

№ 1 (53) март 2021 года

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!



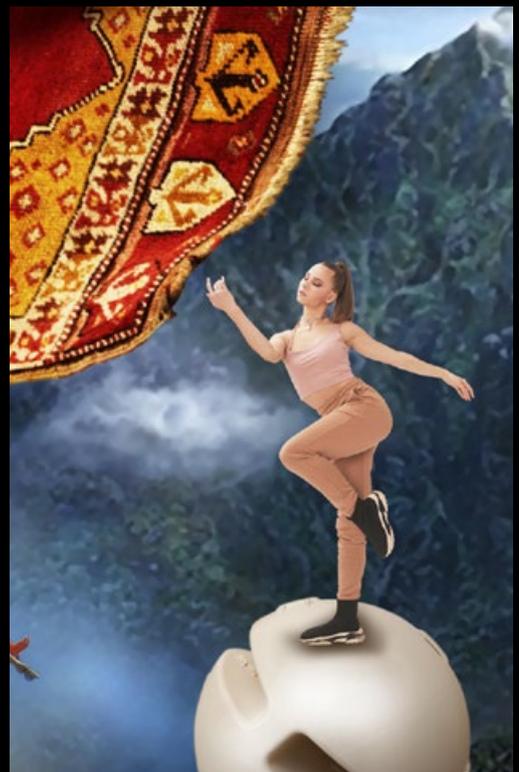
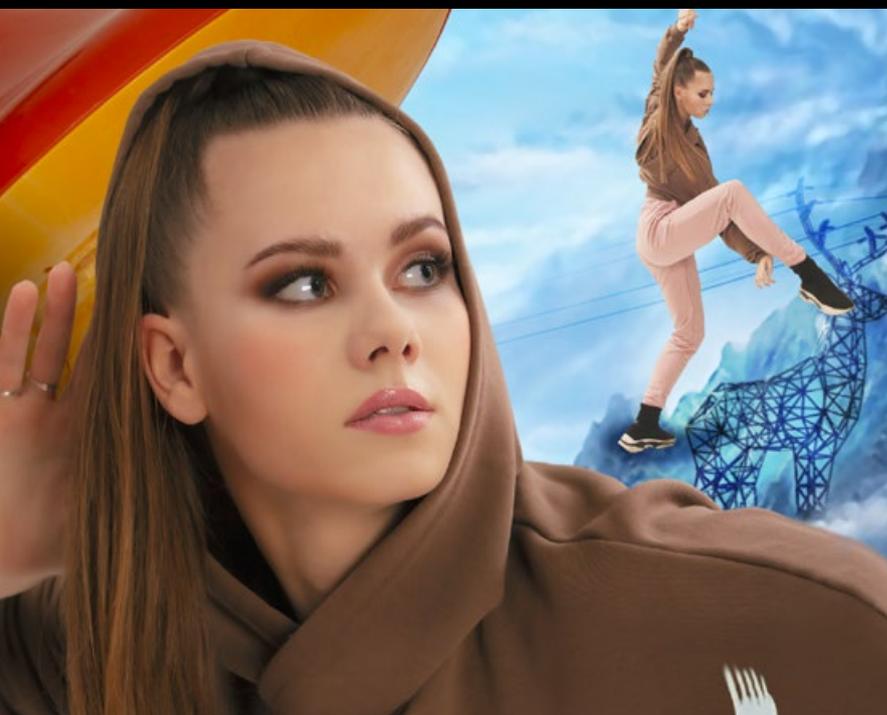
Достижения и перспективы ВИЭ в мире

Программный симулятор энергосистем

Энергоснабжение в Арктике

Метаморфозы: птицепрозрачные средства и шары-маркеры

ЭнергоStyle



Содержание

- 4 стр. **News**
- 8 стр. **Актуально**
Развитие зеленой энергетики в России и за рубежом: достижения и перспективы
- 16 стр. **Интеллектуальные системы**
Энергетические платформы с использованием цифровых модульных подстанций и энергоблоков
- 24 стр. **Практика**
Обновление средств имитационного моделирования энергосистем
- 30 стр. **Энергоснабжение**
Энергоснабжение научно-исследовательских комплексов в Арктике
- 36 стр. **Исследования**
Защита ВЛ от птиц и птиц от ВЛ
- 38 стр. **Метаморфозы**
Фотосессия.
Птицезащитные средства и шары-маркеры
- 46 стр. **Электроистории**
Гений электричества
- 50 стр. **Что. Где. Когда**
Мир энергетики в экспозиции
- 52 стр. **Культпросвет**
Пришествие синтезатора



ЭнергоStyle

март 2021, № 1 (53)

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:

Николай Антонов, Марианна Бродач, Андрей Восканян, Михаил Евдокимов, Фёдор Иванов, Андрей Кудрявцев, Татьяна Мосунова, Александр Петров, Лариса Романова, Валерия Савинова, Александр Хренников, Михаил Шамис, Владимир Шилин, Роберт Шульга

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: 3000 экз.

Дата выхода в свет 11.03.2021

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.

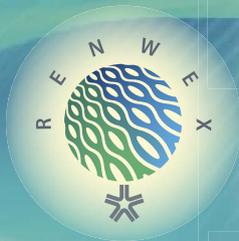


«Зеленая» тема сегодня, как никогда, в тренде. За последние 10 лет резко выросло производство электроэнергии с помощью нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Однако доля ВИЭ в мировом энергобалансе по-прежнему остается небольшой, поскольку вызывает много вопросов о необходимых масштабах и эффективности ее широкого применения. И если альтернативная энергетика позволяет отчасти ограничить риск потепления на планете, то цифровизация может значительно облегчить трудозатраты, повысить надежность и исключить ошибки персонала. И тут вам в помощь, например, современные инновационные системы автономного энергообеспечения — энергетические платформы с использованием цифровых модульных подстанций и энергоблоков. А в Арктике, с ее уникальной экосистемой, для энергообеспечения научно-исследовательских комплексов в самый раз подойдет компактная и безопасная автономная гидротермальная электростанция.

Отдельная экологическая тема — непростые отношения энергетиков с птицами: и пернатых надо сохранить, и ВЛ от них уберечь. Бытует такая шутка: «Питер настолько культурный город, что пролетая над ним, птицы терпят...» Но, как говорил профессор-биолог в рязановском фильме «Гараж»: «Серебристый журавль — птица темная. Она газет не читает». И не в курсе проблем, которые создает энергетикам. Вот и ломают головы специалисты, как кардинально снизить отключения на ЛЭП в так называемых птицепасных районах.

Появляются новые технологии, прогресс неминуемо наступает на природу, но в каком мире мы будем жить дальше, во многом зависит и от нас самих. Еще в первой половине XX века выдающийся ирландский драматург и романист Бернард Шоу написал: «Теперь, когда мы научились летать по воздуху, как птицы, плавать под водой, как рыбы, нам не хватает только одного: научиться жить на земле, как люди». Чего нам всем и желаю!

Мария Лупанова, главный редактор



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»



Международный форум
«Возобновляемая энергетика
для регионального развития»

22–24 ИЮНЯ 2021

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

-  Развитие розничного рынка ВИЭ и необходимых технических решений
-  Нормативное регулирование ВИЭ
-  Использование ВИЭ для энергоснабжения удаленных и изолированных потребителей
-  Использование биотоплива и утилизация отходов
-  Международный опыт развития возобновляемой энергетики
-  Цифровизация современной энергетики
-  Развитие систем накопления энергии для промышленных потребителей и домохозяйств
-  Развитие электротранспорта и сопутствующей инфраструктуры

Реклама 12+



www.renwex.ru

При поддержке:



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

EURO
solar
russia



А П В Э
АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

АССОЦИАЦИЯ ПАРТНЕРОВ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



Под патронатом:

Организатор:

ЭКСПОЦЕНТР



«Анемофикации» России 90 лет

По материалам www.energyland.info

Первая в мире ветроэлектростанция с накопителем энергии заработала 4 февраля 1931 года в Курске. Этот уникальный агрегат с инерционным аккумулятором, созданный Анатолием Георгиевичем Уфимцевым, был построен на средства самого изобретателя, писателя Максима Горького и Центрального аэрогидродинамического института. Авторство на многие механизмы и саму ветроэлектростанцию подтверждены патентами, в том числе на первое в мире ветроколесо с поворотными лопастями и переменным углом атаки. ВЭС Уфимцева опередила свое время. Сооружение имеет раскрепленную вантами башню ферменной конструкции высотой 42 м с площадью; поворотную конструкцию; ветросиловую установку, состоящую из трехлопастного ветроколеса диаметром 10 м, имеющего механизм (первый в мире) управления шагом лопастей, и флюгерные лопасти; инерционно-кинетический аккумулятор, выполненный в виде диска диаметром 95 см и массой 328 кг, помещенный в кожух с разреженным воздухом; динамомашину постоянного тока мощностью 3,5 кВт (220 В, 16 А) при 1580 об/мин. С 1957 года старейшая ветроэлектростанция России не работает, но сегодня является объектом культурного наследия федерального значения.

Успешные испытания

Филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистем Новосибирской области, Алтайского края и Республики Алтай» (Новосибирское РДУ) совместно с ГК «Хевел» провели первый этап натурных испытаний системы накопления электроэнергии (СНЭЭ) на площадке Кош-Агачской СЭС в составе ЕЭС России. Система включает литий-ионную аккумуляторную батарею емкостью 580 кВт·ч и преобразователь постоянного тока номинальной мощностью 250 кВт.

В ходе испытаний, длившихся в течение шести суток, проведено три опыта: участие СНЭЭ в регулировании активной мощности, участие солнечной электростанции совместно со СНЭЭ в регулировании активной мощности и в регулировании напряжения в энергосистеме. В частности, проверены возможности регулирования активной и реактивной мощности и в рамках испытаний цикла заряда-разряда установлена наибольшая длительность выдачи и потребления максимальной мощности. Анализ полученных данных позволит разработать требования к СНЭЭ для работы в ЕЭС России, а также оценить фактические характеристики установленного на Кош-Агачской СЭС оборудования СНЭЭ. По результатам полного цикла испытаний в рамках работы технического комитета 016 «Электроэнергетика» Росстандарта планируется разработать национальные стандарты ГОСТ Р, регламентирующие использование систем накопления электроэнергии в ЕЭС России.



ЛЭП под землю

ПАО «Сахалинэнерго» (входит в группу «Рус-Гидро») проводит закупочные процедуры на проектно-изыскательские работы по реконструкции двух линий электропередачи напряжением 35 кВ в Поронайском районе. В связи с высоким уровнем гололедообразования на ЛЭП, для повышения надежности электроснабжения планируется перевести линии в кабельное исполнение.

«Совсем недавно для нас строительство кабельных линий напряжением 35 кВ было новшеством, а сейчас это уже норма», — отметил генеральный директор Сахалинэнерго Игорь Бутовский. По его словам, стоимость прокладки кабельных ЛЭП, благодаря новым технологиям, почти сравнялась со строительством воздушных линий. А эксплуатационные расходы на содержание подземных ЛЭП значительно ниже.

Планируется, что проектирование линий завершится в 2022 году, в 2023-м начнется их реконструкция. Проекты по реконструкции линий включены в инвестиционную программу «Сахалинэнерго» и в перечень первоочередных мероприятий государственной региональной программы «Развитие энергетики Сахалинской области».

По материалам www.energyland.info

ВЫСТАВКА

Энергетика
ДВ региона-2021
АВТОМАТИЗАЦИЯ.
БЕЗОПАСНОСТЬ. СВЯЗЬ.

27–29 ХАБАРОВСК
МАЯ

Выставка проходит
в рамках крупнейшего
на Дальнем Востоке
форума «Техно-Лето»

+7 (4212) 574 043 • khabexpo.ru

+7 (812) 320 6363 • dv.energetika-restec.ru

 ХАБАРОВСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ЯРМАРКА

 **РЕСТЭК®**
ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

Арктике новый аэропорт

По материалам www.energyland.info

Новый международный аэропорт «Утренний» строится на полуострове Гыдан в Ямало-Ненецком автономном округе в рамках проекта «Арктик СПГ-2» и предназначен для воздушных перевозок вахтового персонала и производственных грузов на Салмановское (Утреннее) нефтегазоконденсатное месторождение ПАО «НОВАТЭК». К нему предусмотрено сооружение внеплощадочных сетей для обеспечения нужд комплекса: аэропорт обеспечат топливным газом, электроэнергией и сервисами внешней связи. Для подачи газа на котельную «Утреннего» от энергоцентра № 2, отвечающего за снабжение объектов месторождения, подземным способом проложат трубопровод топливного газа протяженностью 15,9 км. Для передачи электроэнергии к центральному распределительному пункту ЦРП 10 кВ аэропорта подведут воздушную линию длиной 24,224 км. Проектом запланировано и строительство 24-километровой волоконно-оптической линии передачи для подключения к системам комплекса инженерно-технических средств охраны и мультисервисных сетей передачи данных комплекса по добыче, переработке и сжижению газа.

Новая программа

Утверждена новая программа инновационного развития «Росстей», рассчитанная на 2020–2024 годы с перспективой до 2030 года. Ее основная цель — формирование условий перехода к электрической сети нового технологического уклада с качественно новыми характеристиками надежности, эффективности, доступности, управляемости и клиентоориентированности.

Утвержденный документ является логическим продолжением действующей ранее программы, но также учитывает:

- мероприятия и целевые показатели Нацпроектов «Цифровая экономика», «Повышение производительности труда и поддержка занятости», «Наука», а также «дорожных карт» Национальной технологической инициативы;
- результаты бенчмаркинга ведущих компаний-аналогов Франции, Италии, Великобритании, Германии, Южной Кореи, Японии, Испании;
- методические указания по разработке и корректировке программ инновационного развития компаний с госучастием.

Приоритеты инновационного развития:

- «Умные» подстанции 35–750 кВ: цифровое проектирование, новые решения для мониторинга и диагностики оборудования, кибербезопасность.
- Активно-адаптивные сети: технологии Цифровых РЭС с функциями самовосстановления после нарушений электроснабжения, поддержкой «активных потребителей» и их участие в работе сети («зарядки» для электротранспорта, «умный» учет, объекты малой генерации и др.), высокоточные системы определения мест повреждения и локализации аварийных участков сети.
- Комплексная эффективность бизнес-процессов и автоматизация систем управления, в том числе проекты цифровой трансформации и мероприятия ведомственного проекта Минэнерго России «Единая техническая политика — надежность электроснабжения», закрепленные «Россетями».

- Новые технологии и материалы: сверхпроводимость, композиты, накопители энергии, технологии постоянного тока в сетях 0,4 и 6–35 кВ, обеспечение параллельной работы сети и ВИЭ.

- Организационные инновации: управление знаниями, инновационный менеджмент, управление результатами интеллектуальной собственности.

Программа включает проекты в рамках четырех контуров цифровой трансформации — цифровые объекты, цифровые системы управления, цифровой сотрудник, цифровые коммуникации — с использованием технологий:

- Интернет вещей: цифровые подстанции, цифровые районы электрических сетей, зарядная инфраструктура, «умный» учет и др.
- Роботехника и беспилотная авиация: диагностика и мониторинг, геоинформационные системы и др.
- Большие данные: системы управления, проект «Цифровой монтер» и др.
- ВОЛС и цифровые каналы связи.
- Искусственный интеллект и машинное обучение: системы управления, удаленные клиентские сервисы и др.
- Виртуальная/дополненная реальность: платформы обучения.
- Блокчейн: система расчетов.

Межрегиональная
специализированная выставка

СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ИНФРАСТРУКТУРА

г. Курган

28-29 апреля 2021 г.



Стройиндустрия
Промышленность

Жилищно-коммунальная
инфраструктура

Транспорт
Безопасность
Связь

Организаторы:

Правительство Курганской области,
ООО "Выставочная компания Сибэкспосервис"
г.Новосибирск

тел.: (383) 335 63 50 - многоканальный,
e-mail: vkxes@yandex.ru,
www.ses.net.ru

СИБЭКСПО SERVICE

Развитие зеленой энергетики в России и за рубежом: достижения и перспективы

Николай Антонов, кандидат экономических наук, начальник отдела электропотребления и топливно-энергетических балансов ООО «ЭС-Энерго»;

Михаил Евдокимов, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии географического факультета Московского государственного университета;

Владимир Шилин, кандидат экономических наук, доцент кафедры электроэнергетических систем НИУ «МЭИ»

В последнее десятилетие резкий рост производства электроэнергии с помощью нетрадиционных возобновляемых источников энергии становится общим трендом для многих развитых и развивающихся стран мира. Каковы реальные масштабы внедрения ВИЭ в энергетике? Какое место возобновляемая энергетика занимает в производстве электроэнергии за рубежом и в России, и что можно ожидать в ближайшей перспективе? Для ответа на данные вопросы был проведен анализ данных статистических служб Европейского союза и сведений, формируемых органами государственной статистики России и Минэнерго России, планов и прогнозов отраслевых организаций. Представляем результаты проведенного исследования¹.

Доля ВИЭ в общем мировом энергобалансе

В последнее десятилетие резкий рост производства электроэнергии с помощью нетрадиционных возобновляемых источников энергии становится общим трендом для многих развитых и развивающихся стран мира. Однако оговоримся, что, несмотря на пристальное внимание в мире к ВИЭ и при их впечатляюще высоких темпах роста в отдельных макрорегионах и странах, доля ВИЭ в общем мировом энергобалансе остается пока небольшой. Так, по данным МЭА, в 2006 году вклад ВИЭ (без гидроэнергии) составил в общем производстве энергоресурсов 10 %, к 2016 году эта доля увеличилась лишь до 11,4 % (причем подавляющую часть в этих объемах занимали биотопливо и отходы — 94 % в 2006 году и 86 % в 2016 году). Практически весь прирост произошел за счет увеличения доли НВИЭ (без гидроэнергии) с 0,63 до 1,64 % (в производстве электроэнергии их доля увеличилась соответственно с 3,7 до 8,4 %). И это несмотря на то, что процесс внедрения ВИЭ был поддержан вливаниями бюджетных средств и повышенной оплатой электроэнергии конечными потребителями в размере многих сотен миллиардов долларов, а также агрессивной пропагандой в изданиях, начиная с научных и кончая массовыми. В отдельных же макрорегионах и странах доля ВИЭ более значительна, особенно она велика в европейских странах.

Генерация электроэнергии на основе ВИЭ в странах ЕС

По данным Евростата, производство зеленой электроэнергии в странах Европейского союза (ЕС, 28 стран) с 2006 по 2017 годы выросло почти в 4 раза (до 674,3 млрд кВт·ч) и достигло 20,5 % от общего производства электроэнергии (рис. 1). Установленная мощность электростанций на основе ВИЭ (без ГЭС) достигла почти 320 ГВт, увеличившись за указанный период в 4,4 раза². Из-за случайного характера изменения метеофакторов коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) составил всего лишь 24 %, причем за указанный период он снизился почти на 3 п. п. В то же время КИУМ традиционных тепловых электростанций составил 57 %, хотя тоже снизился, причем весьма существенно — почти на 6 п. п., и негативную роль в этом сыграл интенсивный ввод ВИЭ.

¹ В исследовании рассматривались генерирующие электроэнергию мощности, связанные с использованием: а) энергии солнца, ветра, глубинных слоев земли, энергии океана (приливов и отливов); нередко, чтобы выделить в энергобалансах компоненту (а), применяют наименование «нетрадиционные возобновляемые источники энергии»; б) первичного (природного, в первую очередь дров) и вторичного органического топлива (вместе — биотоплива) и отходов. К объемам производства энергии возобновляемыми источниками относят и гидроэлектростанции (ГЭС). Статистика в основном оперирует данными по всем ГЭС либо только по крупным. Малые ГЭС, которые позиционируются как новые, нетрадиционные ВИЭ, нередко статистикой подробно не рассматриваются. Поэтому в каждом рассматриваемом случае особо оговаривается учет малых ГЭС в составе тех или иных данных.

² Для сравнения: установленная мощность всех электростанций России составляла на конец 2018 года примерно 266 ГВт.

Федеральный закон от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (ст. 3) понятие «возобновляемая энергетика» трактует следующим образом: «возобновляемые источники энергии — энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях, энергия приливов, энергия волн водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках».



Рис. 1. Динамика производства электроэнергии электростанциями, использующими ВИЭ и биотопливо, в ЕС (28 стран)
 Источник: составлено авторами по данным Евростата

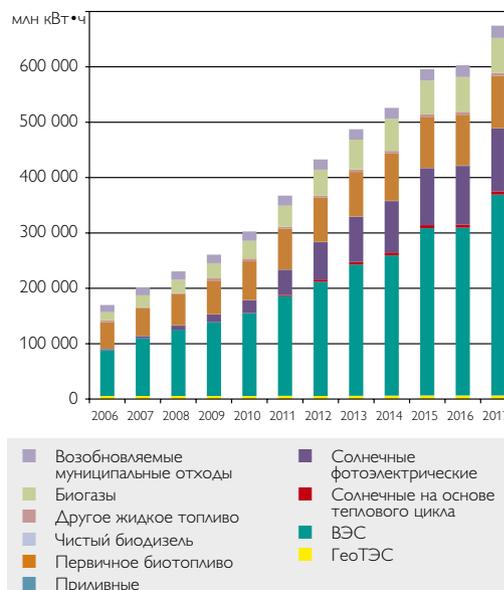


Рис. 2. Динамика структуры производства электроэнергии электростанциями, использующими ВИЭ и биотопливо, в ЕС (28 стран)
 Источник: составлено авторами по данным Евростата

Если в начале рассматриваемого периода в структуре производства электроэнергии на основе ВИЭ (без ГЭС) преобладали ветер (48 %) и первичное биотопливо (более 28 %), то в настоящее время это ветер (почти 54 %) и солнце (18 %), а первичное биотопливо оттеснено на третье место с долей 14 % (рис. 2 и 3). Причем 20 % установленной мощности солнечных панелей, по сути дела, являются микроэлектростанциями — это установки до 20 кВт.

В 2016 году на территории ЕС лидерами в применении ВИЭ (без ГЭС) являлись Дания (около 52 % от общего потребления электроэнергии в стране), Португалия (несколько более 30 %) и Германия (28 %). Что касается доли ВИЭ (без ГЭС) в производстве электроэнергии в стране, то лидерами были Дания (более 70 %), Литва (49 %) и Германия (30 %).

Необходимо отметить, что процесс внедрения ВИЭ за рубежом сам по себе не пошел бы активно ввиду экономической нецелесообразности: стоимость 1 кВт·ч, получаемого от ВИЭ, гораздо выше, чем от традиционных источников энергии. Поэтому требуются завышенные тарифы на производимый с помощью ВИЭ киловатт-час для поддержания функционирования генерирующих мощностей с их использованием³.

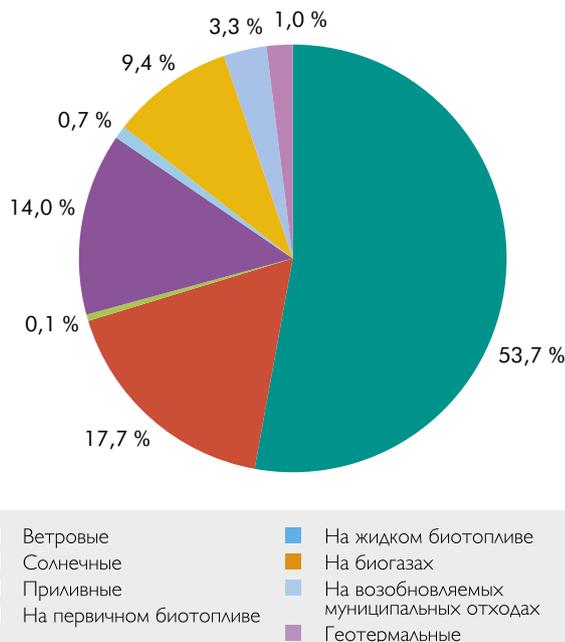


Рис. 3. Укрупненная структура производства электроэнергии в 2017 году электростанциями, использующими ВИЭ и биотопливо, в ЕС (28 стран)
 Источник: составлено авторами по данным Евростата

³ Так было с самого начала широкого внедрения ВИЭ, продолжается и в настоящее время.

Генерация зеленой электроэнергии в России

Давно известно, что применение ВИЭ в условиях России (без искусственно созданных преференций со стороны государства) может быть эффективно в локальных, изолированных энергосистемах с высокой себестоимостью производства электроэнергии. В них установки с использованием ВИЭ конкурируют в основном с электростанциями на крайнем дорогом жидком (дизельном) топливе. В настоящее время, по данным Росстата, производство электроэнергии на дизельных электростанциях (ДЭС) страны установленной мощностью 9,6 ГВт достигает почти 4,8 млрд кВт•ч. Какая-то часть этого объема производства электроэнергии может быть потенциально приемлема для внедрения ВИЭ без

того, чтобы получать компенсацию через бюджет либо «нагружать» тариф для потребителей с целью компенсации избыточных затрат на их строительство и эксплуатацию.

В нашей стране станции на ВИЭ традиционно занимали и занимают незначительное место, несмотря на все попытки их внедрения. Лишь в последние два-три года процесс внедрения резко ускорился в связи с принятием постановления Правительства РФ № 449 о механизме стимулирования использования ВИЭ в новой редакции⁴. Помимо критериев отнесения источников энергии к возобновляемым, этим постановлением был утвержден статистический и законодательный ценз для малых ГЭС — их установленная мощность не должна превышать 25 МВт.

Таблица 1. Динамика показателей работы электростанций на основе использования ВИЭ, включая малые ГЭС, на территории России

Виды электростанций и их параметры	Период рассмотрения, год						Рост, раз (2018 к 2014)
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
ГеоТЭС							
Число станций*	5	5	6	6	6	7	1,40
Установленная мощность, МВт	79	75	74	74	74	74	0,98
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	448	453	451	443	435	426	0,94
Кэффициент использования установленной мощности (КИУМ)	0,64	0,69	0,70	0,68	0,67	0,66	0,96
СЭС							
Число станций	н. д.	28	29	67	96	114	4,07
Установленная мощность, МВт	н. д.	237	446	536	574	678	2,86
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	н. д.	176	335	461	557	720	4,08
КИУМ	н. д.	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	1,43
ВЭС							
Число станций	30	44	53	55	59	61	1,39
Установленная мощность, МВт	11	101	100	96	98	161	1,60
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	5	93	141	140	130	133	1,43
КИУМ	0,05	0,11	0,16	0,17	0,15	0,09	0,89
Итого: ГеоТЭС, СЭС и ВЭС							
Число станций	35	77	100	143	161	182	2,36
Установленная мощность, МВт	90	413	625	711	746	913	2,21
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	449	722	933	1 047	1 122	1 377	1,91
КИУМ	0,57	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,86
Малые ГЭС (с установленной мощностью до 25 МВт)							
Число станций	64	64	59	65	64	72	1,13
Установленная мощность, МВт	292	294	282	325	367	382	1,30
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	821	1 071	1 118	1 249	1 448	1 366	1,28
КИУМ	0,32	0,42	0,45	0,44	0,45	0,41	0,98
Всего							
Число станций	99	141	159	208	225	254	1,80
Установленная мощность, МВт	382	707	906	1 035	1 113	1 295	1,83
Выработка электроэнергии, млн кВт•ч	1 270	1 793	2 051	2 297	2 571	2 743	1,53
КИУМ	0,30	0,39	0,44	0,45	0,43	0,47	1,20

* Скорее всего, указываются отдельные производственные единицы/агрегаты.

Примечания:

1. Указанные в таблице цифры, скорее всего, неполные, так как отчитывающиеся статистические единицы не всегда предоставляют первичную информацию в территориальные органы Росстата. Кроме того, некоторые из электростанций, например малые ГЭС, могут не иметь статуса функционирующих на основе использования ВИЭ, являясь частью крупных компаний, или выступают в рамках одной компании как единый энергокомплекс с мощностью, превышающей оговоренный законодательством ценз. Изменения в классификаторах ОКВЭД также не способствуют улучшению учета.

2. Данные о производстве электроэнергии на основе биотоплива/топливной древесины, а также твердых бытовых отходов и биогаза в таблице не представлены. Источник: данные Росстата, ПАО «РусГидро»

⁴ Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 года № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» (в редакции постановления Правительства РФ от 28 февраля 2017 года № 240).

Всего в 2018 году, по данным Росстата, в стране эксплуатировалось 182 электростанции с использованием ВИЭ (с малыми ГЭС — 254 станции). Выработка электроэнергии на основе ВИЭ составляла:

- в 2014 году около 720 млн кВт·ч (вместе с малыми ГЭС — почти 1,8 млрд кВт·ч);
- в 2018 году 1377 млн кВт·ч (с малыми ГЭС — более 2,7 млрд кВт·ч)².

То есть за пять лет выработка электроэнергии увеличилась почти в два раза. Установленная мощность станций выросла в 2,2 раза: с 413 до 913 МВт (до 1295 МВт с учетом малых ГЭС) (табл. 1).

Однако КИУМ в связи с изменением структуры выработки электроэнергии на разных типах станций снизился с 0,20 до 0,17 и почти в два раза уступает уровню КИУМ в зарубежных странах (см. выше). Учет малых ГЭС в общей структуре не только нивелирует это снижение, но более того — меняет тренд к снижению на противоположный, при котором КИУМ возрастает в 1,2 раза.

Основная выработка электроэнергии на основе ВИЭ и малых ГЭС сосредоточена в настоящее время в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, причем в ЮФО две трети производства электроэнергии приходится на территорию Крыма с доставшимися в наследство от Украины солнечными электростанциями (рис. 4).

Как следует из табл. 1 и рис. 5, основное изменение в структуре выработки электроэнергии в рассматриваемый период — резкое увеличение, с 9,8 до 27,2 %, доли СЭС (при снижении доли ГеоТЭС с 25,2 до 16,1 %). При этом преобладание доли малых ГЭС в выработке сохранилось, хотя и существенно снизилось (на 8 п. п.).

Электроэнергия на основе биотоплива и ТБО

Согласно информации МЭА, в России энергии на основе биотоплива генерируется крайне мало: 32 млн кВт·ч в 2016 году. Учет выработки электроэнергии станциями с использованием ТБО и биогаза российскими органами статистики специально не ведется. Но о том, что производство ими электроэнергии не так уж и мало, можно судить по выработке электроэнергии московскими станциями, которыми генерируется от 220 до 250 млн кВт·ч.

Данные Росстата о получаемой энергии при сжигании топливной древесины не позволяют судить о ее форме (тепловая, электрическая или совместно). А между тем ее расход при этом существенный — в 2017 году 229 тыс. т у. т., в 2018 году 225 тыс. т у. т. Одновременно форма 4-ТЭР свидетельствует о потреблении в 2018 году 85 тыс. т у. т. биотоплива для производства электроэнергии на ТЭС общего пользования и ДЭС, что эквивалентно получению возобновляемого 200–210 млн кВт·ч при обычном КПД тепловых электростанций (35 %).

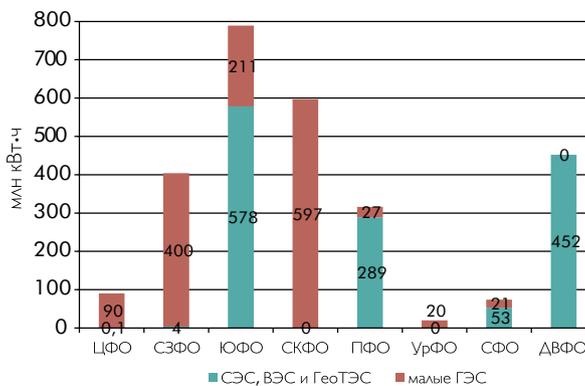


Рис. 4. Дифференциация производства электроэнергии на основе ВИЭ и малыми ГЭС по территории Российской Федерации в 2018 году
Источник: составлено авторами по данным Росстата, АО «Геотерм»

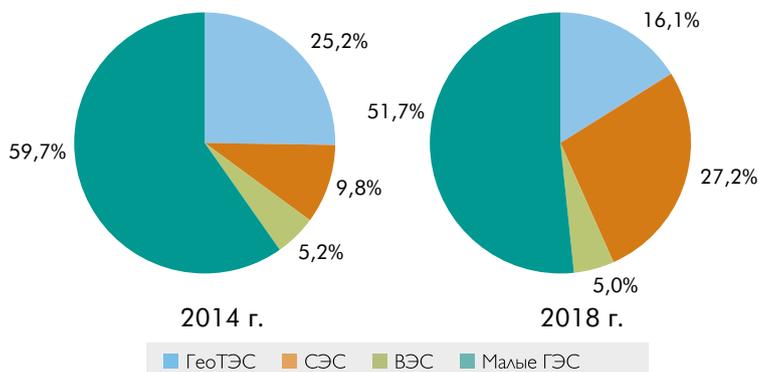


Рис. 5. Структура производства электроэнергии электростанциями, использующими ВИЭ, и малыми ГЭС в России в 2014 и 2018 году
Источник: составлено авторами по данным Росстата, АО «Геотерм»

Несмотря на то, что органы статистики формировали сводные данные по «утилизации (захоронению) ТБО», оценка энергетических эквивалентов сжигаемого мусора в условиях России затруднена. Так, опыт общения со специалистами мусоросжигающих заводов Москвы в рамках работы по формированию ежегодного топливно-энергетического баланса столицы⁵ показал, что эти предприятия рассматривают ресурсы ТБО как объект для уничтожения, а не утилизации в целях получения электрической и тепловой энергии, которые выступают лишь в качестве побочных продуктов этого процесса. Соответственно, теплотворная способность самого мусора в данном случае не оценивается. Вероятно, играет свою роль и качество поступающих на спецзаводы отходов, которые, не будучи надлежащим образом отсортированы, имеют достаточно низкую и сильно варьирующую теплотворную способность. Таким образом, на основе этих отрывочных сведений трудно получить связную, полную картину потребления возобновляемого биотоплива и ТБО на электростанциях России и выработки на этой основе электроэнергии.

⁵ Антонов Н. В., Агафонова Ю. В., Чичеров Е. А., Шилин В. А. Топливо-энергетический баланс — основа перспективного прогнозирования. Энергобаланс Москвы // Энергосбережение. 2020. № 5.

Таблица 2. Объемы и структура вводов генерирующих объектов в пределах ЕЭС по типам на территории страны в период 2019–2025 годов

Федеральный округ	Высокая вероятность реализации объекта, МВт					Меньшая вероятность реализации объекта, МВт					Общий ввод мощности, МВт				
	Малые ГЭС	ВЭС	СЭС	Эл. ст. ТБО Био-ТЭС	Итого	малые ГЭС	ВЭС	СЭС	Эл. ст. ТБО	Итого	Малые ГЭС	ВЭС	СЭС	Эл. ст. ТБО	Итого
Северо-Западный	50	351	0	–	401	0	71	0	–	71	50	422	0	–	472
Центральный	0	0	0	280	280	0	0	0	0	0	0	0	0	280	280
Приволжский	0	677	347	55	1 079	0	0	0	0	0	0	677	347	55	1 079
Южный	0	1 814	457	–	2 271	0	1 116	0	–	1 116	0	2 930	457	–	3 387
Северо-Кавказский	110	313	100	–	523	0	213	0	–	213	110	526	100	–	736
Уральский	0	0	0	–	0	0	0	0	–	0	0	0	0	–	0
Сибирский	0	0	115	–	115	0	0	0	–	0	0	0	115	–	115
Дальневосточный	0	0	215	–	215	0	0	0	–	0	0	0	215	–	215
Всего по России	160	3 154	1 234	335	4 883	0	1 400	0	0	1 400	160	4 554	1 234	335	6 283

Источник: составлено авторами по данным Минэнерго России

Перспективы использования ВИЭ в России

В 2009 году распоряжением Правительства РФ⁶ установлен целевой показатель доли ВИЭ (кроме ГЭС установленной мощностью более 25 МВт) в общей выработке электроэнергии в России, который должен был бы составить в 2020 году 4,5 %⁷. В реальности в 2018 году он оказался на уровне 0,09 % в границах Единой энергосистемы России (ЕЭС)⁸, а в целом по стране с учетом децентрализованной зоны производства электроэнергии — 0,12 %. Достижение данного целевого показателя перенесено на 2024 год, хотя очевидно, что и к этому времени показатель не будет достигнут.

В пользу такого мнения свидетельствует то, что, по данным ОАО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии» (АТС), по результатам отбора проектов ВИЭ в 2018–2019 годах совокупно было принято 42 проекта на 1 127 МВт мощности: 909 МВт на солнечной генерации, 220 МВт ветрогенерации, 48 МВт малой гидрогенерации (с датами начала поставки мощности на 2019–2024 годы). Такой объем вводов вряд ли даст прирост выработки электроэнергии более чем на 1,7 млрд кВт·ч. Вместе с проектами, отобранными АТС в 2017 году, а также с существующими

мощностями ВИЭ выработка электроэнергии на основе использования ВИЭ может составить ориентировочно 8,5–9,0 млрд кВт·ч, то есть не выше 0,8 % от ожидаемой выработки электроэнергии в ЕЭС России в 2024 году (1139 млрд кВт·ч). В свою очередь, последняя по времени Схема и программа развития единой энергетической системы России на 2019–2025 гг. (СиПР ЕЭС)⁹, содержащая перспективные планы строительства электростанций на основе использования ВИЭ и биотоплива, демонстрирует несколько более оптимистичную картину (табл. 2).

Планируется, что в зоне ЕЭС России суммарная мощность новых вводов электростанций на основе ВИЭ и биотопливе (дословно «с высокой вероятностью реализации») составит в период 2019–2025 годов 4,7 ГВт¹⁰, а с учетом малых ГЭС — почти 4,9 ГВт. Возможно, к ним добавятся еще вводы мощностей ВЭС на 1,4 ГВт, которые имеются в планах «собственников по строительству генерирующего оборудования» и пока «не учитываются в расчетах режимно-балансовой ситуации в ЕЭС» на указанные годы. Фактически это означает, что они имеют меньшую вероятность реализации (см. табл. 2), чем первые (например, по ним нет заключенных договоров по поставке мощности). Общая же выработка уже работающих и новых электростанций с использованием ВИЭ, включая электростанции на ТБО, и малых ГЭС может достигнуть в 2025 году примерно 15 млрд кВт·ч (1,3 % от общей выработки) при установленной мощности 7,6 ГВт. Объемы выработки электроэнергии сместятся по сравнению с существующим положением (рис. 5) в сторону ВЭС и СЭС (рис. 6).

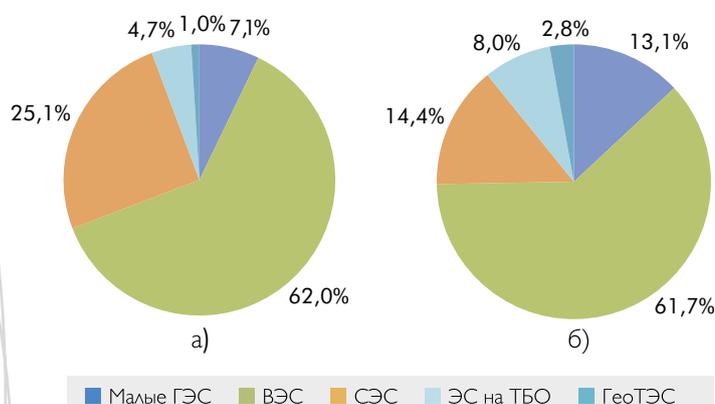


Рис. 6. Ожидаемая структура а) установленной мощности и б) производства электроэнергии ВИЭ и малыми ГЭС по территории Российской Федерации в 2025 году
Источник: составлено авторами по данным Росстата, ПАО «РусГидро» и Минэнерго России

⁶ Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 года № 1-р «Основные направления государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.».

⁷ Эта доля была принята без проведения серьезных технико-экономических обоснований на макро- и мезоуровне уровне, можно назвать данную оценку экспертной.

⁸ По данным отчета АО «СО ЕЭС» за 2018 год, общая выработка электроэнергии станциями на ВИЭ, работающими в централизованной зоне, составила 976,2 млн кВт·ч.

⁹ Утверждена приказом Минэнерго России от 28 февраля 2019 года № 174.

¹⁰ Общая мощность СЭС и ВЭС с учетом уже работающих в централизованной зоне составит на конец 2025 года в ЕЭС России 5,42 ГВт.



СЕЙМАРТЕК

**14 АПРЕЛЯ
2021 ГОДА**

RADISSON BLU HOTEL | ЧЕЛЯБИНСК



**SEYMARTEC
ENERGY**

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
ПРОИЗВОДСТВА — 2021**

Контакты: +7 499 638-23-29 | info@seymartec.ru | <https://seymartec.ru>

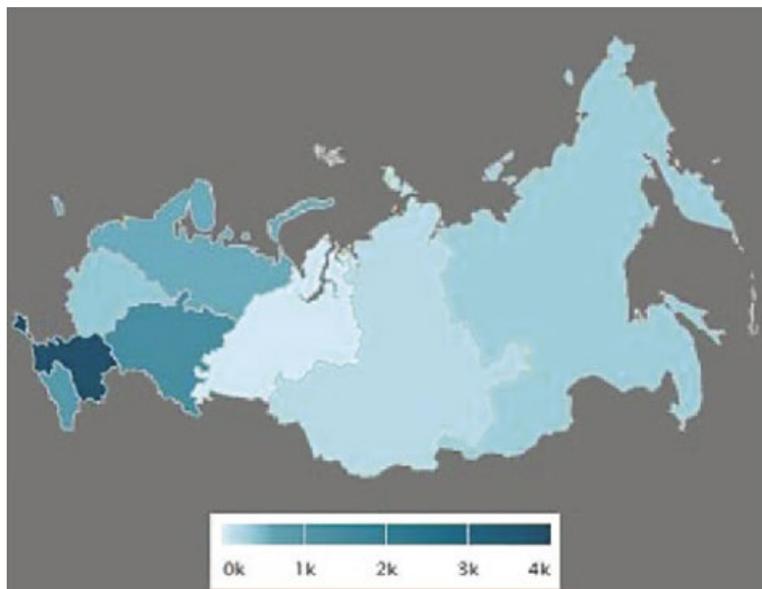


Рис. 7. Ожидаемое размещение мощностей объектов генерации на основе ВИЭ и малых ГЭС по территории Российской Федерации в 2025 году
 Источник: составлено авторами по данным Росстата, ПАО «РусГидро» и Минэнерго России

Таким образом, объемы использования ВИЭ и малых ГЭС резко увеличатся, причем отнюдь не в изолированных и удаленных районах, где их применение оправданно в первую очередь. При кратном увеличении объемов применения рассматриваемых электростанций во всех федеральных округах¹¹ произойдет дальнейшая их концентрация на юге страны. По планам, на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов будет сосредоточено почти 64 % установленной мощности и более 62 % общей выработки электроэнергии, тогда как в 2018 году — соответственно 49 и менее 55 % (рис. 7). Пятерку лидеров по установленной мощности сформируют: Ростовская область (16,5 % от итога), Крым (15,2 %), Ставропольский и Краснодарский края (соответственно 8,8 и 7,7 %), Ульяновская область (5,4 %), вместе — более половины совокупной мощности. А с Мурманской, Астраханской и Оренбургской областями на них придется ровно две трети установленной мощности и примерно столько же выработки электроэнергии с использованием ВИЭ.

Проблема спроса на электроэнергию

Планируемые к вводу мощности электростанций на ВИЭ и малых ГЭС будут существовать в условиях текущего и перспективного крайне низкого роста спроса на электроэнергию¹² и избытка мощностей в ЕЭС страны, который достигается в последние годы, по разным оценкам, включая

СиПР ЕЭС, огромной цифры: 20–30 ГВт. Такой избыток возник в основном из-за ошибок в прогнозе спроса на электроэнергию и мощность в процессе реформирования электроэнергетики России, завышенных прогнозных оценок роста экономики страны в государственных стратегических документах¹³. Необходимо учитывать, что все затраты на строительство и эксплуатацию избыточных мощностей, а также очень высокие затраты на новые электростанции на ВИЭ, которые добавятся к этим избыткам, в итоге включаются в тариф на электроэнергию, по которому будут вынуждены платить конечные потребители, в том числе через бюджет страны (тоже конечный потребитель).

Об объемах планируемых затрат на источники генерации с использованием ВИЭ свидетельствуют следующие цифры, приводимые в СиПР ЕЭС: инвестиции в строительство электростанций всех типов в прогнозных ценах (с учетом НДС) за период 2019–2025 годов в зоне ответственности ЕЭС России составят почти 1,6 трлн рублей, из них более четверти (!) придется на ввод СЭС и ВЭС (4,4 ГВт). И это притом что их участие в приросте выработки электроэнергии будет минимальным (10–12 %). В свою очередь, по данным ассоциации «НП Совет рынка», стоимость электроэнергии, произведенной в 2018 году ветроустановками, составила 8,97 руб./кВт·ч, объектами солнечной генерации — 9,05 руб./кВт·ч и биогазовыми станциями — 9,60 руб./кВт·ч. Это дороже средневзвешенной цены электрической энергии, произведенной на традиционных источниках, почти в 4,5 раза. Самая дешевая электроэнергия оказалась у единственного генерирующего источника, работающего на биомассе (Вологодская область), — 3,78 руб./кВт·ч, что также в 1,8 раза превышало средневзвешенную цену электрической энергии, произведенной на традиционных источниках.

В связи с этим, по нашему мнению, по-прежнему остается открытым вопрос о необходимых масштабах и эффективности широкого применения ВИЭ в электроэнергетике обжитых и имеющих избытки мощности регионов России. Возможно, имеет смысл не форсировать практически повсеместное развитие ВИЭ на сегодняшней элементной базе, а дождаться в ближайшие несколько лет принципиальных изменений в технологии производства электроэнергии на основе ВИЭ и ее аккумуляции, как это произошло в случае внедрения энергоэффективных источников света (Россия «перепрыгнула» этап внедрения компактных люминесцентных ламп и перешла сразу к массовому внедрению кратно более эффективных светодиодных примерно с той же ценой).

ЭС

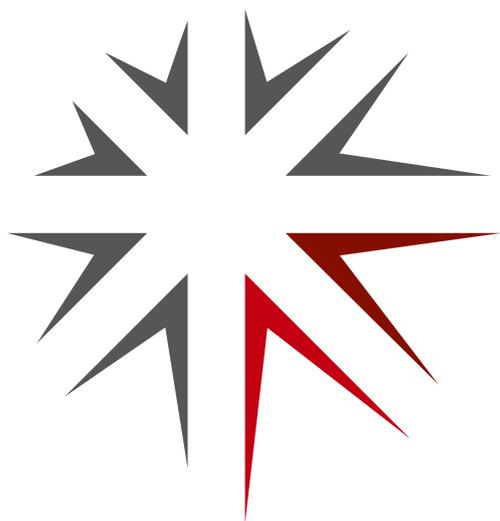
¹¹ Кроме УрФО, практически свободного от этих источников генерации.

¹² За последнее десятилетие ежегодный темп прироста спроса на электроэнергию в ЕЭС России составил 0,64 %, а в период 2019–2025 годов ожидается на уровне 1,3 %.

¹³ Например, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, разработанной Минэкономразвития России в 2008 году (утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 года № 1662-р).

21-23
АПРЕЛЯ 2021

КЛЮЧЕВАЯ
ПЛОЩАДКА
СФЕРЫ ТЭК



РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РМЭФ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

 **ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



 **МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

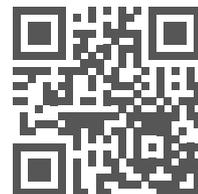
ENERGYFORUM.RU
rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб.2626

EXPOFORUM

ENERGETIKA-RESTEC.RU
energo@restec.ru
+7 (812) 303 88 68

 **РЕСТЭК®**
выставочное объединение

18+



Энергетические платформы

с использованием цифровых модульных подстанций и энергоблоков

Роберт Шульга, кандидат технических наук, ВЭИ-филиал ФГУП «РФЯЦ ВНИИТФ»;
Александр Петров, кандидат технических наук, ВЭИ-филиал ФГУП «РФЯЦ ВНИИТФ»;
Александр Хренников, доктор технических наук, АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Статья печатается с разрешения журнала «Энергия единой сети» № 3 (52), 2020
https://xn----glcfcctdc4bhov0as6psb.xn--p1ai/images/3-52/007_Shulga_NTC_EES_3_52.pdf

Современные инновационные системы автономного энергоснабжения должны гарантировать надежность функционирования, иметь высокое быстродействие (от 20 мс и вплоть до 5 мс), осуществлять непрерывный контроль целого ряда функциональных параметров системы (уровень зарядки аккумуляторов, их состояние, количество топлива в генераторе, уровень и давление масла в нем и т.д.).

Электроэнергетика России и мира, хотя и является наиболее консервативной и одной из старейших отраслей промышленности, переживает существенные изменения, связанные с использованием не только новых технологий, но и идеологий построения и развития, объединяя традиционную (ТЭС, ГТЭС, ГПЭС) и нетрадиционную энергетику (ВИЭ, АЭС, АСММ и др.) в составе централизованных и локальных энергосетей [1, 2], переходя от автоматизации в виде АСУТП к цифровизации, а затем к нейронным сетям [3], от стационарных к модульным (контейнерным) подстанциям в виде цифровых подстанций и электростанций [4]. Если нетрадиционная энергетика, несмотря на определенные ограничения по надежности, стоимости, землеотводу, позволяет отчасти ограничить риск потепления на планете, то цифровизация должна облегчить трудозатраты, заменить человека на рабочем месте искусственным интеллектом, повысить надежность, ликвидировав ошибки персонала, недопустимые особенно в энергетике и на других ответственных производствах. Модульность любых объектов, причем и конструктивная, и технологическая, и функциональная, становится приоритетной в части не только снижения затрат, но и создания унифицированных блоков энергосистемы, которые могут придать ей новые качества. Например, прогресс силовой электроники в конце XX века привел к созданию FACTS — гибких электропередач переменного тока, которые, пусть и немного, но повысили управляемость и устойчивость электросетей [4]. Функциональные модули в виде накопителей электроэнергии (НЭЭ) являются основой применения ВИЭ наряду с традиционными базисными источниками электроэнергии. Конструктивная модульность блоков позволяет существенно удешевить и ускорить строительство и ввод в эксплуатацию энергоблоков (до 20 %) [5], а также унифицировать конструктивно-технические решения на этапах разработки, проектирования и эксплуатации с использованием цифровых двойников любого изделия и комплекса. Например, применение функциональных модулей дает возможность унифицировать и стандартизировать любую разработку путем формирования цифровых двойников, что хорошо согласуется с созданием боевых наземных, воздушных, надводных и других платформ с разного рода функциональными модулями.

Энергетической платформой для автономной и распределенной энергетики является система автономного энергоснабжения (САЭ), а функциональными модулями — источники генерации (энергоблоки) и подстанции либо их разновидности в виде отдельных устройств контейнерного (заводского) исполнения, которые предполагают любую степень базирования и связь между собой силовыми воздушными (ВЛ), кабельными линиями (КЛ), а также сигнальными и/или оптоволоконными линиями для управления, защиты, автоматизации, мониторинга и др.

Цель настоящей статьи состоит в формировании облика САЭ в составе цифровых модульных подстанций переменного (ЦМП АС) и постоянного (ЦМП DC) тока, а также энергоблоков с традиционными и возобновляемыми источниками. Структура САЭ и виды оборудования приведены на рис. 1 и касаются в основном мощностей до 10–100 МВт напряжением до 10–100 кВ, то есть малой и распределенной энергетики. Если традиционные и возобновляемые источники достаточно подробно описаны в литературе, то ЦМП АС и особенно ЦМП DC недостаточно освещены.

Преимущества и недостатки ЦМП АС и ЦМП DC приведены на рис. 2. Они широко освещены в литературе [см., напр. 6] и отражают мировую тенденцию возврата к построению сетей постоянного тока (см. материалы последних сессий CIGRE, статью В. М. Перминова, М. Г. Тягунова [1] и доклад Н. Д. Роголёва, В. В. Молодюка [2]).



Обозначения: АС — переменный ток; ДГУ — дизель-генераторное устройство; ГТУ — газотурбинное устройство; ГПУ — газопоршневое устройство; АСММ — атомная станция малой мощности; ДС — постоянный ток; ТР — трансформатор; КРУ — комплектное распределительное устройство; ЦДТН — цифровой датчик тока и напряжения; РЗА — релейная защита и автоматика; СТК — статический тиристорный компенсатор; ВЭУ — ветровая электроустановка; ФЭУ — фотоэлектрическая установка; В, И — выпрямитель, инвертор; НЭЭ — накопители электроэнергии; С, СК — конденсатор, суперконденсатор; АБ — аккумуляторная батарея; ЛИА — литий-ионный аккумулятор; ТЭ — топливный элемент; САУК — система автоматического управления комплекса; ЛО, КО — лазерное и кинетическое оружие.

Рис. 1. Структура САЭ с использованием источников, ЦМП АС и ЦМП ДС

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦМП АС

1. Освоено технологически.
2. Дешевле на 20–30 %, чем ДС.
3. Укомплектованы АС выключателями.

НЕДОСТАТКИ ЦМП АС

1. Морально устарела схемотехника.
2. Повышенные потери.
3. Недостаточная управляемость, устойчивость.
4. Недостаточная живучесть, помехоустойчивость, мобильность.
5. Нет накопителей, недостаточное резервирование фаз.
6. Пониженный ресурс источников.
7. Повышенный расход топлива.
8. Плохо стыкуется с ВИЭ и НЭЭ.
9. Не стыкуется с ЛО и КО.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦМП ДС

1. Полная управляемость, устойчивость.
2. Пониженные потери.
3. Повышенная живучесть, помехоустойчивость, мобильность.
4. Есть накопители, достаточное резервирование полюсов.
5. Повышенный ресурс источников.
6. Пониженный расход топлива.
7. Не нужны ДС выключатели.
8. Хорошо стыкуется с ВИЭ и НЭЭ.
9. Хорошо стыкуется с ЛО и КО.

НЕДОСТАТКИ ЦМП ДС

1. Недостаточно освоено технологически.
2. Недостаточная база IGBT приборов, ДС выключателей, ДС кабелей.
3. Дороже, чем АС оборудование, на 20–30 %.

Рис. 2. Преимущества и недостатки ЦМП АС и ЦМП ДС
Обозначения: см. рис. 1

Цели настоящей статьи показаны на рис. 3, причем первый пункт касается наработок ВЭИ в части САЭ, второй пункт — реализации типичного одного присоединения комплектного распределительного устройства (КРУ) к шине процесса по IEC 61850, связанного с измерением, управлением и передачей сигналов на шину станции, последующие пункты отражают реализацию наработок ВЭИ и других организаций относительно ЦМП DC контейнерного исполнения, включая преобразователи тока, напряжения, частоты, НЭЭ водородного и электрохимического типа. Из-за ограниченного объема статьи наработки по выключателям постоянного тока, системам управления и другим элементам САЭ не представлены.

- 1 Разработка САЭ и ЦМП AC и DC контейнерного исполнения на мощности до 10–100 МВт, напряжение до 10–110 кВ.
- 2 Разработка ЦМП AC на базе IEC 61850 с ЦДТН, микропроцессорной РЗА и системой управления (САУ), двумя шинами: процесса и станции.
- 3 Разработка ЦМП DC на базе IEC 61850 с микропроцессорной СУРЗА.
- 4 Разработка и применение НЭЭ 1 МВт 3МВт·ч на ЛИА контейнерного исполнения.
- 5 Разработка и применение водородного НЭЭ с ТЭ 50 кВт контейнерного исполнения.

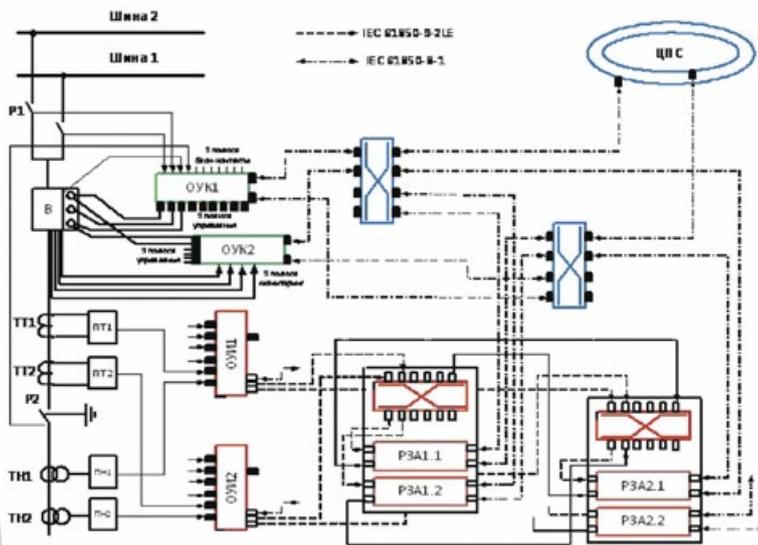
Рис. 3. Задачи в части разработки САЭ (1), ЦМП AC (2), ЦМП DC (3), НЭЭ с ЛИА (4), НЭЭ с ТЭ (5) Обозначения: см. рис. 1

Цифровые модульные подстанции переменного тока (ЦМП AC)

ЦМП AC базируются на внедренной в практику ОАО «Россети» концепции «Цифровая подстанция» [7], учитывающей стандарты IEC 61850, smart-технологии, ГОСТы, РД, СТО, приказы и руководящие документы РАО «ЕЭС России» и АО «ФСК ЕЭС». За прошедшее десятилетие указанная концепция внедрена на многих подстанциях и станциях в РФ и за рубежом, претерпела ряд трансформаций [8, 9] и продолжает изменяться в части резервирования, применения устройств FACTS, НЭЭ, интеллектуальных устройств LED и др. Наиболее перспективным направлением цифровизации представляется замена устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) на компьютерное программное обеспечение (ПО), например, разрабатываемое в НГТУ им. Р. Е. Алексеева, однако, требования надежности, безопасности, резервирования пока ограничивают реализацию подобного подхода.

На рис. 4 приведена архитектура шин по протоколу IEC 61850 для одного присоединения с применением традиционных датчиков тока и напряжения электромагнитного типа [8], использующих преобразователи тока и напряжения (соответственно ПТ, ПН), объединяющие устройства измерения и команд (соответственно ОУИ и ОУК) для управления работой выключателя (В).

Структурная схема и фотография разработанных в ВЭИ цифровых датчиков тока и напряжения (ЦДТН) на классы напряжения 35–110 кВ приведены на рис. 5 [10]. ЦДТН состоит из трех модулей: измерительного модуля (ИМ) на высоком потенциале, опорного изолятора со встроенным датчиком напряжения (ДН) и коммуникационного устройства (КМ) на потенциале земли. ИМ содержит оптический источник питания (фотодиод), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и блок питания (аккумулятор). Датчиками тока являются катушки Роговского (для цепей измерения и релейной защиты), а датчиком напряжения — RC-делитель напряжения, сигналы которых поступают на входы АЦП. ИМ и КМ связаны оптическим каналом, по которому на ИМ передаются питание АЦП (мощность до 2 Вт) и сигналы управления, а от ИМ на КМ — измеренные значения тока и напряжения. Последние, по протоколу IEC 61850–9-2 LE, передаются на шину процесса ЦПС (см. рис. 4). КМ содержит лазерный источник питания, коммуникационный контроллер, блок синхронизации и блок питания и является объединяющим устройством для трех фаз одного присоединения.



Обозначения: В — выключатель; ЦПС — цифровая подстанция; Р1 — разъединители; Р2 — заземлитель; ТТ1, ТТ2 — трансформаторы тока; ТН1, ТН2 — трансформаторы напряжения; ПТ1, ПТ2 — преобразователи тока; ПН1, ПН2 — преобразователи напряжения; ОУИ1, ОУИ2 — объединяющие устройства измерения; ОУК1, ОУК2 — объединяющие устройства команд; РЗА1.1, РЗА1.2 — терминалы шкафа 1 РЗА; РЗА2.1, РЗА2.2 — терминалы шкафа 2 РЗА.

Рис. 4. Архитектура шин по протоколу IEC 61850 для одного присоединения

Основным устройством первичного оборудования ЦМП АС являются КРУ напряжением 10–35 кВ. На рис. 6 показано модульное КРУ 10 кВ типа Premset [11] с использованием твердой экранированной изоляции токопроводов и комплектующих элементов. Главный элемент КРУ — коммутационный аппарат, обычно в виде вакуумного выключателя с пружинным приводом, совмещенного с разъединителем и заземлителем. Датчики тока и напряжения преимущественно электромагнитного или электронного типа присоединяются через адаптеры к коммутационному аппарату. В верхней части КРУ устанавливается микропроцессорный терминал управления и защиты, а также блоки мониторинга и испытания кабелей. Модульные КРУ выпускаются всеми известными фирмами и широко применяются для контейнерной установки благодаря компактности, удобству обслуживания, безопасности и ремонтпригодности. Наиболее важными проблемами обеспечения надежности работы таких КРУ являются контроль комбинированной изоляции кабелей, токопроводов и элементов, особенно в КРУ 35 кВ [12, 13].

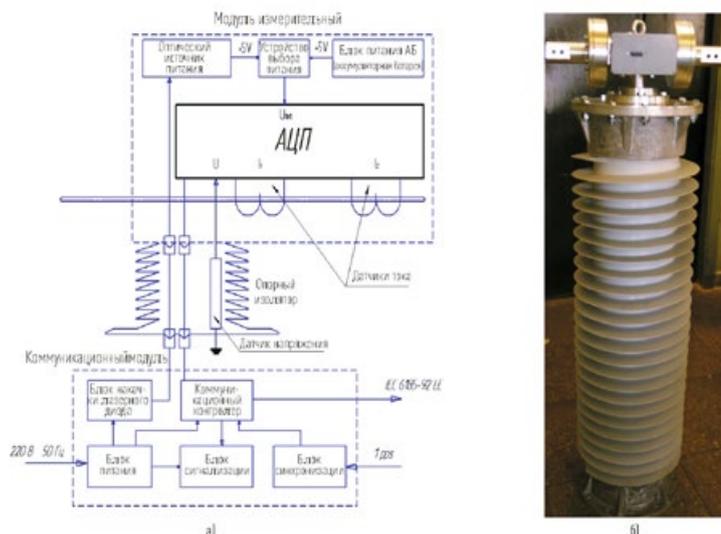


Рис. 5. ЦДТН: А) структурная схема, Б) фотография [10]



Внешний вид контейнера СТК 35 кВ с использованием КРУ и устройств FACTS на основе тиристоров и приборов IGB

На фото в виде примера показан внешний вид контейнера СТК 35 кВ с использованием вышеописанных КРУ, а также устройств FACTS на основе тиристоров и приборов IGBT [14]. Указанные устройства позволяют устранить недостатки в части компенсации реактивной мощности, стабилизации и симметрирования напряжения, повышения пропускной способности, устойчивости и управляемости, особенно присущих локальным сетям при наличии ВИЭ. Контейнерное исполнение показано на примере СТК 35 кВ [14].

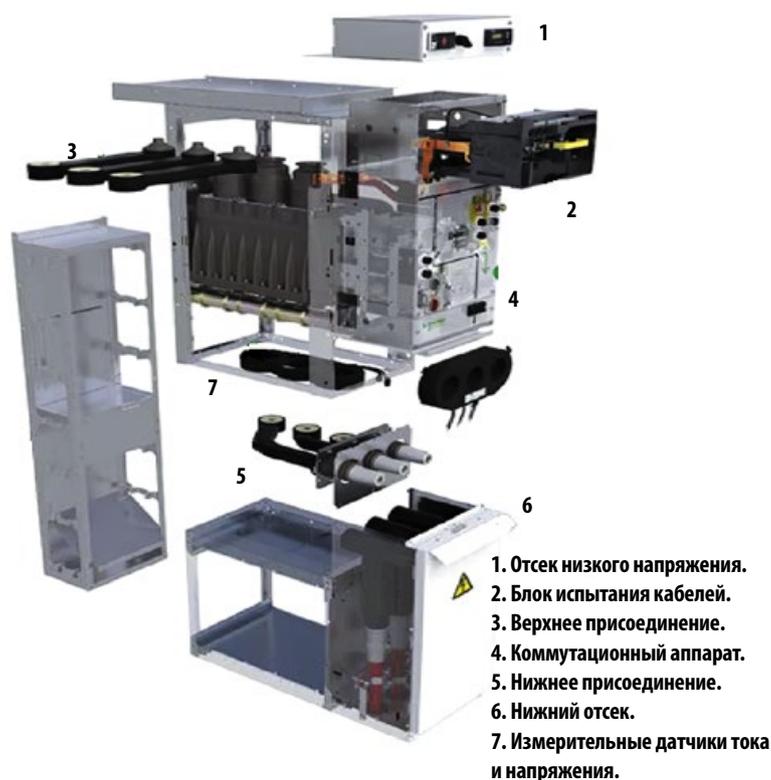
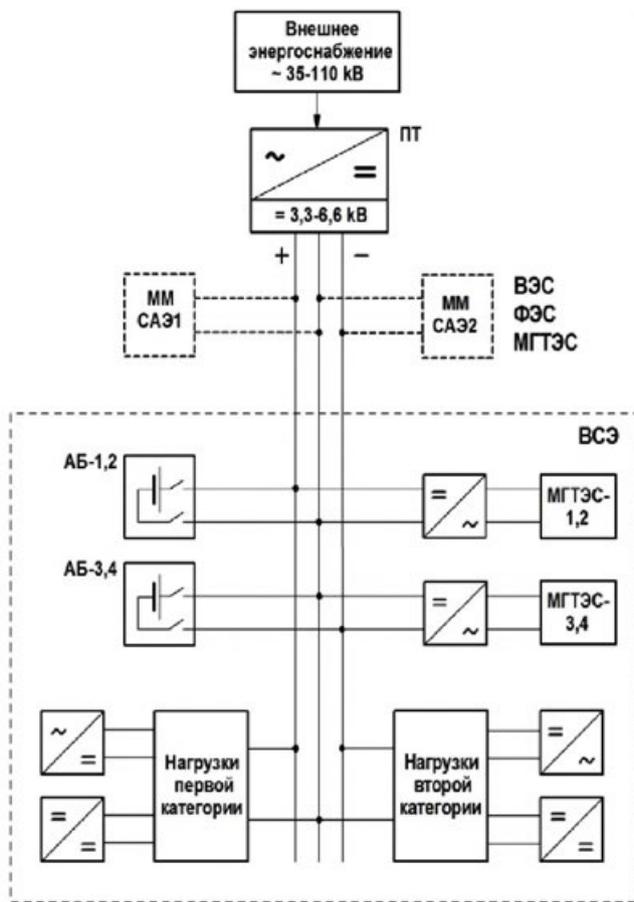


Рис. 6. Модульное КРУ 10–35 кВ с твердой экранированной изоляцией [11]

Цифровые модульные подстанции переменного тока (ЦМП DC)

ЦМП DC по принципу действия являются дискретными и цифровыми с использованием микропроцессорных систем управления, регулирования, защиты и автоматики (СУРЗА). Если раньше на их основе строились передачи и вставки DC, то в настоящее время для организации надежного энергоснабжения больших систем проектируются сети DC вплоть до напряжений 500 кВ, создаваемые в Китае. Для локальных сетей, особенно с использованием ВИЭ, приходится применять НЭЭ разных типов и мощностей, которые могут работать только на постоянном токе, что стимулирует применение ЦМП DC.

На рис. 7 приведена структура модульной стационарной САЭ, которая питается от внешней сети АС 35–110 кВ и через управляемый выпрямитель (В), нагруженный на биполярный кабель DC, питает внутреннюю систему энергоснабжения (ВСЭ), которая может быть как наземной, так и подземной (подводной). Наряду с основным в составе ВСЭ имеется резервное энергоснабжение в виде модульной микрогазотурбинной электростанции (МГТЭС) либо модульной дизельной электростанции (МДЭС), которые через преобразователи АС/DC подключены к биполярному кабелю наряду с НЭЭ в виде аккумуляторной батареи и обеспечивают питание нагрузок при нарушении питания от внешней сети и источников ВСЭ. В состав САЭ могут также входить мобильные модульные САЭ, питаемые от источников ВИЭ (ВЭС, ФЭС) или традиционных источников (МГТЭС или МДЭС). МГТЭС в силу компактности лучше подходят для мобильных САЭ, однако повышенный расход топлива зачастую ограничивает их применение. Использование системы DC позволяет снизить потери в кабелях, длина которых может быть любой, а главное, обеспечивает гарантированное питание нагрузок, так как при пропадании одного из полюсов другой полюс форсируется по току, сохраняя бесперебойное энергоснабжение. Нагрузки ВСЭ, в свою очередь, могут подключаться через преобразователи DC/AC (инверторы) и преобразователи DC/DC, что позволяет упростить схемы собственных нужд и оперативного питания ВСЭ.



Обозначения: ММ — мобильный модуль; ВЭС — ветровая электростанция; ФЭС — фотоэлектрическая станция; МГТЭС — микрогазотурбинная электростанция; АБ — аккумуляторная батарея; ВСЭ — внутренняя система электроснабжения; ПТ — управляемый выпрямитель постоянного тока.

Рис. 7. Структура модульной стационарной САЭ

На рис. 8 в компактной форме приведены характеристики живучести, помехоустойчивости и мобильности САЭ на основе ЦМП DC, которые позволяют, несмотря на большие затраты сравнительно с ЦМП АС, обеспечить практически бесперебойное и качественное энергоснабжение потребителей.

На рис. 9 показаны фотографии преобразователей частоты (ПЧ), напряжения и тока на приборах IGBT, а также акустические характеристики ПЧ мощностью 212 кВт, позволяющих существенно снизить шумы в мобильных модулях, что важно в гражданских и военных приложениях.

На рис. 10 применительно к водородному топливному элементу (ТЭ), который может использоваться в качестве НЭЭ, приведены: а) внешний вид; б) структурная схема. Применение ТЭ оправдано высоким КПД на уровне 50 %, отсутствием вредных выбросов, возможностью работы при низких температурах, быстрым стартом, однако недостатки связаны с высокой степенью очистки водорода от примесей, ограниченным ресурсом мембраны в твердополимерном ТЭ.

ЖИВУЧЕСТЬ:

- Разнесение ММ САЭ от ВСЭ на большое расстояние (1–10 км) и отключение внешнего энергоснабжения при его отказе.
- При коротком замыкании одного полюса его отключение и форсировка по току другого полюса.
- При электромагнитном импульсе, ядерном взрыве и др. перевод ВСЭ на внутреннее питание и отключение внешнего энергоснабжения.
- Мониторинг состояния разнесенных объектов по ВОЛС.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ:

- Кабели подземные (подводные) экранированные и заземленные.
- Отключение любого источника в одном из полюсов или целого полюса, компенсируется форсировкой по току другого полюса.

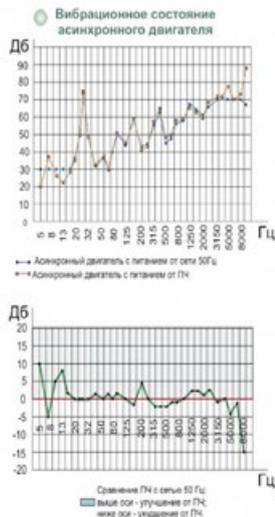
МОБИЛЬНОСТЬ:

- Все элементы — контейнеры на колесах или на платформах.
- Разнесение наземных (надводных), подземных (подводных) объектов.
- Связь по ВОЛС (вмонтирована в силовой кабель) дублируется другими радиоканалами.
- Кабели стыкуются герметичными разъемами.

Рис. 8. Характеристики живучести, мобильности и помехоустойчивости САЭ

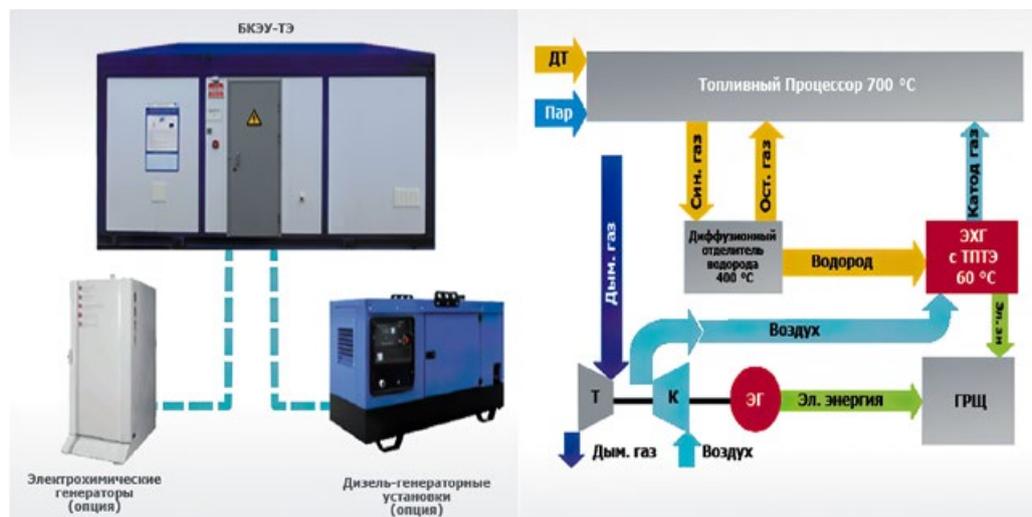


ПЧ 212 кВт



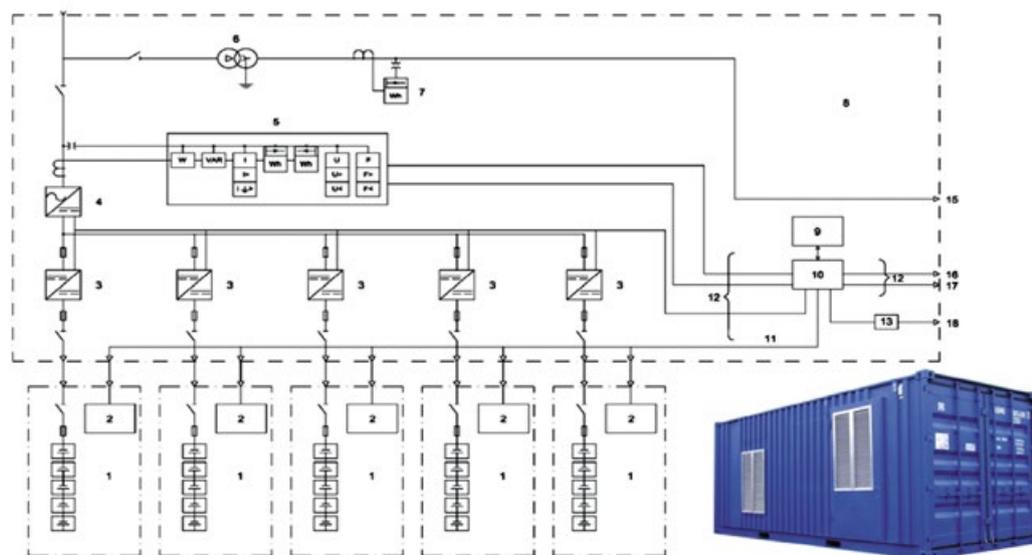
ПЧ 5 МВт

Рис. 9. Образцы преобразователей напряжения, тока и частоты (ПЧ) разной мощности, а также акустические характеристики асинхронных двигателей с учетом ПЧ 212 кВт



Обозначения:
 ДТ – дизельное топливо;
 Т – турбина;
 К – компрессор;
 ЭГ – электрогенератор;
 ГРЩ – групповой распределительный щит;
 ЭХГ – электрохимический генератор;
 ТПТЭ – твердполимерный топливный элемент.

Рис. 10. Структура контейнерного НЭЭ на основе водородного ТЭ [15]



Обозначения:
 1. модуль ЛИА;
 2. система контроля и управления СКУ-модуля;
 3. преобразователь DC-DC;
 4. преобразователь DC-AC;
 5. измерители;
 6. трансформатор;
 7. счетчик;
 8. контейнер;
 9. уставка;
 10. контроллер;
 11, 12. кабели;
 13. защита;
 14–18. внешние присоединения.

Рис. 11. Структурная схема контейнерного НЭЭ на основе ЛИА [16]

На рис. 11 приведена структурная схема контейнерного НЭЭ на основе литий-ионного аккумулятора (ЛИА) мощностью 1 МВт энергоемкостью 3 МВт·ч [16], который обеспечивает гарантированное энергоснабжение САЭ при исчезновении питания. Основными элементами являются модули ЛИА-1 мощностью 200 кВт, которые контролируются и управляются с помощью блоков СКУ. Согласование напряжений шины питания и модулей ЛИА осуществляется с помощью преобразователей DC-DC (3), выход которых связан с входом инвертора DC-AC (4). Измерители (5) контролируют выдаваемую мощность, напряжение и ток НЭЭ, который через трансформатор (6) связан с нагрузкой переменного тока. Если НЭЭ работает по схеме, где инвертор и трансформатор отсутствуют, то это существенно упрощает и удешевляет НЭЭ.

Области применения ЦМП AC и ЦМП DC характеризуются областями, показанными на рис. 12. Они зависят от наличия рынка комплектующих и заказчиков. При этом важное значение приобретают вопросы цифровизации, создания цифровых двойников, унификации и стандартизации, наличия испытательной базы и др.

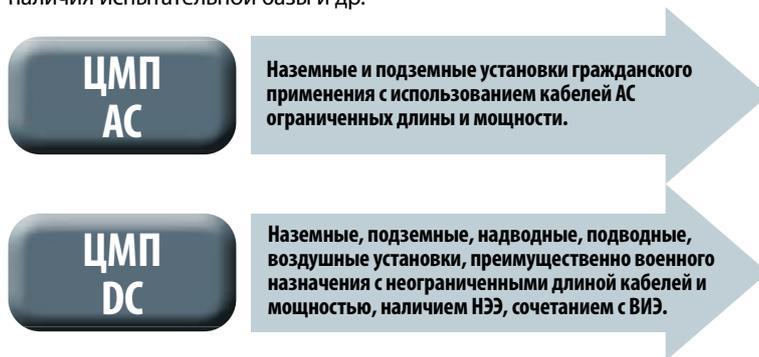


Рис. 12. Области применения ЦМП AC и ЦМП DC

Выводы

Предлагается универсальная энергетическая платформа мощностью 10–100 МВт, напряжением 10–110 кВ на базе ЦМП DC с внедрением в системы внутреннего и внешнего энергоснабжения гражданского и военного применения.

Использование ЦМП DC позволяет в два раза повысить надежность энергоснабжения, пропускную способность, управляемость и устойчивость по сравнению с ЦМП AC.

Применение ЦМП DC позволяет осуществить мобильное исполнение и реализовать САЭ повышенной устойчивости применительно к природным и техногенным воздействиям, а также к электромагнитному импульсу.

Тиражирование ЦМП DC воздушного, надводного и наземного исполнения для разной мощности и разного напряжения позволит существенно удешевить производство и эксплуатацию за счет унификации и стандартизации комплектующих.

ЦМП DC обеспечит повышенную живучесть, помехоустойчивость, мобильность. ЦМП DC позволит создать единую энергетическую платформу наземного, водного и воздушного базирования, в том числе арктического исполнения. **ЭС**

Литература

1. Перминов В. М., Тягунов М. Г. К вопросу о структуре энергетики будущего // Энергия единой сети. 2019. № 5 (48). С. 10–28.
2. Роголев Н. Д., Молодюк В. В. Проблемы развития электроэнергетики России и пути их решения // XXVIII Международная научно-техническая конференция ТРАВЕК «Перспективы развития электроэнергетики и высоковольтного электротехнического оборудования». Москва. 7–8 ноября 2018 г.
3. Шульга Р. Н., Путилова И. В. Мультиагентные системы постоянного тока с использованием ВИЭ и водородных топливных элементов // Альтернативная электроэнергетика и экология (ISJAE). 2019. № 4–6. С. 65–82.
4. Шульга Р. Н. Контейнерные подстанции среднего напряжения // Новости электротехники. 2018. № 2 (110). С. 16–20.
5. Шульга Р. Н. Распределенная генерация с использованием ВИЭ в составе мультиагентных систем постоянного тока // Энергосбережение и водоподготовка. 2017. № 5 (109). С. 58–69.
6. Шульга Р. Н. Комплексы электрооборудования переменного и постоянного тока для автономной и распределенной генерации // Энергия единой сети. 2019. № 5 (48). С. 42–50.
7. Дорофеев В. В., Моржин Ю. И. Разработка концепции «Цифровая подстанция». М. 2010. 238 с.
8. Мокеев А. В., Ульянов Д. Н., Бовыкин Б. Н., Хромцов Е. И. Многофункциональные устройства для цифровых подстанций // Энергия единой сети. 2019. № 6 (49). С. 8–16.
9. Шаров Ю. В. и др. Цифровизация контроля текущего состояния и предиктивной диагностики турбогенераторов на электростанциях // Энергия единой сети. 2019. № 6 (49). С. 18–30.
10. Шульга Р. Н., Змиева К. А., Должиков Е. Ю., Тимофеев Е. М. Датчики тока и напряжения для цифровых подстанций нового поколения // Электро. 2012. № 5. С. 33–36.
11. Каталог Preset распределительных устройств среднего напряжения. URL: <http://www.se.com.ru> (дата обращения 20.02.2020).
12. Шульга Р. Н., Шульга А. Р., Ковалев Д. И., Хренов С. Н. Разработка концепции систем управления и мониторинга комплектных распределительных устройств среднего напряжения с твердой изоляцией // Электротехника. 2017. № 8. С. 39–45.
13. Шульга Р. Н., Шульга А. Р., Ковалев Д. И., Мирзабекян Г. З., Вариводов В. Н. Некоторые особенности применения твердой изоляции из сшитого полиэтилена на постоянном и переменном токе // Электротехника. 2016. № 8. С. 39–45.
14. Аксенов В. В., Чуприков В. С. Устройства симметрирования напряжения в электрических сетях // Энергоэксперт. 2019. № 3. С. 40–45.
15. Опыт создания энергоустановки с топливными элементами. URL: http://www.sozvezdye-forum.ru/assets/files/Presentation_2016/Session%202/Alekseev.pdf (дата обращения 20.02.2020).
16. Шульга Р. Н., Боровиков П. В., Степичев М. М., Риэр Б. А., Гетманова Н. Ю. Накопитель электроэнергии на основе литий-ионных аккумуляторов мегаваттного класса мощности // Электро. 2017. № 3. С. 38–44.
17. Khrennikov A. Y., Kuvshinov A. A., Shkuropat I. A. Providing Reliable Operation of Electric Networks. New York: Nova Publishers, 2019.
18. Хренников А. Ю. Высоковольтное оборудование в электротехнических системах: диагностика, дефекты, повреждаемость, мониторинг. Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2019.
19. Хренников А. Ю., Александров Н. М. Оценка механического состояния обмоток силовых трансформаторов // Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции «Динамика нелинейных дисретных электротехнических и электронных систем». Чебоксары. 7 июня 2019 г. С. 378–382.
20. Александров Н. М., Хренников А. Ю., Кувшинов А. А. Автоматизация и цифровизация при электродинамических испытаниях силовых трансформаторов на сетевых стендах с высоковольтным силовоточным полупроводниковым ключом // Международная конференция «Автоматизация и ИТ в энергетике». МФЭС 2019. Выставка «Электрические сети России». Москва, 3–6 декабря 2019.



XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

21–23
апреля
2021

EXPOFORUM

Тел.: +7 (812) 240 4040
energetika@expoforum.ru



Тел.: +7 (812) 320 6363 (доб. 403)
energo@restec.ru



www.energetika-restec.ru

Обновление средств

ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ



Михаил Шамис, кандидат технических наук, генеральный директор ЗАО «ЭнЛАБ»;
Фёдор Иванов, заместитель технического директора ЗАО «ЭнЛАБ»

В последние годы большую популярность среди специалистов-электроэнергетиков приобрел программный симулятор PSCAD для моделирования переходных процессов в электроэнергетических системах (ЭС), чему способствуют следующие его качества: наглядность, информативность, простота использования, быстрота получения решения, а также максимальная ориентированность на решение электротехнических задач и способность моделирования ЭС практически любой сложности.

Возможности PSCAD стали широко востребованы учащимися вузов при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ¹. В новом 2021 году выходит новая версия симулятора — PSCAD V5. Группа разработчиков провела большую работу по расширению возможностей симулятора, улучшению процесса вычислений, а также по учету запросов, которые были получены от пользователей PSCAD из более чем 90 стран. Данная статья призвана подробнее рассказать о симуляторе PSCAD V5 и о его новых возможностях.

Перед разработчиками PSCAD V5 стояла задача расширить область применения симулятора с целью моделирования больших ЭС. При указанных исследованиях много времени занимают подготовительные процедуры по созданию модели ЭС. Для эффективной работы над такими проектами были разработаны вспомогательные приложения к PSCAD, которые позволяют импортировать модели ЭС из других симуляторов, адаптировать их и выполнять постобработку больших массивов полученных данных:

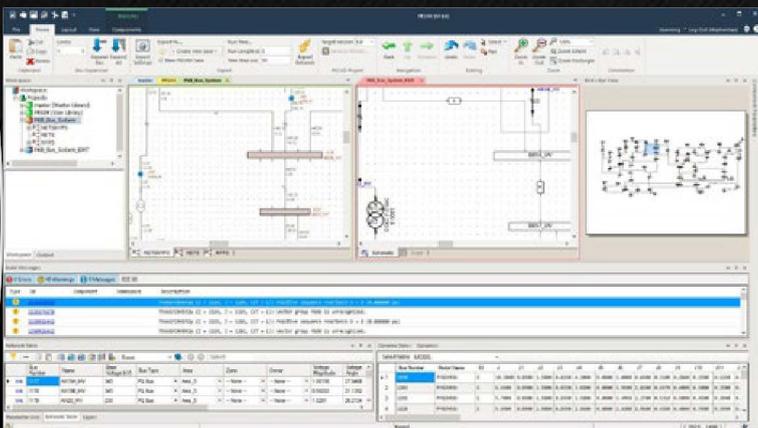
- PRSIM™ — программная среда для импорта моделей из таких известных симуляторов расчетов режимов работы ЭС, как PSS/E и PowerFactory. При импорте моделей также переносятся данные о динамических характеристиках элементов ЭС, сведения о симметричных составляющих и протяженности ЛЭП, а также информация об эквивалентных сопротивлениях участков сети и потокораспределениях в установившихся режимах.

- PSCAD Initializer — вспомогательная программная среда расчета установившегося состояния ЭС с целью использования этих данных для инициализации модели PSCAD в первоначальный момент симуляции. Это позволяет проводить исследование быстрых переходных процессов, начиная с устойчивого предаварийного состояния ЭС, в котором напряжения на шинах, фазовые сдвиги, положение регуляторов возбуждения и частоты и многие другие параметры заранее выставлены в положение «точки покоя».



- Enerplot™ — дополнительная программная среда для автоматизации и обработки по заданному сценарию результатов расчетов, она может легко обрабатывать большие объемы данных и имеет мощный математический аппарат, систему визуализации графиков, удобные инструменты для сопоставления и сравнения кривых.

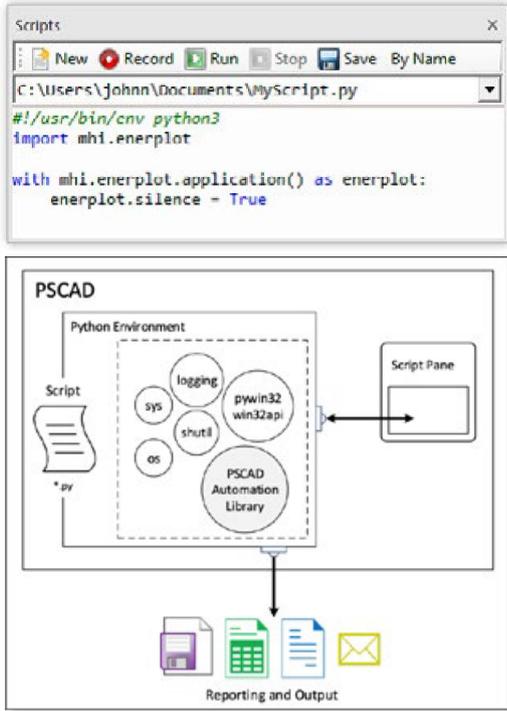
Рост производительности обычных настольных компьютеров с многоядерными процессорами был успешно использован разработчиками PSCAD V5 для увеличения скорости симуляции. Был оптимизирован вычислительный процесс, добавлена возможность параллельных вычислений на нескольких ядрах и на нескольких отдельных компьютерах, увеличено число возможных элементов, модулей, каналов вывода данных в модели и многое другое.



1. <https://ennlab.ru/wp-content/uploads/2020/10/2020-spisok-rabot.pdf>

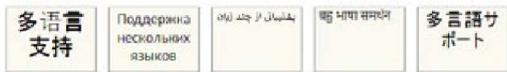
Среди множества изменений и нововведений в PSCAD V5 хотелось бы отметить следующие:

1. Предусмотрена интеграция с языком Python, за счет чего симулятор получил мощный инструментарий по созданию сценариев моделирования, обработки данных и формирования отчетов.



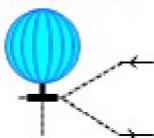
2. Реализован новый двоичный формат сохранения данных. Это позволяет компактно сохранять результаты расчетов, включая результаты многократной симуляции, в виде одного файла.

3. Введена многоязыковая поддержка, в том числе на кириллице, для оформления комментариев на полях модели.



4. Обеспечивается совместная симуляция PSCAD с внешним пользовательским приложением через интерфейс API, что позволяет проводить гибридную симуляцию больших ЭС. При этом режимный симулятор, например, ETAP, выполняет расчеты с шагом 1–2 мс в фазных координатах для большой ЭС, содержащей сотни тысяч узлов, а симулятор PSCAD производит расчеты небольшого участка в мгновенных значениях с шагом расчета около 50 мкс. Такой гибридный подход позволяет

Co-Simulation



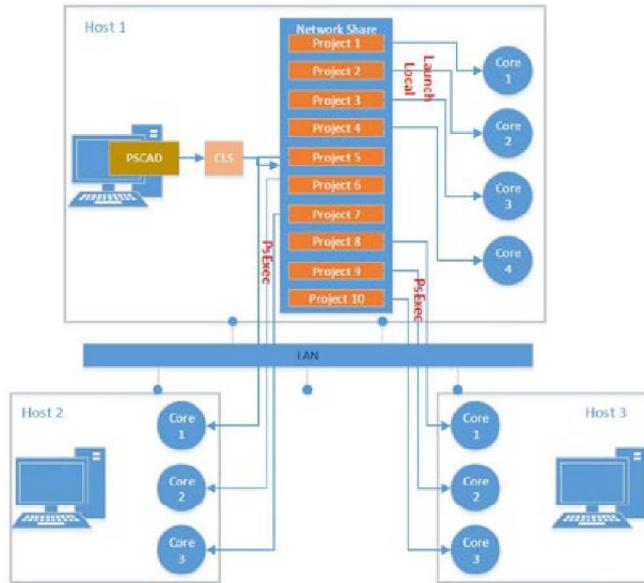
выполнять анализ устойчивости ЭС при быстрых переходных процессах с учетом инерционности основной и прилегающих ЭС.

5. Улучшено моделирование воздушных и кабельных линий электропередач (ЛЭП). Как и раньше, симулятор автоматически рассчитывает взаимоиндукцию в коридоре ЛЭП, содержащем до 30 проводников, с учетом их фазочастотных характеристик. В новой версии добавлена возможность разделения одной ЛЭП на участки с произвольным соотношением их длины, чтобы имитировать КЗ вдоль линии.

6. Появились новые удобства при рисовании схем: тянущиеся связи, огибающие переходы в местах пересечения, а также новый дизайн окна управления параметрами компонентов и проекта целиком, улучшение анимация состояния компонентов, окна графиков, меню навигации. Повышено качество копируемых в отчет изображений модели.

7. Введен новый тип переменных для комплексных чисел, а также поддержка этого типа в библиотеке математических функций.

8. Появилась возможность многократно сократить время симуляции модели за счет параллельных вычислений с использованием многоядерных процессоров одного или нескольких компьютеров. Система управления вычислениями автоматически разделяет задание на моделирование на максимум 64 параллельных процесса для каждого ядра вычислительного кластера. Технология параллельных вычислений особенно эффективна при симуляции больших ЭС и при многократной симуляции одной и той же модели в различных начальных условиях — MultiRun.



9. Расширена библиотека компонентов и в нее добавлены новые элементы: трансформаторы, однофазные электродвигатели, насыщаемые реакторы, новые системы возбуждения генераторов по стандарту IEEE 2016 г., мостовые включения электронных ключей и системы формирования импульсов зажигания для них, множество элементов для систем управления и преобразования и многое другое.

10. Важным для пользователей моментом является то, что стоимость новой профессиональной версии PSCAD V5 повысилась незначительно, а вузы могут бесплатно перейти к PSCAD V5 на имеющихся у них образовательных лицензиях.

Обновленный симулятор PSCAD V5 существенно расширил границы применения имитационного моделирования и позволяет выполнять исследования быстрых переходных процессов в единых ЭС целых стран. Для этого PSCAD V5 получил целый ряд новых вспомогательных приложений, функций и возможностей. Библиотека компонентов симулятора была заметно расширена, и в ней появились новые компоненты и модели электрооборудования, которые позволяют выполнять исследований на новом уровне.

«Локус» быстрого реагирования

Сегодняшнее восприятие электроэнергии как данности, чего-то само собой разумеющегося, характерно практически для всех. И это говорит о том, что специалисты, обеспечивающие мир светом и теплом, делают все, чтобы эта иллюзия у людей не исчезала. Только профессионалы знают, что при строительстве электроэнергетических объектов огромное значение имеет разумно подобранная и вовремя доставленная электротехническая продукция, от которой будет зависеть качество работы объекта в дальнейшем. Среди множества компаний, которые этим занимаются, есть владеющая искусством виртуозно решать задачи комплексного обеспечения любой сложности — ООО «Межрегиональная компания «Локус».

Преимущества

На энергетическом рынке «Локус» уже более 25 лет (свою деятельность он начал в 1993 году). За это время компания приобрела уникальный опыт работы, как с заказчиками, так и с производителями, научившись точно определять цепочку и участников работ, обеспечивающих наилучшие условия для достижения максимального результата в зависимости от того, что именно требуется заказчику: проектирование, поставка оборудования (изоляторов, арматуры, провода, опор и т.д.), подбор аналогов или весь комплекс работ для любого объекта строительства.

Обеспечивая своим клиентам комплексные поставки, компания «Локус» избавляет их от обращений в несколько организаций, предлагает экономичные и технологичные решения, снижает издержки и риски, возникающие у заказчика и производителя при комплектации объектов электросетевого строительства: исполнение сроков поставки, логистика, комплексный подход и контроль, финансирование и оплаты и т.д.

Продукция

Компания «Локус» предоставляет заказчику всю номенклатуру электротехнической продукции, начиная от единичных поставок, заканчивая полной комплектацией объектов строительства линий электропередачи и подстанций. На складах в Екатеринбурге и Москве всегда полный перечень необходимой продукции и ассортимент постоянно расширяется с учетом потребностей покупателей.

«Локус» идет в ногу со временем, внимательно следит за новыми технологиями и разработками производителей, знакомит с ними своих клиентов и в итоге вводит технические новинки «в обиход» энергетической отрасли. Компания уже известна как сторонник и адепт новаторских, устанавливающих новые тенденции конструктивно-технологических решений в области энергетики и электросвязи.

Ценовая политика

Прямые поставки и особые условия от заводоизготовителей обеспечивают заказчикам «Локус» низкие цены на предлагаемую продукцию. Этого удалось добиться благодаря безукоризненным связям, регулярным поставкам, финансовым инструментам и четкой логистике. В сочетании с гибкой ценовой политикой это дает возможность решать задачи любой сложности на любом уровне.

Партнерство

Компания стремится найти индивидуальный подход к каждому покупателю и поставщику, которого она считает своим партнером. Компания уважает и ценит каждого из них, поэтому уделяет особое внимание деловым связям и поставкам продукции, которые предлагает покупателям. За многие годы работы, партнерами компании «Локус» стали крупнейшие российские предприятия электроэнергетики, железнодорожного транспорта, нефтегазового комплекса, добывающей и перерабатывающей промышленности, горно-металлургического комплекса, такие как Роснефть, Транснефть, УГМК, Газпром, РЖД, ФСК Россети, Русгидро, Сибур, Лукойл.

Системы продаж

Так сложилось исторически, что в нашей стране любая компания обладает индивидуальными особенностями ведения бизнеса. Фирмы, занимающиеся схожими направлениями, могут иметь кардинально отличающиеся систему учета, логистику, схему ценообразования, менеджмента и т.д. Кто-то применяет для расчета дилерских цен коэффициенты, кто-то оперирует только валютными ценами, у кого-то есть своя внутренняя валюта и курс. Большинство компаний не формирует базу данных, не уделяет внимание аналитике, не создает понятных, четких отчетов, позволяющих принимать оперативные решения. Но внедрение и эффективное пользование B2B-системой, построенной на базе 1С, позволяет видеть картину целиком, оперативно реагировать на процессы внутри компании и на рынке и информировать о них партнеров. В процессе продаж 35 % времени и сил должно уделяться именно аналитике, а остальное — это технические процессы, вроде проектирования, прописывания, программирования, тестирования и прочего. В итоге, большую часть рынка B2B-продаж занимают компании, которые в основном занимаются «ручными продажами», забывая про главное — оперативность и возможность анализировать. Именно поэтому очень много проектов в итоге оказываются не эффективными, не работающими в полную силу.

«Локус» в системе B2B

Для реализации B2B продаж и взаимодействия с партнерами, компанией «Локус» создается многоуровневая система, позволяющая осуществлять ключевые и очень важные функции в отношениях с партнерами. Оперативно реагировать на все запросы и своевременно обеспечивать полной и достоверной информацией. Это решения собственной разработки (не коробочные или облачные) и не несущие в себе жесткие связи

объектов торговли: производитель, товар, скидка, покупатель, корзина и т.д. Созданная система реализована на базе 1С, является двунаправленной и обеспечивает всеми необходимыми данными и производителя/поставщика, и заказчика, и менеджмент компании.

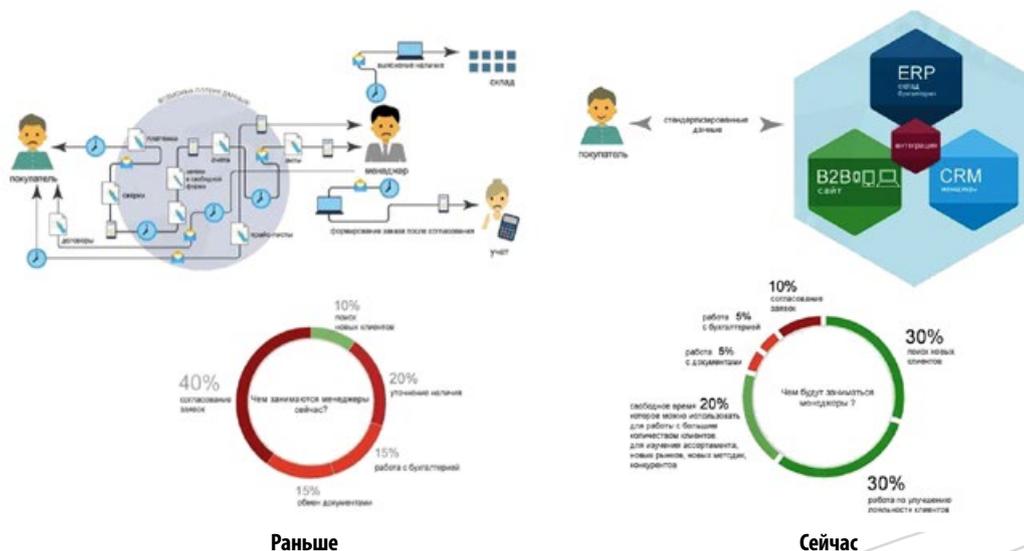
Система состоит из трех основных блоков для принятия решений на разных уровнях:

- **Бухгалтерский блок.** Включает, помимо стандартных бухгалтерских инструментов, ERP-систему для планирования продаж, принятия решений при формировании сделки, выборе поставщика продукции и логистических услуг.
- **Аналитический блок.** Содержит, объединяет и связывает всю информацию, поступающую с рынка о субъектах и объектах энергетического строительства на разных стадиях.
- **CRM-система.** Включает в себя, вместе со стандартными функциями звонков, переписки, планирования и отчетности менеджеров по продажам, еще ряд инструментов. Эти инструменты помогают оперативно выстраивать связи с партнерами компании: производителями/поставщиками и покупателями продукции компании.

Поскольку B2B-система, как правило, ориентирована на оптового покупателя промышленной продукции, то она должна учитывать, в первую очередь, специфику отношений между юридическими лицами. К примеру, у партнеров и сотрудников «Локус» есть доступ в личные кабинеты. Следовательно, предусмотрено разделение прав доступа: менеджер должен видеть только свою информацию, партнер — свою, а руководитель — все, администратор управляет аккаунтами и реквизитами, но не видит заказы. Интерфейс и функционал сайта должен быть ориентирован на быстрое формирование заказа или получение заявки. Ведь в отличие от розничного покупателя, заказчик уже неоднократно совершал покупку нужного товара и его цель — максимально быстро найти его и сформировать заказ. Каждая минута работы в B2B системе — это деньги. Чем меньше времени потрачено для заказа, тем быстрее идет торговля и растут обороты. У поставщиков и производителей есть оперативный доступ к состоянию объектов электросетевого строительства, в которых участвует компания «Локус», что позволяет четко оценивать степень охвата рынка и долю компании.

Автоматизация работы менеджера

Преимущество системы — гибкость платформы и ее архитектуры. Система быстро адаптируется под новые, меняющиеся условия. Сегодня это крайне важно. В основе успешных проектов — индивидуальные разработки и механизмы.



Большинство участников оптового рынка работают по схеме: «клиент — телефон — почта — заказ — менеджер» или «менеджер — прайс-лист — телефон — почта — клиент». По полученной по почте от клиента спецификации менеджер формирует заказ, вручную сверяет с наличием на складе или возможностью произвести у производителя, рассчитывает итоговые цены и отправляет информацию (уже актуальную) клиенту. Или по полученному по почте от менеджера прайса клиент формирует заказ, отправляет обратно менеджеру, тот вручную сверяет с наличием на складе и возможностью производства, рассчитывает итоговые цены и вновь отправляет информацию клиенту. Начинается повторное согласование, звонки, подбор аналогов того, чего не оказалось в наличии или нет возможности произвести и прочее. На один заказ, от формирования заявки до выставления счета, может уходить до двух дней, а в некоторых случаях, когда производителей аналогичной продукции несколько, ситуация еще хуже. Получается, что время, затраченное на продажу единицы товара в старой системе, гораздо больше времени, затраченного на отгрузку фуры этих товаров.

Цель автоматизации — добиться того, чтобы B2B-система являлась эффективным посредником между покупателем (рынком), производителями и учетной системой компании «Локус», как комплексного поставщика электротехнической продукции. Это необходимо для правильной и быстрой подготовки данных, интерпретации и представления. Работа менеджера должна сводиться к сопровождению сделок и рекламаций, а не к поиску товара, уточнению его наличия, согласования аналогов, звонкам, выставлению счетов и другим вторичным действиям. Крайне важный момент в создании данной системы — наличие в штате компании «Локус» своего IT-специалиста. Работая в B2B-системе, менеджеры компании многократно уменьшают время на формирование заказов и запуска заказа на отгрузку или производство, а подбор нужной номенклатуры для клиента делается более прозрачным и удобным. Ускорение торговли — это всегда увеличение оборотов и снижение издержек. Кроме этого, одна из составляющих успеха — настроенная система учета и складирования. Необходимо, чтобы данные по номенклатуре, ценам, наличию, контрагентам уже были внесены во внутреннюю учетно-складскую систему компании. Словом, чем больше данных в программе, тем лучше.

Данные о рынке

Совершенно новый уровень автоматизации — система мониторинга объектов. В компании «Локус» создана и интегрирована в B2B-систему аналитическая база электросетевых, энергетических и промышленных объектов строительства, проектирования и реконструкции. Все заказы автоматически прикрепляются к конкретным объектам и клиентам, и можно отслеживать в какой стадии строительства и комплектации находится каждый объект. А главное, в каком объеме его комплектуется компания «Локус» продукцией какого поставщика/производителя. Следовательно, возможно четко планировать продажи в любом периоде, оценивать степень законтрактанности, определять этап исполнения обязательств перед поставщиками, определять стратегические цели и оценивать долгосрочные перспективы.

Целью создания и использования аналитической системы мониторинга объектов является получение и передача в B2B-систему для отдела продаж компании «Локус» актуальной и своевременной информации об объектах, составе оборудования, заказчиках, подрядчиках, лицах, принимающих решения, тендерах на оборудование. Осуществлять координацию работы отделов, сотрудников и ставить задачи для обеспечения достижения максимально-го результата по продаже продукции компании. Такая автоматизация значительно

сокращает время проработки объекта и получения контактов, позволяет оперативно, иногда заранее подготовив коммерческое предложение, приступить к переговорам. Быстрые комплексные поставки заказчикам позволяют в точные сроки построить и ввести в эксплуатацию новые объекты, а значит внести свой вклад в бесперебойную работу электроэнергетической системы России.

Интеграция

Объединение, координация работы, своевременное наполнение актуальными данными и многоуровневый доступ позволяют компании «Локус» выстроить слаженную работу нескольких систем. Доступ в эти системы через личный кабинет обеспечивает оперативной информацией партнеров, клиентов и менеджеров, позволяет оперативно принимать решения, планировать и структурировать работу, сокращает время на проработку, постановку задач и выдачу результата.

Партнерство

Компания «Локус» через автоматизацию процессов B2B-продаж создала комфортные условия и прозрачность взаимоотношений между производителями, комплексным поставщиком и заказчиками на электроэнергетическом рынке, сократила время обработки заказа до 1 дня, обеспечила доступ к системе отчетов и информации, позволяющих оперативно принимать решения всех участников поставки продукции. Сформированная модель и автоматизация бизнеса может легко тиражироваться в другие сферы и взаимоотношения с любыми поставщиками, быстро адаптироваться под новые рынки и условия.

Сегодня эта система работает в комплексных поставках продукции на электроэнергетическом рынке. Компания «Локус» открыта для интеграции в B2B-систему и в продажи на данном рынке новых производителей и поставщиков. Однако в ближайшее время данная B2B-система планируется к внедрению в новые проекты компании на других рынках. Эта система является собственной разработкой компании и не подлежит продаже или распространению.



ГРУППА КОМПАНИЙ «ЛОКУС»

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

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

22-я специализированная выставка

ЭЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. 2021

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:

-  Министерство промышленности и энергетики Саратовской области
-  ГАУ «Агентство по повышению эффективности использования имущественного комплекса Саратовской области»

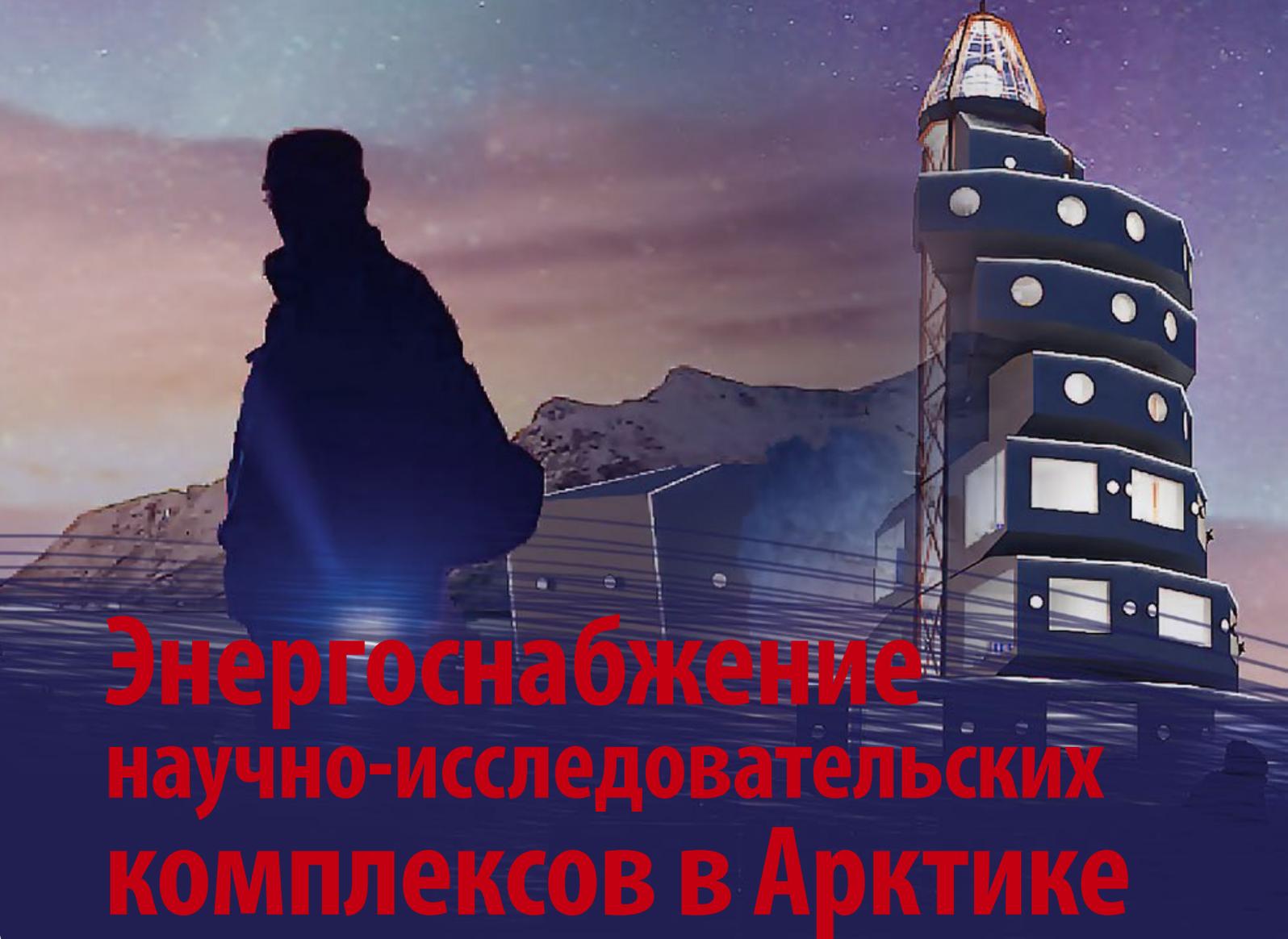
9 - 11
ИЮНЯ
САРАТОВ

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



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СОФИТ - ЭКСПО
Тел.: (8452) 227-247, 227-248
<http://expo.sofit.ru>





Энергоснабжение научно-исследовательских комплексов в Арктике

Валерия Савинова;

Марианна Бродач, кандидат технических наук, профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)

Печатается с разрешения журнала «Здания высоких технологий»
http://zvz.abok.ru/articles/535/Energосnabzhenie_nauchno_issledovatel'skih_kompleksov_v_Arktike

Арктика — особенный регион с экстремальным климатом, нуждающийся в грамотном развитии, учитывающем хрупкость экосистемы. Для таких территорий особенно важны и выбор способа энергогенерации и использование возможностей по экономии энергии при эксплуатации объектов. Интересным решением является применение гидротермальных электростанций.

Альтернативная энергетика

В современной архитектурной практике использование технологий альтернативной энергетики, предполагающих преобразование энергии возобновляемых экологически чистых источников, не ново и никого не удивляет. Сегодня это обычный раздел любого проекта, претендующего на соответствие зеленым стандартам и получение сертификата устойчивого объекта.

Главный недостаток. Электростанции, работающие на альтернативных источниках энергии, как правило, сильно зависят от тех или иных климатических и погодных условий: направление и сила ветра, продолжительность и интенсивность солнечного излучения и т.п. В результате главный недостаток альтернативных электростанций не их малая мощность, а то, что они не могут поддерживать заданную нагрузку в постоянном режиме.

Использование в Арктике. Здесь уже эксплуатируются экспериментальные маломощные солнечные (СЭС), ветряные (ВЭС) и приливные

(ПЭС) электростанции: 14 СЭС и 28 ВЭС, причем 15 из них — это комбинированные ветро-солнечные станции. Генерируемой мощности некоторых из них хватает лишь на покрытие бытовых услуг. Например, расположенные на Кольском полуострове комплексные ветро-солнечные установки обеспечивают работу таксофонов. Однако с наступлением полярной ночи СЭС становятся полностью бесполезными. ВЭС же показывают стабильную работу только при скорости ветра от 6 м/с, что сильно сужает диапазон их размещения. Поэтому расположенный близ арктического поселка Тикси ветропарк, насчитывающий три ветроустановки общей мощностью 900 кВт, нельзя считать надежным объектом, генерирующим энергию.



Рис. 1. Принципиальная схема разреза комплекса

Особенности арктического региона

Арктический регион можно охарактеризовать как исключительно богатый природными ресурсами. Около 80 % запасов арктической нефти и более 90 % арктического природного газа находится на территории России. Точно оценить запасы углеводородов сложно, но большинство прогнозов сходятся во мнении, что их достаточно для обеспечения энергией населенных пунктов в ближайшем будущем.

Однако энергоснабжение отдаленных труднодоступных арктических территорий имеют свои особенности. Ввиду сурового климата здесь имеется низкая плотность населения: средний показатель — 0,63 человека на км². Численность проживающих в Арктике не превышает 2,3 тыс. человек, а это всего 1,6 % от населения России. И таких территорий очень много, например, арктические архипелаги, такие как Земля Франца-Иосифа или Новосибирские острова, где мало полезных ископаемых, а вечная мерзлота и низкие температуры наружного воздуха значительно осложняют изыскательные работы. Несмотря на все экстремальные условия, такие острова имеют стратегическое значение для России. Однако строительство на них военных городков и аэродромов сталкивается с серьезной проблемой их энергоснабжения.

Энергоснабжение арктических объектов

Наиболее распространенный источник энергоснабжения — дизельная электростанция. Ими оборудованы многочисленные станции как в Арктике: «Остров Голомянный», «Обсерватория имени Эрнста Кренкеля», так и все российские антарктические станции: «Восток», «Прогресс», «Мирный» и др.

Проблемы транспортировки топлива. В основном топливо для арктических электростанций завозится с материка. Однако логистика региона осложняется таким явлением, как высокая ледовитость. В летнее время некоторые прибрежные территории освобождаются ото льда (припая), но центральные водные пространства скованы льдом постоянно, то есть в той или иной степени во всех акваториях Северного Ледовитого океана на протяжении года присутствуют льды. Толщина льда варьируется от 2 до 5 м. Преодолеть преграду неподвижного льда может только ледокол. Очевидно, что использовать ледоколы для постоянной навигации в многочисленные пункты — весьма дорого. То же можно сказать и об авиации. Также стоит принимать во внимание характеристики региона, не позволяющие проводить навигацию и передвижение круглогодично.

Захламление территории. Стоит особенно отметить пагубное воздействие на экологию металлических отходов, образующихся при разрушении контейнеров, в которых осуществляется перевозка топлива для дизельных электростанций. По данным Министерства обороны РФ за период с 2016 по 2019 годы предстоит очистить территорию Арктики от почти 4 тыс. тонн металлолома.

Вопросы безопасности. Кроме того стоит упомянуть о повышенной опасности возгораний на дизельных электростанциях. Например, в апреле 1982 года, когда транспортное сообщение было уже закрыто, на советской антарктической станции «Восток» в результате неустановленной причины возник пожар, в результате которого три генератора были уничтожены, и станция лишилась источников энергоснабжения и связи. Анализируя вышесказанное, становится очевидным, что для освоения арктических территорий необходим альтернативный источник энергии, независимый от привозимого топлива, и не такой как СЭС и ВЭС с их непостоянной нагрузкой, зависящей от активности солнца и силы ветра.

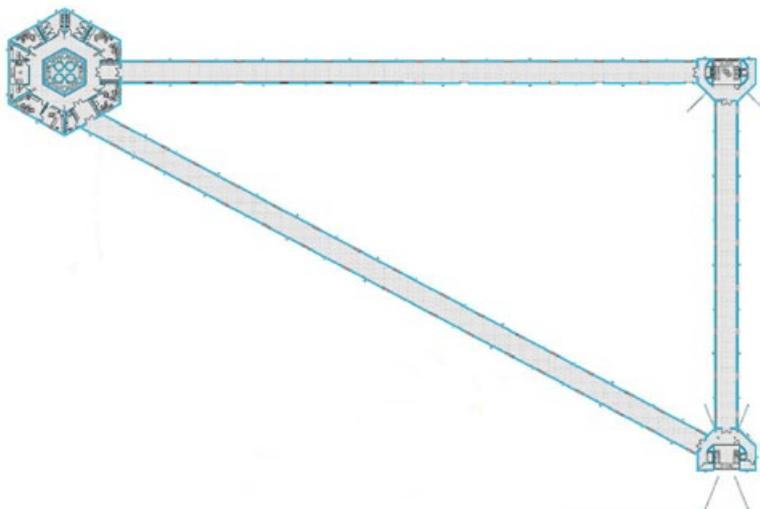


Рис. 2. План комплекса на отметке -9.30

Проектное предложение

Главная идея проектного предложения состоит в формировании из небольших малофункциональных научно-исследовательских станций объектов нового типа — научно-исследовательских комплексов с расширенной системой дополнительных пространств и функций. В данном проекте энергоснабжение комплекса предлагается осуществлять посредством автономной гидротермальной электростанции. Реализовать проект предполагается на острове Котельном, входящим в группу Новосибирских островов (Якутия). Архипелаг Новосибирских островов расположен на значительном удалении от крупных населенных пунктов и источников энергоснабжения, на самих островах нет даже коренного населения, только военная база.

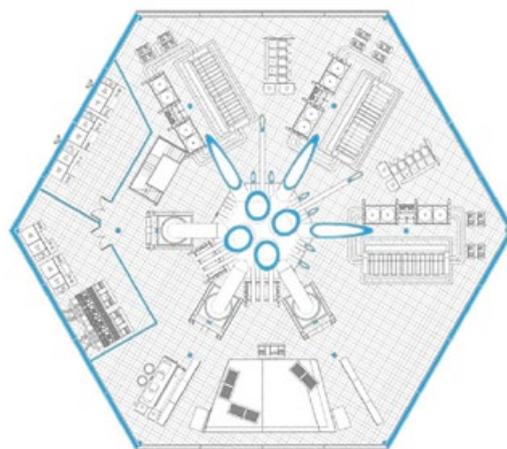


Рис. 3. План электростанции на отметке +5.78. Машинный зал

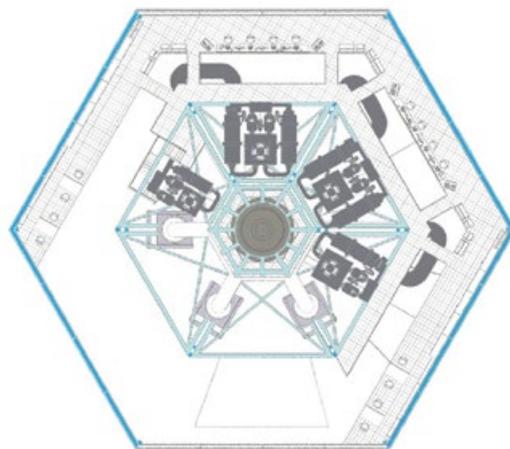


Рис. 4. План электростанции на отметке +9.70. Турбина и резервуары



СПРАВКА

Принцип работы гидротермальных электростанций основан на термодинамических циклах и был описан еще в конце XIX века французским ученым Арсоном д'Арсонвалем. Первая гидротермальная машина представляла собой теплообменник, в который поступала теплая океанская вода. Под воздействием высокой температуры воды в теплообменнике происходило испарение низкокипящей жидкости (д'Арсонваль использовал аммиак, который закипает при 33,3 °С). Образовавшийся пар вращал лопасти генератора и затем поступал во вторую камеру, которая охлаждалась водой, поднятой с океанских глубин. Пар снова переходил в жидкое состояние и цикл повторялся.

Основное условие для высоких показателей КПД таких станций — значение разницы температур. Однако большинство существующих гидротермальных станций обладает существенным недостатком: они работают на температурном градиенте разных слоев воды, а такая схема требует установки трубы большого диаметра, опущенной на значительную глубину, для забора более холодной воды.

Научно-исследовательский комплекс (далее — комплекс) состоит из трех основных объемов: главного рабочего здания, склада и электростанции. Каждый объем имеет причал, на берегу расположена вертолетная площадка. Возведение всех объемов предусматривает наличие опор, закрепленных ниже уровня воды, что сопряжено со спецификой проводимых научных работ по океанологии и гидрографии, особенностями работы электростанции, а также использованием преимущественно водного транспорта для передвижений.

Коммуникация между объемами осуществляется посредством подводного перехода, расположенного ниже сезонного уровня промерзания вод, чья треугольная в плане форма придает пространственную жесткость комплексу. Главное рабочее здание имеет десять уровней, вмещающих технический этаж, общественные помещения, научные кабинеты и лаборатории и жилые ячейки. Венчает здание маяк. Расположение уровней по вертикальной оси обусловлено климатическими условиями региона, а также большим количеством помещений, которым необходима естественная инсоляция.

Энергоснабжение комплекса. Основной задачей проектирования стало энергоснабжение комплекса. Поскольку комплекс расположен на острове, со всех сторон омываемом морями: с запада морем Лаптевых, а с севера, востока и юга Восточно-Сибирским морем, то решено было использовать энергию воды, посредством гидротермальной электростанции (см. справку). Арктический климат и сравнительно небольшие размеры комплекса не позволяли устанавливать гидротермальную электростанцию (далее — ГидроТЭС) большой мощности, поскольку это требовало трубы большого диаметра для забора воды с глубины (см. справку). Поэтому было решено организовать работу ГидроТЭС на температурном градиенте между холодной морской водой и еще более холодным атмосферным воздухом.

Принцип работы и достоинства ГидроТЭС. В процессе работы ГидроТЭС холодная вода закачивается насосами с глубины и поступает в расположенные попарно резервуары, граничащие с еще более холодным воздухом. Разница между этими температурными контурами используется рабочим веществом, температура замерзания которого ниже, чем у воды. Сжимаясь и расширяясь, рабочее вещество непрерывно циркулирует в трубах между резервуарами, и вращает вырабатывающую электричество турбину.

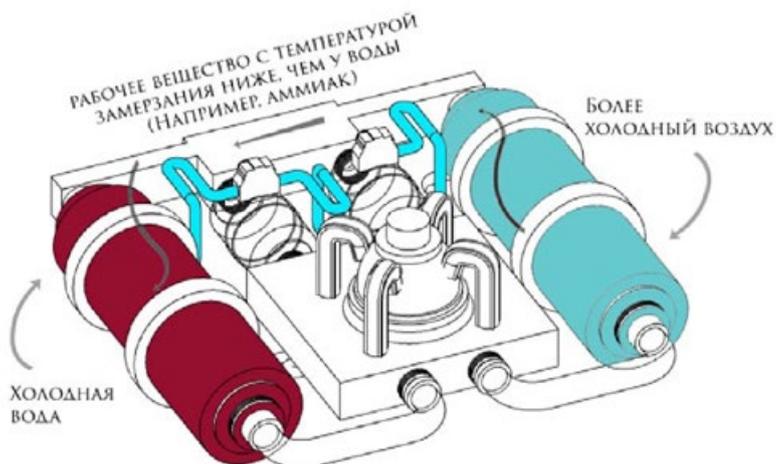


Рис. 5. Принципиальная схема блока резервуаров с водой и воздухом

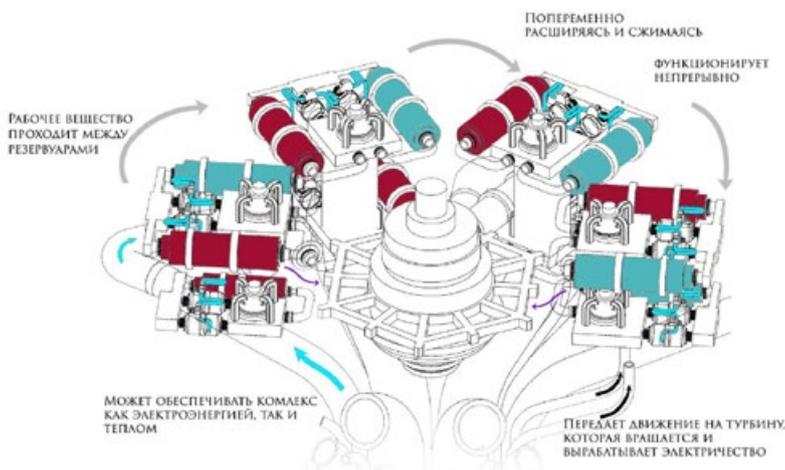


Рис. 6. Принципиальная схема системы труб, резервуаров и турбины

ГидроТЭС довольно перспективны. При относительно компактных размерах, они могут работать непрерывно в автономном режиме. Нужно только запустить процесс. Кроме того ГидроТЭС практически не зависит от внешних условий, что выгодно отличает ее от СЭС и ВЭС. При грамотной эксплуатации гидротермальные электростанции экологически безопасны, ведь в процессе своей работы они не выбрасывают в атмосферу вредные углекислотные газы.

Предлагаемое решение предназначено именно для небольших, автономных объектов, таких как научно-исследовательский комплекс. В мировой практике уже известно создание станций с нулевым выбросом, чьи энергозатраты полностью покрываются работой альтернативных источников энергии (антарктическая станция «Принцесс Элизабет», Бельгия). Для уникальной и хрупкой арктической экосистемы создание подобных станций можно оценивать как крайне необходимое.

ЭС

Литература

1. Доронин Ю. П. Взаимодействие атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 288 с.
2. Морской энциклопедический справочник. / Под ред. Н. Н. Исанина. Л.: Судостроение, 1987.
3. Некрасов А. В. Энергия океанских приливов. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 287 с.
4. Формирование и динамика современного климата Арктики / Под ред. Г. В. Алексеева. СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
5. Ястребов В. С. Методы и технические средства океанологии. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 271 с.
6. <https://ru.arctic.ru/>

Страховочная система — основа безопасности

Работы на высоте выполняются в различных отраслях производства и сферах деятельности человека: от строительства до науки и развлечений. В энергетике тоже существует ряд общих методов обеспечения безопасности при работе на высоте. Один из них — стационарная страховочная система для подъема на опоры высоковольтных линий и порталы открытых распределительных устройств производства компании «Каскад». Данная система позволяет предотвратить падение работника при его случайном срыве, а также делает удобной и безопасной работу электромонтеров.

Строение и функции

Стационарная страховочная система состоит из жесткой анкерной линии (страховочная направляющая) и средства защиты от падения с высоты ползункового типа (страховочная каретка с демпферным стропом). Страховочные направляющие могут быть нескольких типов: для перемещения работника вверх-вниз по опоре без ступеней (по степ-болтам), страховочная направляющая со съёмными ступеньками (в основании опоры), страховочная направляющая со ступеньками (на тросостойках), а для безопасного перехода работника с «основной» части опоры на траверсу, используется распределительная направляющая. Таким образом, обеспечивается непрерывность страховки работника при его подъеме, спуске или переходе с основной части «опоры» на траверсы или тросостойки. Работник присоединяется к анкерной линии при помощи средства защиты от падения с высоты ползункового типа (страховочная каретка с демпферным стропом).

Основной компонент жесткой анкерной линии (ЖАЛ) — С-образный профиль, прикрепленный жестко к опоре (порталу) таким образом, что боковые смещения линии ограничены. Жесткие анкерные линии, как правило, устанавливаются на длительный срок и предназначены для периодического выполнения работ, при этом надежны и просты в эксплуатации.

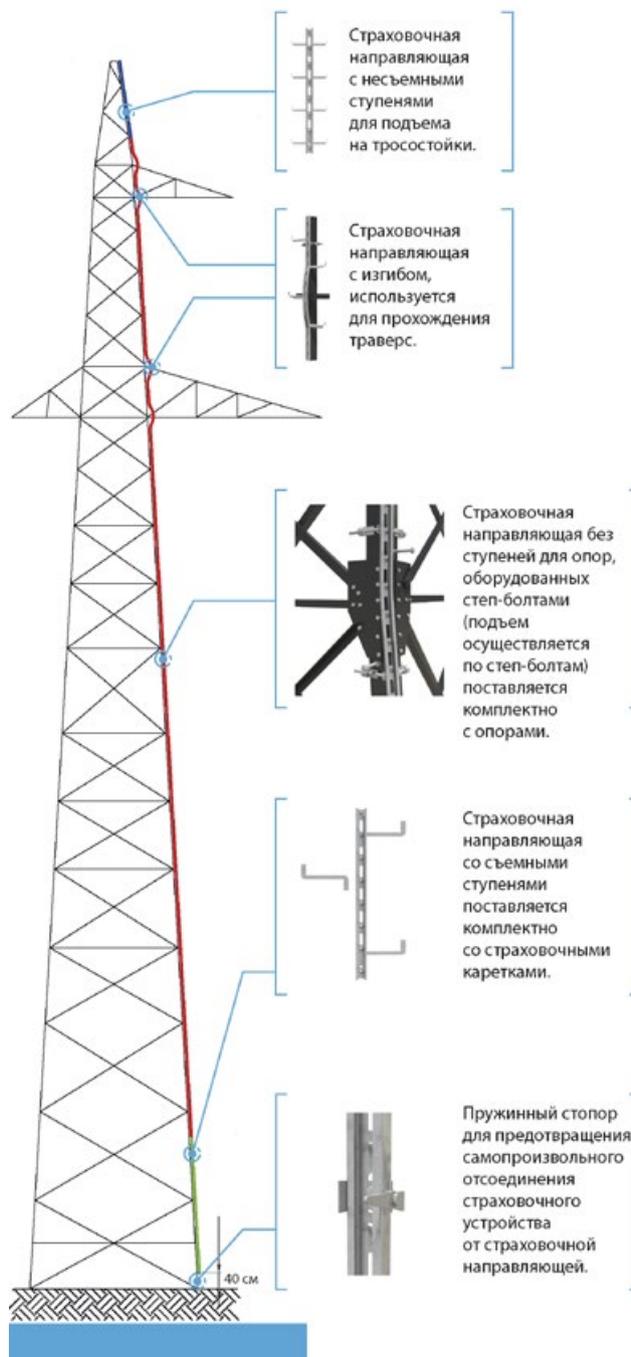
Непрерывность — гарантия безопасности

В России на основе лучшего зарубежного опыта разработано по ГОСТ Р ЕН 353-1-2008 и

внедрено в производство средство защиты от падения с высоты, которое предназначено для обеспечения непрерывности страховки электромонтера при подъеме (спуске) на опоры ВЛ 35–750 кВ и порталы ОРУ. Данное средство защиты состоит из стационарно закрепленной жесткой анкерной линии и съёмной страховочной каретки с амортизатором, которая свободно перемещается по ЖАЛ. В случае срыва работника при подъеме или спуске с опоры каретка стопорится на ней, тем самым предотвращая его падение. При подъеме на опору страховочная каретка устанавливается на жесткой анкерной линии, а амортизатор карабином закрепляется к расположенной на груди анкерной точке страховочной привязи. Амортизатор ограничивает высоту и динамическую нагрузку на работника в случае его падения.

Страховочная направляющая выполнена в виде полуоткрытого С-образного профиля прямоугольного сечения (52 x 32 x 3 мм) с прямоугольными отверстиями, пробитыми по всей длине профиля с интервалом 40 мм. Эта направляющая, совмещенная с лестницей, имеет консольные ступеньки, которые привариваются к ней и имеют противоскользкую поверхность и боковые ограничительные выступы высотой 20 мм. Расстояние между ступеньками 280 мм.

Страховочная направляющая стационарно прикрепляется к конструкции стойки опоры или портала, по которым производится подъем (спуск) работника. Отдельные секции направляющей стыкуются между собой при помощи соединительных элементов, а в местах «излома» стойки опоры для соединения применяются радиальные страховочные направляющие.



Защищайтесь!

Средство защиты ползункового типа движется вдоль анкерной линии, сопровождает работника, не требует ручной регулировки в ходе изменения положения вверх или вниз и автоматически блокируется на анкерной линии в случае падения. Оно состоит из страховочной каретки, демпферного стропа и карабина. Демпферный строп прикреплен к страховочной каретке и карабину. Перед подъемом на опору страховочная каретка вставляется внутрь страховочной направляющей, а строп прикрепляется к анкерной точке страховочной привязи работника. При подъеме (спуске) работника на опору страховочная каретка перемещается внутри страховочной направляющей, а в случае его срыва перемещение каретки вниз блокируется за счет зацепления ее стопора за пробивное отверстие в направляющей, таким образом предотвращая дальнейшее падение электромонтера с высоты.

Правильная страховка

В чем же преимущества страховочной системы с жесткой анкерной линией? Прежде всего, в обеспечении повышенного уровня безопасности и производительности труда по сравнению с другими способами страховки при таком подъеме. Применение механизма качения страховочной каретки снижает трение и обеспечивает плавность ее перемещения внутри страховочной направляющей, в том числе, в местах стыков и изгибов. Совмещение страховочной направляющей с лестницей делает значительно более удобным подъем на опоры, неоснащенные стационарными лестницами, скобами или степ-болтами. Кроме того, для комфорта и безопасности такого подъема (а также для ограничения доступа к объекту посторонних лиц) нижняя секция жесткой анкерной линии выполнена со съемными ступенями, которые эксплуатационный персонал устанавливает перед подъемом на опору и снимает после спуска с нее. Нижние секции ЖАЛ крепятся к опоре с помощью антивандальных гаек, соответствующих требованиям ПАО «ФСК ЕЭС».

Стропы с амортизатором используются для страховки и безопасной остановки падения электромонтера при работе на высоте. Амортизатор, встроенный в строп, не позволит достичь критической нагрузки на человека во время остановки падения, что обеспечивает дополнительную защиту от травм. Стропы для удержания и позиционирования служат для ограничения перемещения работника, не допускающие его в опасную зону, где есть риск падения с высоты, и как средство опоры. Таким образом, жесткая анкерная линия — оптимальный выбор для системы безопасности, который избавит от множества проблем.

Правила по охране труда требуют, чтобы здания и сооружения были оборудованы системами безопасности. Это касается как металлических, так и железобетонных опор воздушных линий электропередач, порталов открытых распределительных устройств подстанций, а также любых конструкций, оборудования, зданий и сооружений, обслуживание и ремонт которых выполняются на высоте.



Защита ВЛ от птиц и птиц от ВЛ

Андрей Кудрявцев, главный инженер ООО «Экспертный центр», эксперт комитета по энергетике Свердловского областного Союза промышленников и предпринимателей, советник вице-президента «Global Insulation Group» (ЮАИЗ);

Андрей Восканян, главный специалист отдела технического продвижения «Global Insulation Group» (ЮАИЗ)

Защита ВЛ 110 кВ и выше от продуктов жизнедеятельности птиц, равно как и птиц от воздействия высокого напряжения, популярная тема в обсуждении проблем изоляции. Существует много факторов воздействия птиц на ЛЭП. В целом процессы перекрытий похожи, но развиваются они по-разному. Мы же рассмотрим фактор воздействия на ВЛ птиц, взлетающих с опоры. До половины перекрытий ВЛ происходит из-за птиц, если ЛЭП расположена в так называемых птицепоопасных районах. По мнению китайских исследований и нашим наблюдениям к этому количеству еще нужно добавить некоторое количество отключений по невыясненным причинам.

Почему же происходят перекрытия из-за птиц?

Преимущественно птицы взлетают вдоль оси ВЛ и опорожняются при взлете. В то время как при присадке на траверсу они опорожняются реже. Так разряд и последующее перекрытие могут произойти даже если струя помета не касается изоляторов или касается только верхнего изолятора. Тогда следов помета на изоля-

торах, скорее всего, не будет видно, как и не будет видно помета под опорой. Останется только след на траверсе и проводе, потому что дуга перекрытия высушивает помет, и он превращается в пыль. Если «отлетающая» струя помета хоть немного касается только верхнего изолятора и уходит в сторону провода, то наблюдается такой же эффект, но остается след перекрытия на верхнем изоляторе.

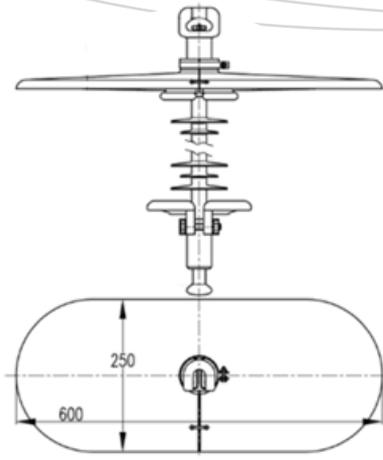


Рис. 1. Экран изолятора ЛКП



Рис. 2. Экран ЭПЗУ-470

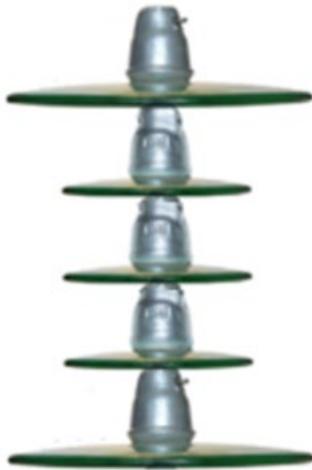


Рис. 3. Подвеска с изолятором U160AD

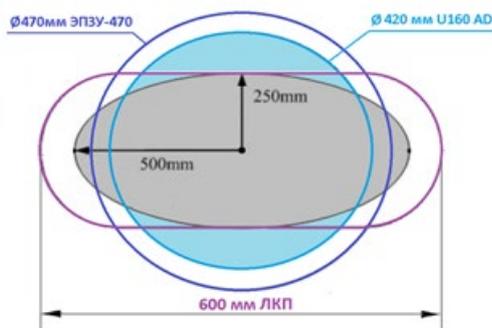


Рис. 4. Зона вероятных птичьих перекрытий и габариты защитных устройств

На основе данных наблюдений можно сделать *выводы* по определению «птичьего» отключения:

1. Если следа перекрытия на верхнем изоляторе не видно, это с большой долей вероятности говорит о том, что было «птичьее» отключение. Особенно в районах, где имеются воздействия птиц.
2. Следы перекрытия на верхнем изоляторе и отсутствие следов перекрытия на нижнем изоляторе и проводе говорят о том, что произошло «птичьее» отключение.

Исследования и наши наблюдения говорят о том, что наименее подвержены риску перекрытия ВЛ 220 кВ, если защищенная зона вокруг гирлянды более 250 x 500 мм. Для ВЛ 110 кВ эта зона меньше не более чем на 20 %. Мы решили сопоставить с полученными данными известные способы защиты для ВЛ 220 кВ с использованием полимерных экранов или аэродинамических профилей изоляторов.

Сравнение опытной зоны с наименьшей долей риска для 220 кВ (рис. 4) с габаритами защитных устройств позволяет сделать вывод о том, что в целом экран ЭПЗУ (рис. 2) и аэродинамический изолятор U160AD (рис. 3) должны неплохо справляться с защитой. Исключением являются два небольших сектора у экрана ЭПЗУ и изолятора U160AD в направлении провода. Наилучшим образом гирлянду защищает овальный экран изолятора ЛКП (рис. 1) и даже превышает требования эксперимента на 100 мм. В этой связи стоит обратить внимание на то, что применение изоляционной детали аэродинамического изолятора помимо свойств, сходных с полимерными экранами — защиты от загрязнений, позволяет так же заметно увеличить разрядное расстояние дуги, и повышает разрядные характеристики подвески изоляторов. То есть решается как задача птицевзащиты, так и повышения изолирующих свойств подвески. Подобных свойств полимерные экраны не имеют. Кроме того известно, что при взлете отклонение струи птичьего помета от вертикали может быть 20–30° и более. Следовательно, горизонтальное смещение помета присутствует и его необходимо учитывать при анализе причины отключения, в том числе на большой длине подвесок на больших напряжениях.

Другая ситуация складывается при защите от помета сидящей птицы или взлетающих птиц мелких пород. Здесь подойдут решения по гирляндам переменного профиля с изоляторами аэродинамического профиля. По нашим наблюдениям, за счет большего диаметра аэродинамического изолятора повреждается только верхний изолятор, а все остальные остаются не тронутыми. Таким образом, снижается ущерб от отключения.



Рис. 5. Гирлянда переменного профиля



Рис. 6. Повреждение аэродинамического изолятора от птичьего помета на ВЛ 110 кВ. Остальные изоляторы не повреждены

На основе своего опыта и опыта зарубежных коллег, мы считаем, что только совмещение защиты изоляторов гирлянды и установка антиприсадочных устройств на траверсе опоры ВЛ дадут кардинальное снижение отключений по причине воздействия птиц. Каждое из решений снизит количество отключений, но именно кардинально на него повлияет только их совмещение. ЭС



Нестандартный взгляд на привычное

Птицезащитные средства и шары-маркеры

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Юлия Бобина
Модель: Влада Басенкова,
студентка Факультета современного танца
(Гуманитарный университет, Екатеринбург)















ЛОКУС

ГРУППА КОМПАНИЙ

ООО «МК «Локус»

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

тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

e-mail: locus@locus.ru

ООО «ЗСРК «Локус»

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

тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79

e-mail: locus-nsk@locus.ru

www.locus.ru

Гений электричества

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

В 2020 году самым богатым человеком планеты стал Илон Маск, сделавший в своей карьере ставку на электричество. Быстрые и недорогие электромобили, домашняя солнечная энергетика, доступ в интернет из любой точки мира, скоростные транспортные артерии без пробок и выбросов, возвращаемые космические корабли и колонизация Марса. Большинство из этих идей Маску не принадлежали, но именно он смог воплотить их в реальность. Илон Маск продолжил тот путь, который начал наш соотечественник Александр Лодыгин в конце XIX века.

В детстве на уроках физики фамилии Якоби, Яблочкова, Лодыгина у большинства российских школьников сливаются во что-то единое, оставляя за собой только ощущение, что русские были первыми в области электричества, но потом что-то пошло не так. И лампочку придумал американец Эдисон. Иногда стоит вернуться в детство, чтобы разложить все по полочкам. Александр Лодыгин мог бы стать Илоном Маском своего времени, умея он продвигать свои изобретения и не вмешиваясь в политику.

Электролет vs воздушные шары

Изначально его в электротехнике не должно было быть. Лодыгин был из семьи потомственных дворян, которые считали самой оптимальной для своего отпрыска военную карьеру. Финансовое положение семьи было трудным, военная специальность помогла бы молодому человеку сохранить свой общественный статус. Но Лодыгин не пошел по этому защищенному пути. В отличие от Илона Маска, который, обладая фотографической памятью, прочитал два комплекта энциклопедий и стал всезнайкой, будущий российский изобретатель не слишком хорошо учился. Но он закончил Кадетский корпус. В 23 года неожиданно для всех (особенно для родных) офицер Александр Лодыгин подал в отставку. Отношения с семьей были испорчены. К слову, у Илона Маска был похожий эпизод, когда он в 18 лет посчитал правильным уехать, вопреки протестам родителей, в Канаду.

Лодыгин отказался от службы в армии, чтобы строить электролет, а это привело к изобретению самого популярного осветительного прибора — электрической лампочки. Ради своей цели Александр Лодыгин готов был жертвовать многим. У него не было денег, и он устроился молотобойцем на тульский оружейный завод. В то время, когда работающая на паровой тяге железная дорога еще даже не дотянулась до Сибири, а самым совершенным летательным аппаратом был воздушный шар, русский изобретатель мечтал о летательной машине с электрическим двигателем.

Принцип действия электротехник описывал так: «Если к какой-либо массе приложить работу архимедова винта и, когда сила винта будет более тяжести массы, то масса двинется по направлению силы». У электролета Лодыгина было два воздушных винта: один должен был тянуть его в горизонтальной плоскости, а второй обеспечивал подъем вверх. Лодыгин первым предложил машину, которую позднее назовут вертолет или вертолет.

Поддержку молодой изобретатель попытался получить в военном ведомстве. 10 сентября 1870 года на имя военного министра поступила докладная записка, подписанная неким Александром Лодыгиным: «Опыты, произведенные комиссией над применением воздушных шаров к военному делу, дают мне смелость обратиться к Вашему превосходительству с просьбою обратить Ваше внимание на изобретенный мною электролет — воздухоплавательную машину, которая может двигаться свободно на различных высотах и в различных направлениях и, служа средством перевозки груза и людей, может удовлетворить в то же время специально военным требованиям».

Главное инженерное управление военного министерства равнодушно отнеслось к идее электролета. Поручик И. В. Церницкий, которому поручили изучить проект, написал в заключении: «По моему мнению, на предложение г. Лодыгина нельзя смотреть серьезно и, тем более, дать ему практическое применение, и бесполезно было бы затратить на осуществление этого необходимого предложения и аппарата несколько тысяч рублей...». Даже если бы министерство поддержало проект, вряд ли опыты были бы удачными, время таких машин еще не наступило. Воздушные шары выглядели надежнее, чем электролет. Но первый отказ наложил матрицу на отношение к последующим проектам Лодыгина. Российское государство, отдавая должное его изобретениям, не спешило встать на их поддержку. Первый устойчиво управляемый вертолет поднялся в воздух в 1922 году в Америке, его построил выходец из России, и это случилось за год до смерти Лодыгина.

Несостоявшаяся смерть под газовым фонарем

Из-за неудачи с военным министерством Лодыгин на некоторое время уезжает во Францию — тамшнее правительство готово было финансировать его эксперименты по строительству электролета. По дороге Лодыгин чуть не погиб. Началась Франко-прусская война. Лодыгина приняли за шпиона и собирались повесить на газовом фонаре. Будущий отец яркого уличного света чуть было не задохнулся под тусклым газовым светильником. Но недоразумение удалось уладить. На этом злоключения не закончились. Лодыгину и во Франции пришлось хлебнуть лиха. По дороге у него украли чемодан с чертежами летательного аппарата, пришлось восстанавливать их по памяти. Чтобы платить за комнату он работал слесарем. Когда все начало налаживаться, стали строить опытный образец электролета, Франция проиграла войну и Лодыгину пришлось вернуться в Россию.



«Была копилка да свеча — теперь лампа Ильича»

Так в начале XX века рекламировали кампанию по электрификации России. Жаль, отчество Александра Лодыгина было Николаевич. «Лампочкой Ильича» изобретение Александра Лодыгина стало именоваться в 1920-х годах. В России лампа накаливания появилась в каждом доме, после того как по плану Владимира Ильича Ленина была осуществлена электрификация всей страны (ГОЭЛРО). Вождь пролетарской революции, родившийся в тот год, когда Лодыгин решил стать электротехником, был большим энтузиастом процесса электрификации. Базируясь на тезисе Маркса о капитализме как эпохе пара, Ленин считал, что эпохой электричества станет социализм. Отсюда и название — Лампочка Ильича.

Но прежде появилась лампочка Лодыгина. Пока изобретатель решал, как поднимет в воздух свой тяжеловесный аппарат, перед ним встал вопрос — как осветить внутреннее пространство электролета. Десятилетие между 1874 и 1884 годом было сравнительно спокойным и плодотворным. Он занялся учебой и решил довести до ума осветительный прибор. К этому времени эксперименты с электрическим освещением были не редкостью. Александр Лодыгин не получил систематического технического образования и парадоксальным образом это сделало его более смелым. Он первым в мире догадался выкачать из стеклянной колбы воздух и поместить туда угольный стержень, который накалялся под действием тока.

В 1872 году изобретатель впервые публично продемонстрировал свою лампу и подал «прошение на привилегию» на «способ и аппараты дешевого электрического освещения». Его лампы включались параллельно на одно и то же напряжение и могли иметь разную мощность, а источником питания для них служил генератор постоянного тока. Лампы Лодыгина были выполнены в виде стеклянного шарообразного сосуда, в котором были размещены два медных стержня диаметром 6 мм. К ним был прикреплен маленький стерженек диаметром 2 мм, выполненный из ретортного угля. Электричество подавалось по проводам через оправу, которая находилась над отверстием устройства.

Лодыгин вместе со своим помощником Василием Дидрихсоном основал «Русское товарищество электрического освещения Лодыгин и К^о». В 1873 году ему выдали патенты на лампу многие страны: Австро-Венгрия, Испания, Португалия, Италия, Бельгия, Франция, Великобритания, Швеция, Саксония, Индия и Австралия. Россия оказалась последней в списке стран, официально признавших, закрепивших за Лодыгиным это изобретение. 11 июля 1874 года Лодыгин получил российскую «привилегию» за № 1619. Чтобы не конфликтовать перед соседями, ее выдали задним числом, указав в патенте 2 октября 1872 года.

В последующих неудачах Лодыгина нельзя обвинять исключительно российское правительство. Он и сам многое сделал для этого. Вечно нуждающийся в деньгах, Лодыгин решил пуститься в биржевые спекуляции, но не оказался в числе счастливиц, которые разбогатели от торговли пами, не выдержал конкуренции с продукцией своего соотечественника — изобретателя Павла Яблочкова. «Свеча Яблочкова» появилась позже лампы Лодыгина, но была более яркой. К тому же правильно построенная реклама, выдвинула изобретение Яблочкова на первый план. К сожалению, соперничество, к которому подталкивали изобретателей акционеры, окончилось крахом. Яблочков, вопреки коммерческой логике, вступился за изобретение конкурента. Он считал, что не его свеча, а лампочка Лодыгина — путь в будущее. Такого поворота не поняли акционеры компании. Яблочков разорился и вскоре умер в бедности. Но кредит доверия, который он выдал своему конкуренту, Александру Лодыгину, не помог. Тот тоже разорился.

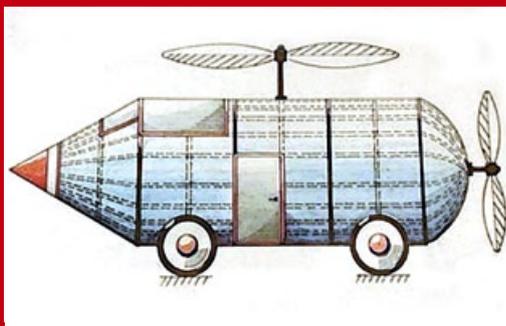


Схема электролета Лодыгина, 1870 г.



Лампа Яблочкова

Русский романтизм против американского прагматизма

Пока русские доказывали всему миру чье изобретение лучше, у них появился американский конкурент — Томас Эдисон. Этот человек был гением усовершенствования. Оригинальных идей у Эдисона практически не было, но, поймав тренд, он развивал чужое изобретение до совершенства и патентовал его. Известно, что принцип действия лампы Лодыгина Эдисон узнал от друга изобретателя — морского офицера Ахилла Хотинского. Через два года усовершенствовал лампу, заменив угольный стрержень угольной нитью, Эдисон запатентовал лампу как собственное изобретение, и подал судебный иск, чтобы запретить производство подобных ламп (то есть Лодыгина) в Европе. Но суды европейских стран встали на сторону русского изобретателя.

Новая страница в истории электрической лампы — это история мечтателя и реалиста. Реалистом был Эдисон, который понял какую экономическую выгоду сулит внедрение электрического освещения. Идеалистом был Лодыгин. Он мечтал о счастливой судьбе для России и на три года ушел из мира физики. Увлечшись идеями народников, поселился в их колонии под Туапсе. Когда власти прикрыли ее, Лодыгин вернулся в Петербург, работал на заводах и мирно совершенствовал свое изобретение.

В 1880 году он, наконец, получил окончательное признание на родине. Лодыгин стал действительным членом Русского технического общества и предложил новый вариант лампы — заполненной инертным газом и с нагревательным элементом в виде спирали. Был одним из основателей первого в России тематического журнала «Электричество». За участие в Венской электротехнической выставке 1884 года, где лодыгинские лампы произвели триумф, российское правительство наградило изобретателя орденом Станислава III степени. Но неожиданно все кончилось — Лодыгина припомнили грех народничества.

Соприкосновение с этим общественно-политическим движением стало судьбоносным и для Лодыгина, и для Ленина. После казни брата-народовольца Владимир Ильич решил идти другим путем, и это перевернуло будущее России. А Александр Лодыгин вынужден был уехать из России, сначала во Францию, затем в Америку и оказался на одном континенте со своим главным конкурентом — Эдисоном. Соперничество между изобретателями-ровесниками продолжалось годами. Хотел ли Лодыгин безусловного реванша? Да. Он совершенствовал свою лампу и посылал в Патентное бюро США все новые заявки. Но в бюрократической борьбе более ловким оказывался Эдисон. Он ждал, когда истекли сроки рассмотрения лодыгинских заявок, и заявлял свои.

В эмиграции Лодыгин женился на немецкой журналистке, руководил строительством заводов и первых метрополитенов, изобрел множество практических бытовых «мелочей» — электропечь, аппарат для сварки и резки металлов. Ему принадлежит изобретение, которое сейчас есть абсолютно в каждом доме — вилка и розетка. Но денег всегда не хватало. В результате он решил продать свой патент лампы с вольфрамовой нитью — самой перспективной, как оказалось впоследствии, — компании General Electric. Покупку через подставных лиц осуществили эмиссары Эдисона. Полученных денег семье Лодыгиных едва хватило на возвращение в Санкт-Петербург.

После возвращения, в России судьба Лодыгина складывалась не так уж и плохо. Он не стал миллионером, но занял достойное положение в обществе. Перед Первой мировой войной Лодыгин преподавал в Электротехническом институте и занимал высокий пост в строительном управлении Санкт-Петербургской железной дороги. Он даже был командирован управлением земледелия и землеустройства в Олонецкую и Нижегородскую губернии для выработки предложений об электрификации. Это случилось в 1914 году. Лодыгин снова попытался работать на военную промышленность, вновь предложил электролет и снова его не поддержали. В итоге, Лодыгин снова эмигрировал в Америку. Но и там в электротехнике для него не было места. Эдисон плотно перекрыл доступ ко всем коммерческим проектам. Лодыгин обнищал.



Лампа Лодыгина



Лампа Эдисона

Ему было уже за 70, когда Глеб Кржижановский предложил ему вернуться на родину для участия в разработке Государственного плана электрификации России (ГОЭЛРО). Но в тот момент, когда появилась формула коммунизма «советская власть плюс электрификация всей страны», Александр Лодыгин уже не вставал с постели. Он умер в 1923 году дав миру множество изобретений, из которых ни одно не получило его имени. В России лодыгинскую лампу накаливания долгое время называли «лампочкой Ильича», а во всем мире «лампочкой Эдисона».

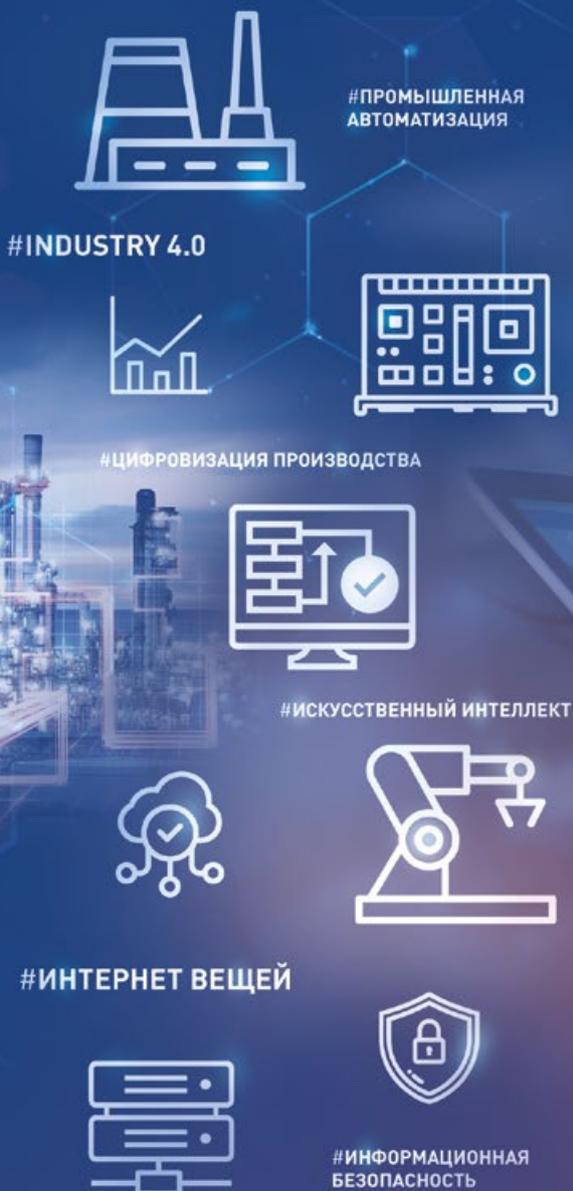
Но Александр Лодыгин не забыт. В семи городах России, в том числе в Екатеринбурге, улицы названы в его честь, хотя до славы Илона Маска ему далеко. Возможно, Маск отправит свой «электролет» на Марс, но даже в этом полете будет частица русского гения, опередившего время своими изобретениями.



ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

2021

КОНФЕРЕНЦИИ



24 МАРТА

ПТА - Уфа

📍 Nesterov Plaza Hotel

26 МАЯ

ПТА - Челябинск

📍 Бизнес-отель «ПаркСити»

29 СЕНТЯБРЯ

ПТА - Нижний Новгород

📍 Отель «Sheraton Нижний Новгород Кремль»

27 ОКТЯБРЯ

ПТА - Новосибирск

📍 Отель «Новосибирск Марриотт»

01 ДЕКАБРЯ

ПТА - Екатеринбург

📍 Novotel Екатеринбург Центр

Организатор

Экспотроника

+7 (495) 234-22-10

WWW.PTA-EXPO.RU

МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ ВЫСТАВКИ АПРЕЛЬ / МАЙ / ИЮНЬ

ОАЭ, Абу-Даби / 05.04–07.04

«World Future Energy Summit»

Международная выставка и саммит

Франция, Монбельяр / 09.04–12.04

«Salon Habitat et Economies d'energies Montbeliard»

Выставка

Москва / 14.04–15.04

«Биомасса: топливо и энергия»

Конгресс и выставка

Кыргызстан, Бишкек / 20.04–22.04

«EnergyExpo»

11-я Международная специализированная выставка

Москва / 21.04–22.04

«RAWI Forum»

Международный форум

Санкт-Петербург / 21.04–23.04

«Энергетика и электротехника»

Международная специализированная выставка

Индия, Хайдарабад / 23.04–24.04

«RenewX»

Выставка возобновляемой энергетики

Сочи / 26.04–27.04

«Атомэкспо»

Всемирная выставка ядерных технологий

Южная Корея, Дэгу / 28.04–30.04

«International Green Energy Expo Korea»

Международная выставка

Германия, Эссен / 04.05–06.05

«E-world Energy & Water»

Международная ярмарка и конгресс

Испания, Мадрид / 04.05–07.05

«Matelec»

Международная торговая выставка

Испания, Мадрид / 05.05–07.05

«Genera»

Международная выставка

Гонконг, Гонконг / 06.05–08.05

«Asian Elenex»

Международная азиатская выставка

ЮАР, Кейптаун / 11.05–13.05

«Power-Gen Africa»

Международная выставка и конференция

Казахстан, Алма-Ата / 12.05–14.05

«Power Kazindustry»

Международная выставка

Великобритания, Глазго / 13.05–14.05

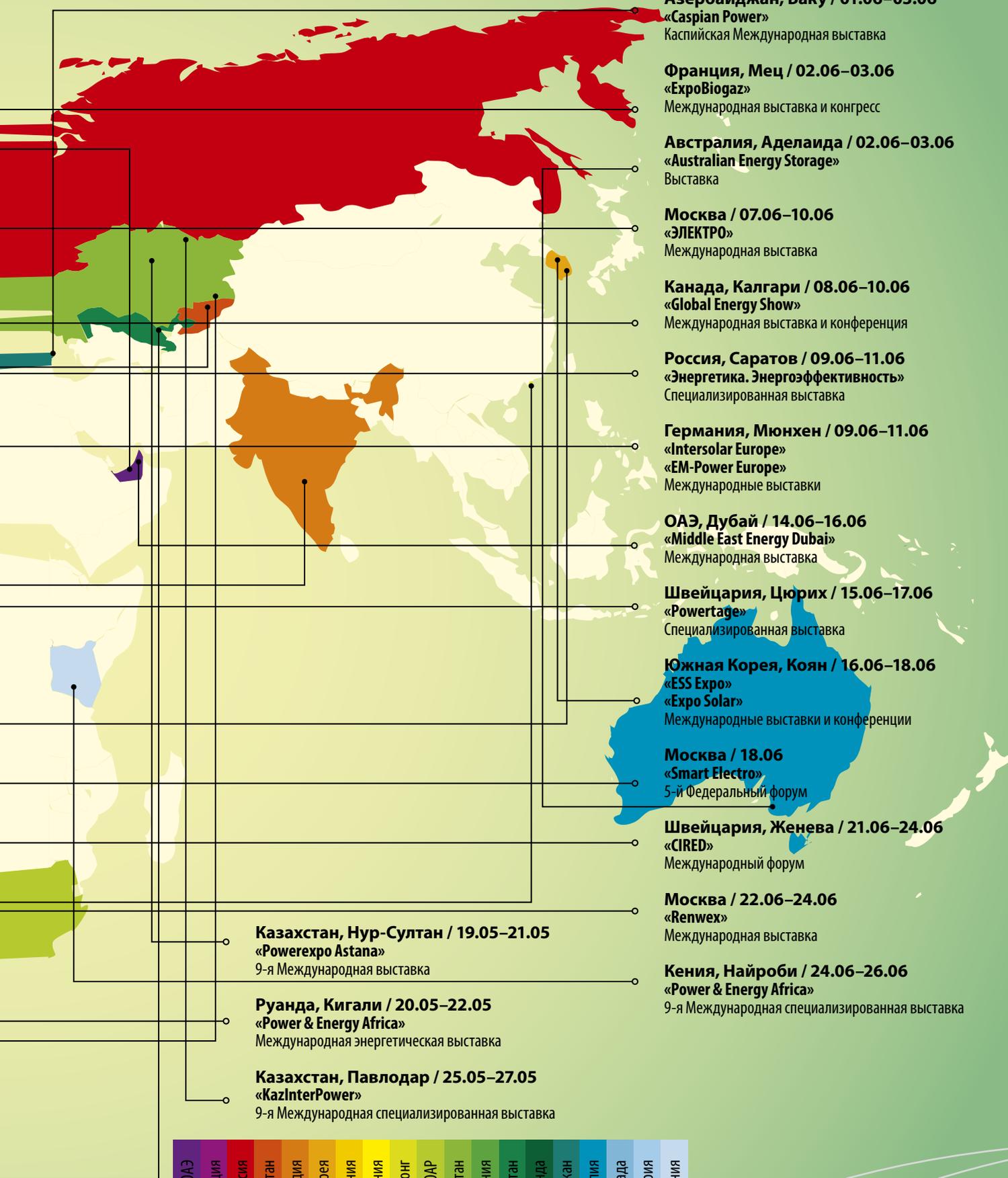
«All-Energy»

Международная специализированная выставка

Узбекистан, Ташкент / 18.05–20.05

«Power Uzbekistan»

Международная выставка



Азербайджан, Баку / 01.06–03.06

«Caspian Power»
Каспийская Международная выставка

Франция, Мец / 02.06–03.06

«ExpoBiogaz»
Международная выставка и конгресс

Австралия, Аделаида / 02.06–03.06

«Australian Energy Storage»
Выставка

Москва / 07.06–10.06

«ЭЛЕКТРО»
Международная выставка

Канада, Калгари / 08.06–10.06

«Global Energy Show»
Международная выставка и конференция

Россия, Саратов / 09.06–11.06

«Энергетика. Энергоэффективность»
Специализированная выставка

Германия, Мюнхен / 09.06–11.06

«Intersolar Europe»
«EM-Power Europe»
Международные выставки

ОАЭ, Дубай / 14.06–16.06

«Middle East Energy Dubai»
Международная выставка

Швейцария, Цюрих / 15.06–17.06

«Powertage»
Специализированная выставка

Южная Корея, Коян / 16.06–18.06

«ESS Expo»
«Expo Solar»
Международные выставки и конференции

Москва / 18.06

«Smart Electro»
5-й Федеральный форум

Швейцария, Женева / 21.06–24.06

«CIRED»
Международный форум

Москва / 22.06–24.06

«Renwex»
Международная выставка

Кения, Найроби / 24.06–26.06

«Power & Energy Africa»
9-я Международная специализированная выставка

Казахстан, Нур-Султан / 19.05–21.05

«Powerexpo Astana»
9-я Международная выставка

Руанда, Кигали / 20.05–22.05

«Power & Energy Africa»
Международная энергетическая выставка

Казахстан, Павлодар / 25.05–27.05

«KazInterPower»
9-я Международная специализированная выставка

Евро	Франция	Россия	Кыргызстан	Индия	Южная Корея	Германия	Испания	Тонконт	ЮАР	Казахстан	Великобритания	Узбекистан	Руанда	Азербайджан	Австралия	Канада	Швейцария	Кения
------	---------	--------	------------	-------	-------------	----------	---------	---------	-----	-----------	----------------	------------	--------	-------------	-----------	--------	-----------	-------



EMS VCS 3

Синтезатор Synthi-100

Траутониум

Волны Мартено

Пришествие синтезатора

Лариса Романова, музыковед, культуролог, доцент, кандидат педагогических наук

*«Это совершенно удивительная сторона дела — технология обогнала человеческую фантазию»
Композитор Эдуард Артемьев*

Не видите толк в синтезаторе? Будьте прагматичны: последуйте примеру успешного рок-электронщика Уилла Джексона, который с помощью низкочастотного синтезатора Serge общался с китами во время гринписовской экспедиции. Надо только создать «китовую песню» и выйти на контакт. А если вы еще больший прагматик, найдите любителей других частот и установите нужный контакт под автоаккомпанемент обычной Yamaha. В народнохозяйственных или личных целях.

«Рассада»

Если кто-то, заслышав из детского садика звуки оркестровых инструментов или джаз-ансамбля, недоумевает — напрасно. Равняйтесь на премьер-министра Мишустина, который осведомлен о дошкольном воспитании и о том, что детские песенки сейчас прилично исполнять при поддержке *синтезатора*. Это — некорректное, но утвердившееся название электроинструмента с клавиатурой, привычной и удобной как для музыкальных руководителей, так и для детей, и целое музыкально-воспитательное направление, со своими программами и методиками. Обеспечивая и опережая спрос, музыкальная промышленность выпускает веселые детские синтезаторы-игрушки, на которых малышня приобщается к музицированию.

Но Минпросвещения смотрит дальше, и синтезатор занимает свое место в детских школах искусств и в общеобразовательных школах: продвинутой детворе с гаджетами в карманах негоже отставать в сфере музыкального обучения и досуга, а педсоставу надо отчитываться о внедрении инновационных технологий. Синтезатор выполняет роль одного из аген-

тов информатизации музыкального обучения, а заодно — «универсализации» творческой подготовки подрастающего поколения: предполагается, что аппарат поможет вырастить из вашего чада композитора, исполнителя и звукорежиссера в одном флаконе. И это не лишено оснований, стоит только воодушевленным школьникам прикипеть к сцене.





Роберт Муг и его синтезатор



Кит Эмерсон («The Nice», «ELP»)



Рик Уэйкман («Yes»)



Джон Лорд («Deep Purple»)



Клаус Шульце

Рок-прорыв

Молодежь конца 1960-х, образуя рок-группы, внесла в музыку мощную эмоциональную энергетику и поток ослепительных тембров — новый sound, потребовавший технологической революции, нового инструментария. Даже название знаменитой группы «Genesis» было придумано как «создание нового звучания и нового ощущения». Случайно ли, что самоопределение рока в середине 1960-х совпало с созданием Робертом Мугом синтезатора своего имени, который в портативном варианте MiniMoog стремительно набирал популярность? Электроакустический или синтезированный звук постепенно превратился в приоритет, и особую роль в этом процессе сыграли выдающиеся рокеры.

Среди трех британских суперклавишников поклонник классики Джон Лорд («Deep Purple») начал соединением электрооргана Hammond с динамиками Marshall — для соответствия уровню хард-рока, а позже объединил Hammond C3 Organ с электропианино RMI. Его конкурент Кит Эмерсон («The Nice», «ELP»), тоже искусный в классике и прививавший ее року, стал пионером внедрения Moog в рок-стихию, предпочитая целый набор синтезаторов и дополняя исполнение действием с батареями, проводами, ручками и осциллографами. Вослед и Лорд в некоторых проектах обратился к электропианино Yamaha CP-70 и к разнообразным синтезаторам из арсенала фирмы Moog (MiniMoog, Orus, Polymoog). Третий из «великой тройки» клавишников — Рик Уэйкман («Yes» и др.) — использовал орган, фортепиано, орган Хаммонда, меллотрон, синтезаторы MiniMoog и иные.

Из немецкой рок-группы «Tangerine Dream», созданной Эдгаром Фрëзе и начинавшей в стиле краут, вышел выдающийся композитор Клаус Шульце; свой второй альбом он записал с синтезатором EMS VCS 3 и далее широко опирался на технику MiniMoog. Сам краут-рок обязан рождением электронным экспериментам Второго авангарда и более всего — опытам Карлхайнца Штокхаузена, у которого учились будущие рокеры группы «Can». В 1970-х «Tangerine Dream» последовательно усиливала работу с электроникой, перейдя на синтезаторы и секвенсоры, а еще позже добавила сэмплы, чему следовал и Шульце. Они стали основоположниками Берлинской школы электронной музыки, к которой примыкают Михаэль Хëниг, группы «Ash Ra Tempel», «Agitation Free» и другие.

Эстетика рока с синтезаторными и секвенсорными технологиями создала принципиально новые, «космические» и завораживающие, нередко волшебные по красоте звучания, новое пространственное видение и слышание, эффект surround sound (объемный звук). Его предвосхитила «Pink Floyd» на концерте в Queen Elizabeth Hall (1967) с квадрофонической акустической системой, а почти десятилетием раньше — Штокхаузен в пьесе «Контакты».

Развитие электроник-рока привело к инструментальному стандарту из электрогитары, бас-гитары, ударных и синтезатора, с перспективой на грядущие десятилетия: роль MiniMoog в прогрессив-роке, джаз-роке и арт-роке стала определяющей. Разумеется, этот процесс стимулировал и массовое производство синтезаторов. А теперь уместно напомнить предысторию.

«Tangerine Dream». Эдгар Фрëзе, Кристофер Франке, Михаэль Хëниг



Предтечи и прообразы

Предназначение настоящего синтезатора — генерирование звука на основе электроколебаний, поэтому генераторы суть сердце устройства, отвечающее не только за рождение звука, но и за его разносторонние качества, и — при наличии *sample playback* — за воспроизведение простых или сложных сэмплов (готовых звукотембров). В союзе с блоками фильтров (управляющих частотами, обертонами, резонансом, плавающим эффектом), с блоком усилителя, с генератором огибающей (изменяющим звук во времени), с эффект-процессорами и с другими чудесами техники они дают возможность не только качественно и креативно использовать уже известные тембры, но и получать совершенно новые, небывалые, а кроме того, объединять их в звуковые программы — пэтки. Подобным звукотворческим потенциалом совсем не обладает школьно-домашний синтезатор-самозванец, являющийся по сути просто ромплером, который только хранит в памяти и воспроизводит сэмплы.

В обыденном сознании синтезатор — именно многотембровый инструмент, и специалисты из числа любителей парадоксов считают синтезатор изобретением Древнего Рима, когда начал распространение орган, впоследствии титулованный «королем музыкальных инструментов». Его регистры, имитирующие звучание разных духовых и струнных инструментов, плюс гибридные регистры сразу приходят на память при знакомстве с синтезатором. Но и симфонический оркестр в общем смысле — тоже «супер-синтезатор»; недаром же «король» в эпоху расцвета тембровой фантазии композиторов-романтиков «примерил» оркестровый наряд и стал «симфоническим органом». С 1960-х оба — оркестр и орган — выступали как соучастники и в проектах рокеров, и в опусах композиторов-электронщиков.

Неудивительно, что изобретатель первого электромузыкального синтезатора Таддеус Кэхилл (1897, США) заставил свой «Телармониум» имитировать именно церковный орган. И рок-клавишники часто предваряли обращение к синтезатору работой на электрооргане «Hammond» (1935, США) — единственном коммерчески успешном и актуальном электромеханическом потомке «короля», увековечившем Лоуренса Хаммонда. Многие современные синтезаторы включают эмулятор (копирирователь) звуковой палитры этого аппарата как эстетическую ценность. Однако орган и сегодня не стоит на месте, поражая нас на концертах экстраординарного и супер-продвинутого Кэмерона Карпентера.

Уникальный органист-виртуоз, владеющий невероятной педальной техникой и безграничной властью над пятью мануалами, Карпентер стирает грани между жанрами, стилями и эпохами, между академической и массовой культурами, между аудиторией «ботаников и викариев» и аудиторией поп-панка. Прежде всего, благодаря репертуару от Баха до Терри Райли, от Шопена до Эллингтона, Пяццоллы и самого себя, благодаря импровизациям в стилях фолк, соул, джаз, диско и поп, органным аранжировкам оркестровых произведений, вплоть до симфоний. Но с 2014 года — еще и благодаря особому, личному органу, сконструированному по его же проекту американской фирмой Marshall & Ogletre для международных туров, откуда и имя — «International Touring Organ».

Этот орган называют шедевром музыкальной инженерии XXI века: электроника, 6-клавиатурная консоль (пять мануалов и педаль), инновационная 52-канальная акустическая система (масштабируется согласно залу), мейнфрейм для управления, и главное — звук! Клавиши соединены с цифровыми записями звучаний более двадцати отобранных Карпентером органов разных стран: «Каждая нота каждого регистра — результат очень долгой и сложной записи с использованием множества микрофонов в разных частях по всему органу». Не будучи синтезатором, этот инструмент, видимо, претендует на роль *мега-ромплера*; «королевская генетика» соединяется, как утверждает Карпентер, с чисто американским экспансионизмом. На этом закончим витиеватые связи синтезатора с органом и вернемся к инженерной мысли, искавшей технологии синтеза звука.



Телармониум Кэхилла (фасадная часть)



Телармониум Кэхилла (скрытая часть)



Электроорган «Hammond»



Кэмерон Карпентер и его уникальный электроорган





Эдуард Артемьев за Synthi-100



Запись «Музыкального приношения» (1971).
Артемьев, Шнитке, Немтин, Денисов,
Булошкин, Губайдулина, Крейчи. АНС



Евгений Мурзин за своим инструментом АНС



Большой аппарат
Гельмгольца



АНС

Первенцы и легенды

Перечислять все изобретения на этом плодотворном пути нет возможности, но отметим принципиальные вехи. Идея соединения электромагнитных возбуждателей, камертонов и клавиш для получения звука нужной частоты возникла у Германа Гельмгольца и была реализована в 1850–1860-х годах как «Большой аппарат Гельмгольца для соединения тембров из 10 гармоник». О 200-тонном гиганте «Телармониуме» Таддеуса Кэхилла, который в силу непрактичности не мог закрепиться в XX веке, упомянуто выше. Зато «Волны Мартено» (Ondes Martenot, 1928), с их 7-октавной фортепианной клавиатурой, ламповым генератором, кольцом с нитью, «смычковой» кнопкой, переключателями тембров и прочими затеями, обеспечивающими незабываемо прекрасный звук, оказались востребованы композиторами и исполнителями. Морис Мартено получил золотую медаль Всемирной выставки в Париже (1937), способствовал открытию в Парижской консерватории класса Волн Мартено и почти всю жизнь совершенствовал конструкцию, которую причисляют к монофоническим синтезаторам.

Жизнь на модернизацию любимого инструмента «Траутониум» Фридриха Траутвайна (1930, Берлин) положил и ученик Хиндемита Оскар Сала. Фирма Telefunken пыталась внедрить этот аналоговый синтезатор (с ламповыми генераторами, колебательным контуром, с формантными фильтрами и резистивными полосами вместо клавиатуры) в массы как «народный траутониум». Однако даже с поздней электросхемой он остался штучным продуктом, и Сала создал на нем замечательные саунды ко многим фильмам.

В СССР инженерная мысль тоже кипела, но среди разнообразных клавишных и неклавишных инноваций (вариофон, экводин, компанола, синтезук и пр.) выделялся «АНС» — первый фотооптический полифонический студийный синтезатор-секвенсор, не имевший мировых аналогов. Военный инженер Евгений Александрович Мурзин начал его разработку в 1938-м, а завершил в 1958-м, присвоив аббревиатуру имени композитора Александра Николаевича Скрябина. В студии при музее Скрябина, где с АНС работала талантливая молодежь: Андрей Волконский, Александр Немтин, Петр Мещанинов, Станислав Крейчи, Олег Булошкин, Эдуард Артемьев, Шандор Каллош, Альфред Шнитке, Эдисон Денисов, Софья Губайдулина, — и родилась советская электронная музыка, ветвь музыкального авангарда. На АНС адекватно зазвучали «неземные» темы гагаринского 1961 года: «В космосе» Артемьева и Крейчи, «Звездный ноктюрн» Артемьева. Сюда приезжали молодые американские композиторы и Мишель Легран, Янис Ксенакис, режиссеры Андрей Кончаловский, Андрей Тарковский, Фрэнсис Коппола, Микеланджело Антониони — слушали и поражались. Но студию прикрыли после смерти Мурзина (1970), АНС перевозили на разные площадки, и теперь он в Российском национальном музее музыки.

По счастью, в 1971 году появился выдающийся для своего времени крупномасштабный модульный синтезатор Синти-100 (Synthi-100) — детище синтезаторной компании EMS (Electronic Music Studios, 1969, Лондон), основанной изобретателем Петром Зиновьевым, композитором-электронщиком Тристрамом Кэри и инженером-электронщиком и программистом Дэвидом Кокереллом. Выше упоминался VCS 3 — их первый коммерческий синтезатор, популярный у рок-групп, ибо его матричная коммутационная панель создала степень взаимосвязанности, превосходящую конкурирующий MiniMoog. Синти-100 объединял три VCS 3, имел 12 генераторов «фантастического качества», компьютер и цифровой секвенсор на 256 шагов: «Наша студия стала знаменита на весь мир. К нам приходили «The Who», «Pink Floyd», David Bowie, «Kraftwerk», «Deep Purple», Jean Michel Jarre, Brian Eno, «King Crimson». Однажды пришел сам Пол Маккартни, и все мои секретарши упали в обморок, когда увидели его» (П. Зиновьев). Синти-100 широко использовался в продукции BBC, а в СССР, где на фирме «Мелодия» его установили сами производители, — в работе фирмы и Мосфильма. Этим гигантам советской культурной индустрии мы обязаны созданием и сохранением шедевров синтезаторных композиций, поскольку именно наши композиторы и исполнители открыли безграничные возможности Синти-100. Но кинематограф вообще принял синтезаторы как persona grata.

Территория свободы

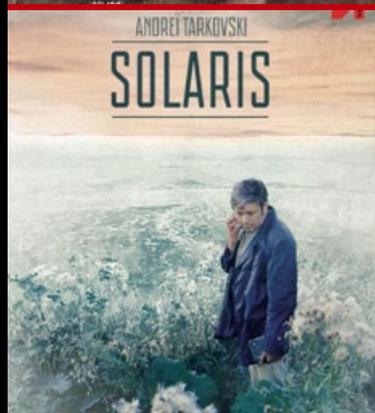
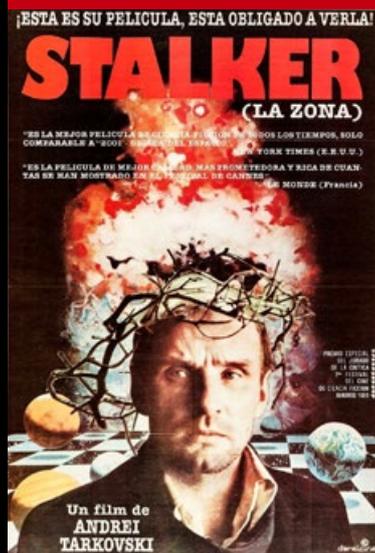
В фильме, где хозяин — режиссер, композитор, казалось бы, связан по рукам и ногам. Но ситуации разнотипны. Иные режиссеры предоставляли такую свободу, что она больше всего и сковывала. Например, Тарковскому музыка вообще была «не нужна» (на то были Бах, классика), он хотел «состояний», «атмосферы», внутренне ясно ощущая «всю звуковую партитуру картины». Маг электронной музыки Эдуард Артемьев колдовал на АНС в «Солярисе», где синтезированные звучания стали образцом звуков-кентавров (шумомузыки) и лейтобразом мыслящего Океана; на Синти-100 — в «Сталкере», где он занимался «таинственной звукописью», благо, техника удовлетворяла любые фантазии. Синти-100 звучит у него в фильмах Михалкова, Кончаловского, Абдрашитова и др.

Естественно, что в таких картинах, как «Звездные войны» Джорджа Лукаса и «Апокалипсис сегодня» Коппола Бен Бёртт и Уолтер Мёрч использовали возможности синтезатора. Характеристика робота или звучания частей вертолета выполняли образно-драматургическую функцию, как и концептуальное применение электронно-генерированных голосов птиц у Альфреда Хичкока («Птицы»), звучащих подобно скрежещущим механизмам и наводящих ужас.

Особой художественной свободой располагает анимация, с ее удивительными и непредсказуемыми мирами и героями, поэтому здесь вольно себя чувствуют и синтезированные звучания, прежде всего — звуки-кентавры. Если настольная электролампа играет в мячик, то к записи скрипки пружин реальной лампы добавляются искусственные звуки (Джон Лассетер, «Лухо Jr»). Если лягушки и насекомые соседствуют с фантастическими персонажами, то для их движений и трансформаций тоже используются звуко-синтезы («Кважды ква», композитор М. Лобко); ну и, конечно, для Бабы-Яги, Кащея и Змея Горыныча с их атрибутами грешно не обратиться к синтезатору (мультсериал «Баба-Яга против!», композитор Э. Артемьев). Собственно, каждый может добавить свои примеры, вникнув в звуковой дизайн (как говорят в Голливуде) любимых мультфильмов. Но возьмите на заметку: легендарный АНС можно услышать в саундтреке Губайдулиной к мультсериалу «Маугли»!

Синтезатор находится в развитии, связанном с неумолимым прогрессом компьютерных технологий. Однако налицо и рост интереса к аналоговым инструментам полувековой давности, далеко не исчерпавшим свои возможности. Замечательный аппарат живет в широком диапазоне от масскульта до профессиональных экспериментов, от пресс-рекламы «Каждому пикнику нужен синти» до философских выводов: «акустические инструменты — это продолжение руки человека, а синтезатор — продолжение души человека».

ЭС





ЭЛЕКТРО

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



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

7–10 ИЮНЯ 2021

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
Краснопресненская наб., 14
Павильон №2 (залы 1, 2)
www.elektro-expo.ru



 **ЭКСПОЦЕНТР**



12+

Реклама



**ЭЛЕКТРО
МАРКЕТ**
ВАЖНЫЕ СВЯЗИ
ДЛЯ ВАЖНЫХ ДЕЛ



**ЭЛЕКТРО
TALK**
РАЗГОВОРЫ
С ТОЛКОМ



**ЭЛЕКТРО
SKILLS**
ПРОКАЧАЙ НАВЫКИ
И КОМПЕТЕНЦИИ

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