжил итальянский физик Алессандро Вольта.

В 1791 году Вольта начинает изучать явления «животного» электричества, открытого Гальвани 5 лет назад и довольно быстро приходит к выводу, что его нет, а истинным возбудителем электричества служит контакт разнородных металлов. Лапки лягушки в этой ситуации играют роль чувствительного электрометра и эффект содрогания наблюдается лишь когда конечностей касаются двумя различными металлами.

Физик решил не доверяться внешним факторам. Первые эксперименты он проводил на себе: брал две монеты, изготовленные из разных металлов, клал их себе в рот (одну — на язык, другую — под язык) и соединял проволокой. Эффект известен тем, кто когда-то лизал одновременно два контакта батарейки: кислый привкус. Далее Алессандро Вольта экспериментировал уже с сотней цинковых и серебряных кружков, разделенных бумагой, смоченной соленой водой. Он впервые поместил пластины из цинка и меди в кислоту, чтобы получить непрерывный электрический ток, создав первый в мире химический источник тока, названный потом Вольтов столб.

Василий Петров тоже использовал для экспериментов свое тело. Приборов для опытов с электричеством было очень мало, и это делало очень сложным отслеживание результатов работы. Он опирался на собственные ощущения, вызываемые электротоком в его пальцах. Чтобы повысить чувствительность конечностей Петров удалял с их кончиков верхнее наслоение кожи. Это позволяло обнаруживать даже незначительные заряды тока.

Во времена правления императора Наполеона, европейская наука пришла в состояние бурления. Ставились многочисленные эксперименты, особенно внимательно ученые следили за опытами с электричеством. Научные новости распространяются молниеносно. В сентябре 1801 года А. А. Мусин-Пушкин на заседании конференции Академии наук в Петербурге рассказал об опытах с электричеством Гальвани и Вольты и продемонстрировал огромный для того времени Вольтов столб из 150 элементов. Он сам задумал построить батарею из 300 пластинок. Василий Петров, который присутствовал на докладе, тоже заинтересовался этой темой, и приступил к изготовлению батарей в 2100 пар медно-цинковых элементов, с электродвижущей силой около 1700 В. Это была самая мощная и большая батарея в мире на тот момент (она располагалась в деревянных ящиках общей длиной 12 м). Сегодня ее мощь может вызвать только улыбку.

Исследовав свойства этой батареи как источника тока, Петров показал, что действие ее основано на химических процессах между металлами и электролитом. Результаты экспериментов он описал в своем втором труде, изданном в 1803 году на казенный счет, «Известие о гальвани-вольтовских опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной наипаче батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков, и находящейся при Санкт-Петербургской Медико-Хирургической Академии». Приступая к опытам, Петров исходил из той идеи, что электрические явления тесно связаны с физико-химическими процессами. Такой взгляд для того времени являлся передовым.

Научные выводы

Прежде всего, Василий Петров начал изучать разложение воды электрическим током. Для этой цели он применял электроды из различных металлов и выяснял, сколько пар металлических пластинок должна заключать в себе батарея, чтобы при ее помощи разложить воду. Затем, исходя из той же теории возникновения электрического тока, стал изучать влияние температуры на работу Вольтова столба. На основании опытов он убедился в том, что температура имеет существенное влияние на работу батареи, а также установил факт влияния электрического тока на некоторые вещества растительного происхождения. В связи с этим Петров первый высказал мысль о возможности использовать электричество для установления присутствия различных химических веществ, то есть мысль об электроанализе.

Как преподавателю Медико-хирургической академии Петрову было очень важно выяснить, как влияет «гальвани-вольтовская жидкость» на животных и людей. Для этой цели потребовалось большое экспериментальное искусство. Петров установил ряд изменений, происходящих в живых организмах животных и людей под влиянием электрического тока. Именно поэтому Петров настаивал на необходимости соблюдать большую осторожность при лечении электрическим током.

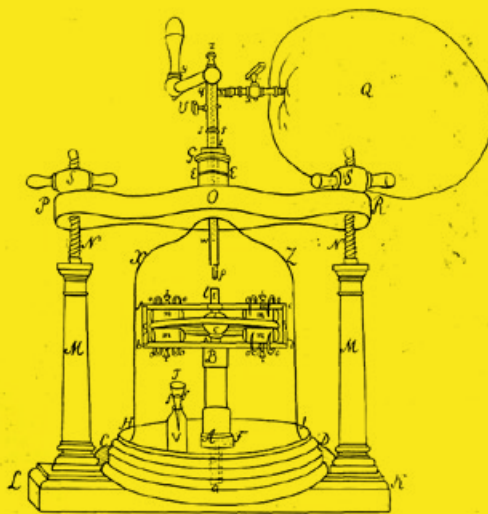
Многое впервые

Мы уже упоминали, что Василий Петров был первооткрывателем явления электрической дуги, впервые продемонстрировав ее публично 17 мая 1802 года. Он предвидел, что это явление будет применено для освещения. Это осуществилось в 40-х годах XIX века, уже после смерти ученого.

Он же доказал возможность практического применения электрической дуги для плавки и сварки металлов, восстановления их из руд. Петров продолжал ставить различные эксперименты, стремясь узнать, что произойдет, если угольные электроды заменить металлическими, и убедился, что металлические электроды расплавляются. Практическое применение электросварки было осуществлено впервые в 80-х годах XIX века.

Он первым обнаружил зависимость силы тока от площади поперечного сечения проводника. Исследовал электролитическое действие электрического тока и явления электролиза, электропроводность различных веществ, установил важность электроизоляции и использовал покрытие металлического проводника изоляционным слоем.

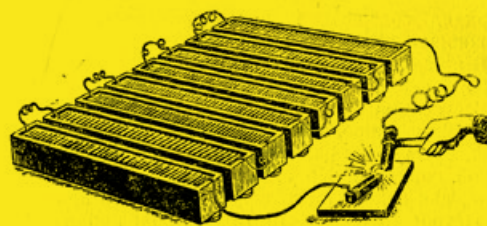
Василий Петров одним из первых заинтересовался физическими свойствами снега. Ему принадлежит открытие возгонки (или сублимации) снега и формулировка законов сублимации снега и льда.



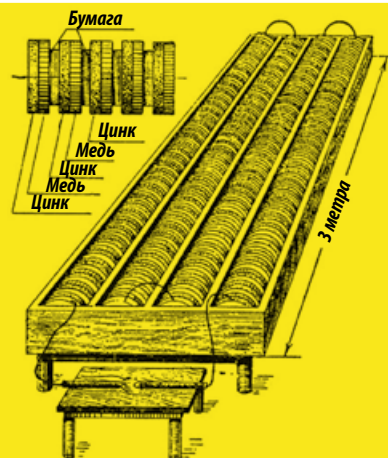
Электростатическая машина Василия Петрова для изучения явлений статического электричества в разреженном воздухе и в атмосфере различных газов. Стекланный диск машины был помещен под колпаком воздушного насоса HXZJ. Из баллона Q через полую ось W под колпак можно было впускать различные газы. Машина приводилась в действие посредством рукоятки.



Явление электрической дуги



Батарея Василия Петрова



Устройство «огромной наипаче» батареи Василия Петрова

Почему же Петров оказался забыт?

Книга Василия Петрова «Известия о гальвани-вольтовских опытах...» была написана на русском языке, хотя автор ее блестяще владел как латинским, так и западноевропейскими языками. Ученый писал свои труды на родном языке из просветительских побуждений. Это можно заключить из его собственных слов: «Поелику же, — заявил он, — сколько мне известно, доселе никто еще на российском языке не издавал в свет и краткого сочинения о явлениях, происходящих от гальвани-вольтовской жидкости (то есть электричества), то я долгом моим поставил описать по-русски... деланные самим мною важнейшие и любопытнейшие опыты посредством гальвани-вольтовской батареи». Желая сделать свою книгу доступной для наибольшего числа читателей, особенно провинциальных, Петров старался дать популярное описание устройства Вольтова столба.

Работы ученого были практически не известны за границей, поскольку он публиковал все свои труды только на русском языке и только в российских журналах. Многие исследователи, впоследствии размышлявшие о «феномене Петрова», считали, что будь эти работы изданы на латыни, он стал бы всемирно признанным физиком.

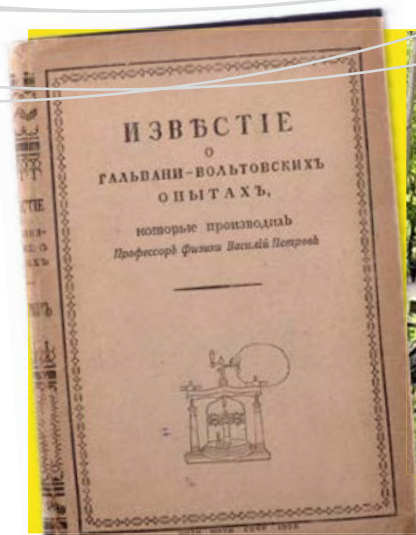
В «Собрании физико-химических новых опытов и наблюдений», опубликованном в 1801 году, Петров скромно писал: «Я природный россиянин, не имевший случая пользоваться изустным учением иностранных профессоров физики и доселе остающийся в совершенной неизвестности между современными нам любителями сей науки».

О трагедии изобретателя написал Петр Капица: «Недостаточно ученому сделать открытие, чтобы оно оказало влияние на развитие мировой культуры. Нужно, чтобы в стране существовали определенные условия, и существовала нужная связь с научной общественностью за границей... Трагедия изоляции от мировой науки работ Ломоносова, Петрова и других наших ученых-одиночек и состояла в том, что они не могли включиться в коллективную работу ученых за границей».

Электричество и трения

В 1804 году Петров издал свой третий труд, посвященный исследованию электричества от трения. Полное название труда было еще длиннее, чем у предыдущих: «Новые электрические опыты профессора физики Василия Петрова, который оными доказывает, что изолированные металлы и люди, а премногие только нагретые тела могут соделываться электрическими от трения, наипаче же стегания их шерстью выделанных до нарочитой мягкости мехов и некоторыми другими телами; также особливые опыты, деланные различными способами для открытия причины электрических явлений».

Нельзя сказать, что в научной среде у Василия Петрова не было недоброжелателей. Ему, человеку, поднимавшемуся с низов, было довольно трудно делать карьеру в Академии наук. Даже после публикации важных научных трудов, он стал адъюн-



Надгробие на могиле Василия Петрова

ктом Академии наук только с дополнительной нагрузкой. Он должен был вести метеорологические наблюдения, а также «иметь смотрение за физическим кабинетом и содержать оный в надлежащем порядке». С 1807 по 1822 год Петров обрабатывал материалы всех метеорологических наблюдений, производившихся в России, а также в течение ряда лет сам производил работы по метеорологии, хотя это и не являлось его основной специальностью. Заведование физическим кабинетом стало формальным поводом увольнения его с должности.

Не победив его в научных спорах, противники мстили ему в административной сфере. Многим казалось, что он слишком долго занимает место в Академии наук. После восшествия на престол нового монарха — Николая I, противники Василия Петрова активизировались. Была назначена ревизия, которую проводил его недоброжелатель физик Георг Паррот. В 1826–1827 годах он инспектировал работу Петрова как хранителя физического кабинета Академии наук года. Паррот мучил ученого многочисленными придирками, вплоть до того, что обвинял, например, в том, что в кабинете за время руководства Петровым ослабли искусственные магниты. В итоге, проверяющий дал отрицательное заключение о результатах его работы. Дело было не красивое. Пожилому изобретателю не дали возможности оправдаться. И в 1828 году сам Паррот сменил Петрова на посту заведующего физическим кабинетом. Лишившись основной научно-экспериментаторской базы, ученый сосредоточился на преподавании. Петрову было уже 66 лет, когда произошел этот конфликт. В отставку он вышел в 72 года, а умер через год. Похоронен был на Смоленском кладбище Санкт-Петербурга.

После смерти изобретатель был очень быстро забыт, а вернулся в науку лишь благодаря Александру Гершуну. После смерти к Василию Петрову вновь пришла слава. В 1934 году торжественно отмечалось столетие со дня смерти ученого. В 1936 году были впервые переизданы главные его работы, написаны и напечатаны несколько его биографий. В 1949 году на доме, где он жил (ныне это Санкт-Петербург, наб. Лейтенанта Шмидта), была установлена памятная доска со следующей надписью: «Здесь жил академик Василий Владимирович Петров. 1761–1834. Выдающийся физик и химик, изобретатель электрической дуги».

К сожалению, открытия Василия Петрова, замкнутые в России, не повлияли на развитие мировой науки. И восстановление его имени было важно только для истории науки. Ученые из разных стран, своими путями «переоткрывали» открытия, уже сделанные нашим соотечественником. Но нельзя сказать, что его жизнь оказалась напрасной для науки. Василий Петров оставил после себя талантливых учеников. Открывший его через полвека Александр Гершун, вдохновленный примером Петрова, сам стал выдающимся физиком, а его сын Андрей (дважды лауреат Сталинских премий), продолжив научную династию, стал основателем научной школы по гидрооптике.

Почти призрачная фигура исследователя, будто растаявшая в прошлом, интересовала многих ученых. Академик Петр Капица писал о Василии Петрове: «Для меня нет никакого сомнения, что по своим научным открытиям Василий Владимирович Петров должен был бы занять одно из самых первых мест не только в нашей, но и в мировой науке, как крупнейший физик-экспериментатор».

МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ ВЫСТАВКИ

ОКТАБРЬ / НОЯБРЬ / ДЕКАБРЬ

Санкт-Петербург / 05.10–08.10
«Энергосбережение и энергоэффективность.
Инновационные технологии и оборудование»
12-я Международная специализированная выставка

Германия, Мюнхен / 06.10–08.10
«EM-Power Europe»
«Intersolar Europe»
Международные выставки

Кения, Найроби / 07.10–09.10
«Power & Energy Africa»
9-я Международная специализированная выставка

Беларусь, Минск / 12.10–15.10
«Energy Expo»
Форум

Москва / 13.10–16.10
«Российская энергетическая неделя»

Бразилия, Сан-Паулу / 18.10–20.10
«ees South America»
«Eletrotec + EM-Power South America»
Выставки

Китай, Пекин / 18.10–20.10
«China Wind Power»
Международная выставка

США, Сан-Антонио / 18.10–21.10
«Experience Power»
Выставка и конференция

Косово, Приштина / 21.10–22.10
«Expokos»
Выставка

Москва / 22.10–24.10
«Renwex»
Москва, Россия
Международная выставка

Москва / 26.10–28.10
«Heat&Power»
Международная выставка

Москва / 26.10–28.10
«Силовая Электроника»
Международная выставка

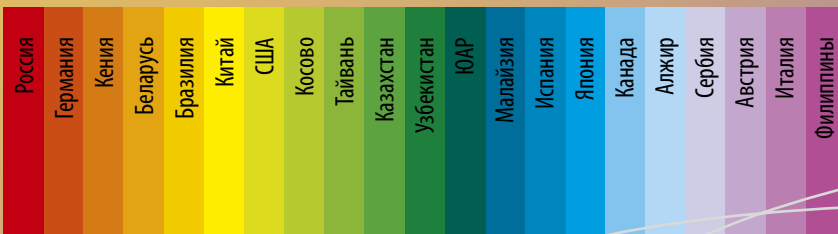
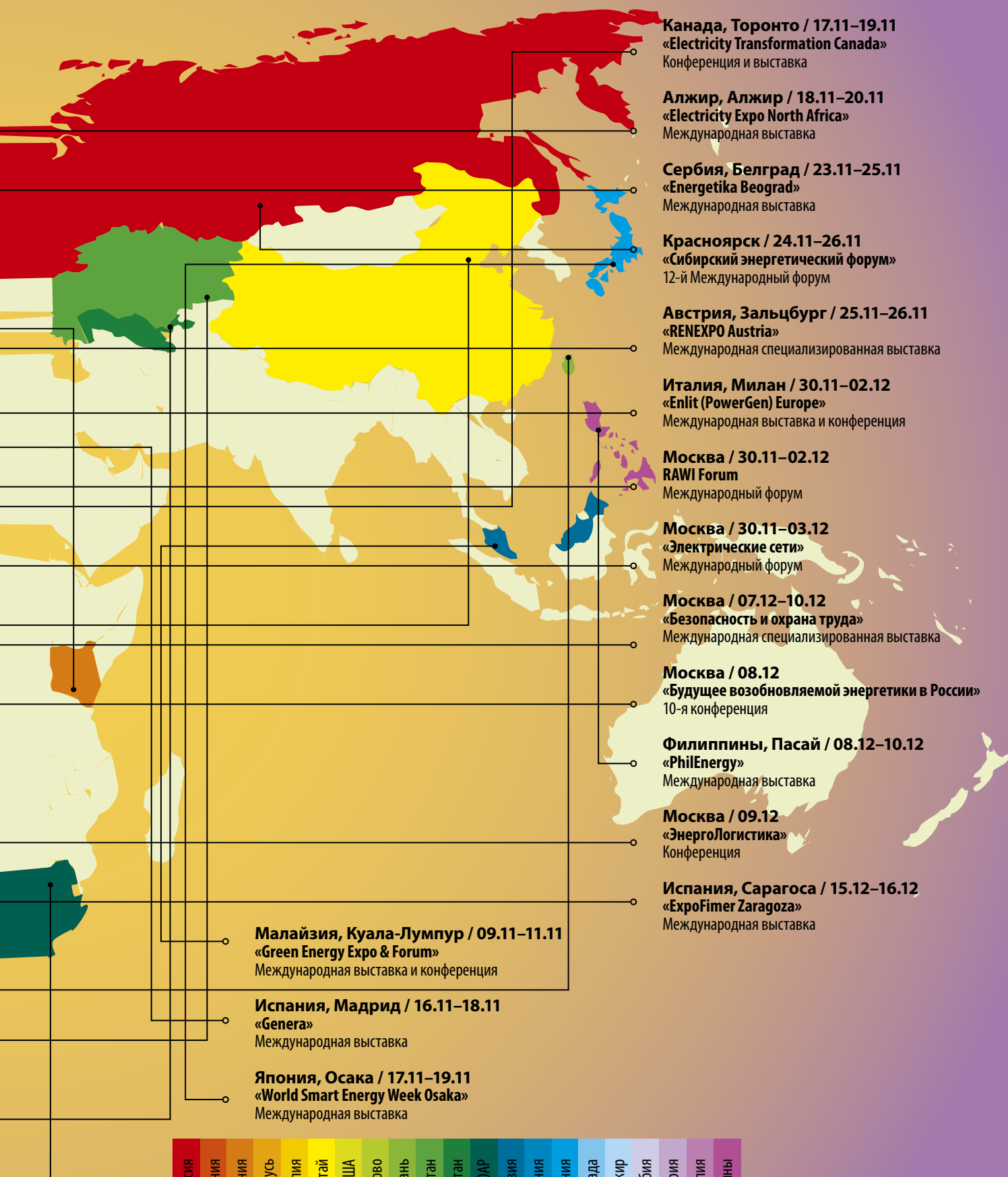
Уфа / 27.10–29.10
«Российский энергетический форум»
«Энергетика Урала»
27-я специализированная выставка

Тайвань, Тайбэй / 27.10–29.10
«Energy Taiwan»
Международная выставка

Казахстан, Алматы / 27.10–29.10
«Powerexpo Almaty»
Международная выставка

Узбекистан, Ташкент / 27.10–29.10
«UzEnergyExpo»
15-я Международная специализированная выставка

ЮАР, Йоханнесбург / 02.11–04.11
«LME»
Выставка





Ното electrica. Мифология электричества

Леонид Салмин, профессор Уральского государственного архитектурно-художественного университета, кандидат искусствоведения

В XXI веке техногенное электричество сопровождает нас повсеместно — дома и на работе, в транспорте и в городской среде. Мы знаем о существовании государственных и корпоративных энергосистем, электростанций, узлов распределения электроэнергетических ресурсов и тому подобного. Наша сегодняшняя жизнь немыслима без использования электричества. Однако, как и веками ранее, оно остается для нас материей не столько физической, сколько психологической. Для массового сознания, не слишком погруженного в вопросы научного естествознания, электричество скорее миф, психологический источник комфорта и чувства безопасности, с одной стороны, и страхов и эмоциональных напряжений — с другой.

Много ли сегодняшний горожанин (активно пользующийся разнообразными электроприборами и источниками освещения, услугами связи и электротранспорта, регулярно осуществляющий оплату потребления электроэнергии) знает о физической природе электричества? Если он не электрик или иной профессионал, вынужденный опираться в своем понимании электричества на более или менее научные модели явлений и процессов, то его образ электричества, скорее всего, не более чем мифопоэтическая абстракция.

Однако именно эта абстракция в огромной мере определяет в наши дни черты социокультурной повседневности, особенности нашего поведения, жизни в городах, коммуникаций и общения, движения и изоляции. Электричество стало, по сути, важнейшим фактором актуальной антропологии. Невозможно понять, что представляет собой сегодняшний *Noto sapiens*, не вдаваясь в то, какую роль в его поведенческих программах, привычках, автоматизмах играет электричество, не анализируя электричество как мифогенную материю.

Комфорт в обмен на инвалидность

*Электрический ток, электрический ток,
Утверждают, что ты — электронов поток,
И болтает к тому же досужий народ,
Что тобой управляют катод и анод.
Я не знаю, что значит «анод» и «катод»,
У меня и без этого много забот,
Но пока ты течешь, электрический ток,
Не иссякнет в кастрюле моей кипяток.*

Эти строчки из шуточного стихотворения поэта Игоря Иртеньева весьма точно изображают отношения между обыденным сознанием нашего современника и образом того, что именуется электричеством. Привычка к постоянному присутствию, к «неиссякаемости» электроэнергии превратили электрический ток из физического явления в живой персонаж бытовой мифопоэтики. Электричество воспринимается как постоянный и незаметный, услужливый и незаменимый помощник. Легкого прикосновения или даже бесконтактной голосовой команды достаточно нынче, чтобы включился и заработал тот или иной электроприбор. Для эволюции телесных практик человека это означает всё больший (а в пределе — полный) отказ от траты собственных физических усилий на любую бытовую рутину, даже если речь всего лишь о нажатии на кнопку.

Современные электрифицированные системы обеспечения быта, устраиваются так, чтобы максимально избавить человека от траты собственных мышечных усилий. И в этом процессе замещения человека электромашинами не обнаруживается (и не предвидится в будущем) какого-либо предела, связанного с задачей сохранения прежней



телесной природы человека. Вездесущее электричество не просто помогает человеку, облегчая его труд и быт, оно уже превратило Homo sapiens (как в целом человеческий вид, так и отдельного человека) в Homo electrica. Человек впал в необратимую электрозависимость. Он так выстроил всю свою жизнь, что она уже невозможна без постоянного доступа к источникам электроэнергии. Зависимость от электричества стала для человека одним из важнейших факторов «потери тела». Прежние силовые навыки человеческого тела не востребуются в современных условиях, электричество дисквалифицирует человека в качестве энергетического источника и силового агрегата. Даже здоровый, находящийся в хорошей физической форме, человек де факто приравнен электричеством к людям с ограниченными возможностями. Удобство и комфорт, достигнутые тотальной электрификацией жизни, оборачиваются инвалидизацией тела. Обычный человек (если он не спортсмен или не солдат спецназа) уже не способен, как когда-то, привычно напрягать мускулатуру для осуществления повседневно необходимой физической работы, он отучился концентрировать зрительные усилия, чтобы ориентироваться в темноте и т.п. Невостребованное тело человека испытывает дефицит мышечных энергозатрат, силовых нагрузок и движения, страдает от последствий гиподинамии, подвергается мышечной атрофии.

Но там, где это становится реальной проблемой, на помощь приходит все то же электричество. Определить состояние тела, вернуть его в необходимый тонус, восполнить недостаток энергозатрат позволяют работающие на электричестве всевозможные «приборы для здоровья» — от медицинских диагностических и терапевтических инструментов до массажных приспособлений и спортивных тренажеров. Если первоначально электроприборы выступали своеобразными «заменителями тела», то со временем они взяли на себя еще и функцию компенсации утрат, понесенных телом в ходе прогресса электричества.

Самое главное, что произошло в ходе исторического взаимодействия между развитием электротехнологий и эволюцией телесных практик человека, это возникновение некоего биотехнологического симбиоза. Впрочем, под симбиозом в биологической науке понимается взаимовыгодное сосуществование и сотрудничество между собой разных живых организмов. Симбиоз как принцип и стратегия противопоставляется конкуренции. В случае же отношений человека и электричества вопрос о характере взаимодействия (симбиоз или конкуренция) остается открытым.

Развитие и нарастающая экспансия электроэнергетических систем как самых универсальных, гибких и адаптивных ресурсных источников для деятельности человека дает немало поводов для сомнения в том, что союз человека и электричества в наши дни имеет паритетный характер.

Порой стремление человека ко все более высокому уровню комфорта, нарастающие инструментализация и электрификация его деятельности и поведения кажутся не столько факторами цивилизационных ценностей и целеполагания человеческого вида, сколько «топливом», необходимым для того, чтобы электричество могло расширять пространство своего проникновения, постепенно захватывая власть над планетой. При таком взгляде на происходящее нельзя не ощутить драматический предел, за которым альянс человека и электричества перестает быть симбиозом и перерастает в конкуренцию.

Уже сегодня мы видим, как населяющий преимущественно города Homo electrica шаг за шагом сдает былые «позиции» телесности, передоверяя свою жизнь электрифицированным системам ее обеспечения. Все более вездесущее электричество словно бы подминает под себя человеческую жизнь, трансформируя ее в ресурс собственной экспансии. И образ условной «головы профессора Дуэля» обретает смысл последнего пристанища человека, последнего аккумулятора сознания — точки, из которой он может пронаблюдать конец своей телесности на фоне полной и окончательной победы электричества.



Безопасность в обмен на страх

Электричество — полюс сосредоточения важнейших человеческих эмоций. С электричеством связаны самые полярные чувства — с одной стороны, чувство безопасности, а с другой стороны, чувство страха. Страх при этом первичен, ибо изначальное, природное, не обузданное человеком электричество многие тысячелетия вплоть до наших дней остается источником смертельных опасностей, стихией, лежащей за гранью обыденного понимания и несущей ужас бедствий. Таковы грозовые молнии и другие явления атмосферного электричества. И пока, несмотря на прогресс науки, природное электричество остается не только областью непостижимого масштаба и силы энергетических явлений, но и неизбывным генератором человеческих страхов.

Техногенное же, созданное человеком, электричество отличается научной понятностью, предсказуемостью, управляемостью, и потому не вызывает того первобытного ужаса, который рождает явления природного электричества. Однако и это электричество, добровольно впущенное человеком в свой дом, в среду своей повседневной жизни, не перестает представлять в образе смертельно опасной силы. Разница лишь в том, что в человеческом мире, в отличие от мира дикой природы, есть правила обращения с электричеством, помогающие минимизировать риски нежелательных ситуаций при пользовании электроэнергией для тех или иных целей.

Тысячелетиями живя в мире, полном разнообразных опасностей, рисков и угроз, человек неизменно стремился обеспечить себе более безопасные условия существования. В соответствии со своими мифологическими и натуралистическими представлениями он желал задобрить природные силы, смягчить их жестокое своеволие, «договориться» с ними, а еще лучше — привлечь их на свою сторону в борьбе за более спокойную и уверенную жизнь. По мере формирования и усложнения планетарного социума ценность безопасности неуклонно возрастала. Человечество проживало многообразный опыт природных стихийных бедствий, войн, социальных катаклизмов, техногенных и культурогенных инцидентов, и в ходе всего этого постепенно вырабатывало модели технически обеспеченного безопасного существования. И конечно, важнейшим союзником человека в обеспечении безопасности стало электричество. Именно оно позволило сформировать безопасные бытовые и индустриальные технологии и процессы, в которых человек освобожден от изматывающего механического труда с его непомерными затратами порой калечащих тело мышечных усилий. Именно оно определило возможность межчеловеческой связи и контроля через огромные пространства и расстояния без затраты сил на физические перемещения, а в случае необходимости перемещений именно оно дало возможность оптимизировать и ускорить такие перемещения за счет максимально эффективной и чистой энергии. Без электричества невозможны в сегодняшнем глобальном мире ни управление, ни коммуникации, ни быт, ни экономика, ни социальная жизнь.

В наши дни возрастание ценности безопасности достигло такой степени, что электричество, осуществляя свою энергетическую экспансию, уже подчинило себе большую часть производственных, бытовых и социальных процессов. Электричество повсеместно обеспечивает не только сами эти процессы, но и контроль за ними. Оно питает все разрастающиеся сети освещения, видеонаблюдения, контроля и сигнализации. За всей этой «симфонией комфорта», однако же, отнюдь не исчезает глубинный человеческий страх. Просто прежний первобытный страх перед электричеством как буйной испепеляющей стихией вытесняется страхом перед стихией невидимой, коварной своим вездесущим присутствием и непредсказуемостью конечных, обеспечиваемых ею функций. Электричество как питательная энергия тайных замыслов «большого брата», как фактор конспирологических теорий, как, на худой конец, домашний террорист, до условленного мира незримо тянущийся в проводах и розетках — вот актуальные мифологические образы электричества времен цивилизации Homo electrica.

Парадоксальный итог этой мифологии состоит в том, что человек вымывает гарантии своей безопасности за новые страхи. В отличие от древних, хтонически предопределенных страхов, тысячелетиями воспроизводящих-



ся, фундаментальных и незыблемых, сегодняшние страхи разнообразнее и мобильнее, они стали своего рода валютой, которой оплачивается искомое ощущение безопасности. Однако же это ускоряющееся приближение к идеалу безопасного мироустройства столь же быстро обнаруживает и его обратную сторону. Тотальная электрификация, обеспечивающая возможность тотальной же информатизации и мгновенных онлайн-коммуникаций, приводит в современном мире к всепроникающему контролю и потере человеческой приватности. Но, в то же время, понятно, что и защита приватности от злоупотреблений с чьей-либо стороны уже не возможна без инструментов и средств, питающихся все тем же прирученным и управляемым, но неостановимым в своем распространении электричеством.

Замкнутый круг

С какой бы точки зрения мы ни рассматривали сегодня отношения человечества с электричеством, неизбежно возникает ощущение замкнутого круга. А, точнее говоря, воронки, в которую вкручивается цивилизация, возможно, слишком многое в своем развитии поставившая на электричество. Какую перспективу рисует эта ситуация? Что, в стратегическом смысле, обещает человеку дальнейшее усугубление его зависимости от электроэнергии? Вопрос не праздный, но, очевидно, не лежащий исключительно в научной плоскости и от того не имеющий скорого и однозначного ответа. Возможно, образный, мифологический взгляд на взаимоотношения человека и электричества, как ни странно, легче и точнее проясняет их смысл. И, возможно, в античном образе Лаокоона, при должном воображении, можно увидеть ясную метафору того, к чему придет человек, начавший как Homo sapiens, а продолживший как Homo electrica. **ЭС**

стильный
отраслевой
журнал

ЭнергоStyle

ЭS



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

ЭS

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

ИЗОЛЯТОРЫ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА

АРМАТУРА ДЛЯ ЛЭП

АРМАТУРА СИП

ПРОВОД СИП

МОЛНИЕЗАЩИТА

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ

ОПОРЫ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

НАТЯЖНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

on-line
заказ
WWW.locus.ru

8-800-201-42-75

АДРЕСА ОФИСОВ:

Локус. Екатеринбург:

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

Локус. Новосибирск:

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