

16+



**КРУГЛЫЙ СТОЛ**  
«Накопители энергии:  
технологии и тренды»  
стр. 26



**КРУГЛЫЙ СТОЛ**  
«Энергоэффективные  
решения в светотехнике»  
стр. 68



[www.marketelectro.ru](http://www.marketelectro.ru)



# РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ежеквартальный журнал



**ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ**

стр.6

**Накопители энергии: технологии и тренды**

стр.31

**АРМ Монтажника в ПО «Пирамида 2.0»:**  
управление процессом установки и замены приборов учёта

стр.32

**Устройство тестирования** параметров передачи  
дискретных сигналов и команд РЗ и ПА

стр.35

**Обзор российского рынка**  
трансформаторов

стр.49

**Энергоэффективные решения** в светотехнике

РЕГИОНЫ НОМЕРА: ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ,  
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ



KOPOS

# MDFZ KEFZ

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКА  
В УТЕПЛЁННЫЙ ФАСАД



## **KEFZ 80\_KB / KEFZ 80/VDZ\_KB**

- электроустановочная коробка в утеплённые фасады
- два комплекта: оба с электроустановочной коробкой, один комплект с необходимым инструментом для монтажа
- подходит для дооснащения уже смонтированных фасадов с толщиной утепления от 80 мм
- идеально подходит для контактного утепления фасадным пенопластом и минеральной ватой



## **MDFZ 80\_KB / MDFZ 80/VDZ\_KB**

- монтажная плата в утеплённые фасады для укрепления небольших электроустановочных элементов (камеры, датчики, малые светильники)
- два комплекта: оба с электромонтажной платой, один комплект с необходимым инструментом для монтажа
- подходит для дооснащения уже смонтированных фасадов с толщиной утепления от 80 мм
- идеально подходит для контактного утепления фасадным пенопластом и минеральной ватой



# МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И. КОЗЛОВА —

крупнейший производитель электротехнического  
оборудования на территории СНГ

Силовые  
трансформаторы

Комплектные  
трансформаторные  
подстанции

Многоцелевые  
трансформаторы



Система качества  
предприятия  
сертифицирована  
на соответствие  
стандартам  
качества  
ISO 9001



Широкая  
дилерская  
сеть

Гарантия производителя

**5 лет**

\* - на силовые трансформаторы



Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Уральская, 4.

Тел.: +375 (17) 374-93-01, 374-94-70, 330-23-28

[info@metz.by](mailto:info@metz.by)

[www.metz.by](http://www.metz.by)



# КОНКУРС ЭЛЕКТРОРЕКЛАМА



Прием заявок с 15 января 2023 г.  
[www.marketelectro.ru/electroreklama](http://www.marketelectro.ru/electroreklama)

организатор:

**РЫНОК** ..... [www.marketelectro.ru](http://www.marketelectro.ru)  
**Электротехники**  
ежеквартальный журнал-справочник

**УЧРЕДИТЕЛЬ:**

ООО «Издательская группа  
«Индастриал Медиа»

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

Тимур Асланов  
editor@marketelectro.ru

**ПРОДАЖА РЕКЛАМЫ:**

ООО «Нормедиа»

**ДИРЕКТОР ПО РЕКЛАМЕ:**

Вероника Асланова  
reklama@marketelectro.ru

**МЕНЕДЖЕР ПО РЕКЛАМЕ:**

Наталья Коробейникова

**ОТДЕЛ ПОДПИСКИ**

podpiska@marketelectro.ru

**МЕНЕДЖЕР ПО ВЫСТАВОЧНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**

event@marketelectro.ru

**ТРАФИК-МЕНЕДЖЕР:**

Дарья Каткова  
trafficro@gmail.com

**ДИЗАЙН, ВЕРСТКА:**

Вероника Волгарева

**КОРРЕКТУРА:**

Инна Назарова

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

127018, г. Москва, ул. Полковая, д. 3, стр. 6, оф. 210  
Тел./Факс: (495) 540-52-76 (многоканальный),  
e-mail: reklama@marketelectro.ru  
www.marketelectro.ru

Все рекламируемые товары и услуги подлежат обязательной сертификации. За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет. Воспроизведение информации в полном объеме, частями, на магнитных носителях либо в ином виде без письменного разрешения ООО «Нормедиа» запрещено. Редакция не несет ответственности за изменения реквизитов организаций, связанные с перерегистрацией, переездом или прекращением деятельности после проверки данных.

Формат 210 × 290.

Подписано в печать 14.11.2022 г.

Отпечатано в АО «Красная Звезда»  
125284, г. Москва Хорошевское шоссе, 38  
Тел.: (495) 941-32-09, (495) 941-34-72,  
(495) 941-31-62  
http://www.redstarprint.ru  
E-mail: kr\_zvezda@mail.ru

Распространяется бесплатно  
и по подписке.

**Тираж 15 000 экз.**

Заказ №: 4896-2022

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-33773 от 17.10.2008 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций (журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия – свидетельство ПИ № ФС77-21649 от 15.08.2005 г.).

# К читателю

Вот и подошел к концу 2022 год. Непростой для всех нас и для рынка электротехники в том числе. Вступая в 2023-й, хотим пожелать всем нашим читателям и экспертам чтобы следующий год был лучше, интереснее, прибыльнее и был менее турбулентным. Ну а мы будем, как всегда, следить за всеми трендами и актуальными событиями и рассказывать о них вам.

А в четвертом номере, который вы держите в руках, мы рассказываем о том, что происходит на рынке накопителей энергии, какие технологии сегодня развиваются наиболее активно. На какие тенденции важно посмотреть наиболее пристально.

Также в фокусе нашего внимания – энергоэффективные решения в светотехнике. Энергоэффективность сегодня важна как никогда. И мы решили разобраться, что интересного в этой сфере происходит в России и какие есть проблемы и перспективы.

Регионы номера: Центральный и Сибирский Федеральные округа

Как всегда – обзор, аналитика, ключевые события и ответы на актуальные вопросы.

Приятного и полезного чтения! И с Новым годом!!

*Команда проекта «Рынок Электротехники»*

# ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ

**Новости Энергетики**  
стартует 26 октября 2020

**www.metz.by**

**Ирак и ОАЭ разработаны планы по компенсации перепроизводства по соглашению ОПЕК+**

**Стартует 15 сентября 2020 года**

**Новости Энергетики**  
«Россети Тюмень»: выборы в Западной Сибири под контролем энергетиков

**Новости Энергетики**  
www.novostienergetiki.ru

# НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

## ВСЁ О СОБЫТИЯХ И ЛЮДЯХ В ЭНЕРГЕТИКЕ!

**ТЕМА НОМЕРА**

Накопители энергии:  
технологии и тренды 6

**КРУГЛЫЙ СТОЛ**

Накопители энергии:  
технологии и тренды 26

**ПРИБОРЫ УЧЕТА**

АРМ Монтажника в ПО «Пирамида 2.0»:  
управление процессом установки  
и замены приборов учета 31

**АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Устройство тестирования параметров  
передачи дискретных сигналов  
и команд РЗ и ПА 32

**ТРАНСФОРМАТОРЫ**

Обзор российского рынка  
трансформаторов 35

**РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ**

Энергоэффективные решения  
в светотехнике 49

**КРУГЛЫЙ СТОЛ**

Энергоэффективные решения  
в светотехнике 68

**РЕГИОН НОМЕРА**

Новости ПАО «Россети Центр» 74

Обзор электроэнергетики  
Центрального федерального округа 76

Новости ПАО «Россети Сибирь» 90

Обзор электроэнергетики  
Сибирского федерального округа 93

Адресное распространение  
журнала «Рынок Электротехники».  
Выборочный список 124



# НОВЫЕ БЕЗГАЛОГЕННЫЕ КАНАЛЫ

- современный дизайн
- продуманные крышки для легкой и быстрой установки СУИ
- для установки СУИ в многоместных рамках используется коробка КР 80 РК HF
- простой и удобный монтаж
- прочная конструкция благодаря двойной стенке

- безопасные каналы для применения не только в местах с повышенной концентрацией людей и ценностей
- безгалогенные продукты не выделяют токсичных дымовых газов при сгорании

[www.kopos.com](http://www.kopos.com)

ИНСТРУКЦИЯ  
ПО УСТАНОВКЕ



# Накопители энергии: технологии и тренды

Альбина Новикова

**В настоящее время под влиянием цифровизации, распределенной генерации и автоматизации активно развивается новая модель электроэнергетики. В условиях перехода к интеллектуальному управлению и низкоуглеродной экономике возрастает потребность в системах накопления энергии (СНЭ) – устройствах, которые используются для обеспечения бесперебойного электроснабжения либо в качестве эффективного инструмента поддержки энергосистемы в периоды краткосрочной нестабильности. Кроме того, накопители играют важную роль в автономных системах с использованием возобновляемой энергии, повышая стабильность и надежность энергообеспечения потребителей.**

В XXI веке появилось множество новых технологий, полностью меняющих окружающий мир. Какие-то из них просто облегчают жизнь человека, другие вносят в нее кардинальные перемены. Кроме них есть и те, что уже в ближайшем будущем способны коренным образом изменить всю структуру мировой экономики. К таким технологиям, по мнению аналитиков международной консалтинговой компании McKinsey Global Institute, относятся системы накопления и хранения энергии в больших масштабах.

Накопители энергии – это системы, способные одновременно и синхронно производить и потреблять ресурс, а также хранить энергию в различных формах с использованием топливных элементов, аккумуляторов, конденсаторов, маховиков, сжатого воздуха, гидроаккумуляторов, супермагнитов, водорода и т.д.

По оценкам экспертов исследовательской компании BloombergNEF (BNEF), к концу 2030 года емкость СНЭ (без учета мощности гидроаккумулирующих электростанций) возрастет до 358 ГВт/1 028 ГВт\*ч, что в 21 раз превышает показатель, зафиксированный в 2020 году (17 ГВт/34 ГВт\*ч).

Ожидается, что в период 2021-2030 гг. суммарная емкость систем накопления энергии в мире возрастет на 345 ГВт, что сопоставимо с мощностью нынешней энергосистемы Японии.

В отчете BNEF «2021 Global Energy Storage Outlook» исследователи отмечают, что стремительное развитие рынка накопителей требует инвестиций в сумме, превышающей 262 млрд долл. По некоторым оценкам, к 2035 году в технологии накопления и хранения электроэнергии может быть инвестировано от 500 до 700 млрд долл.

## Перспективная технология

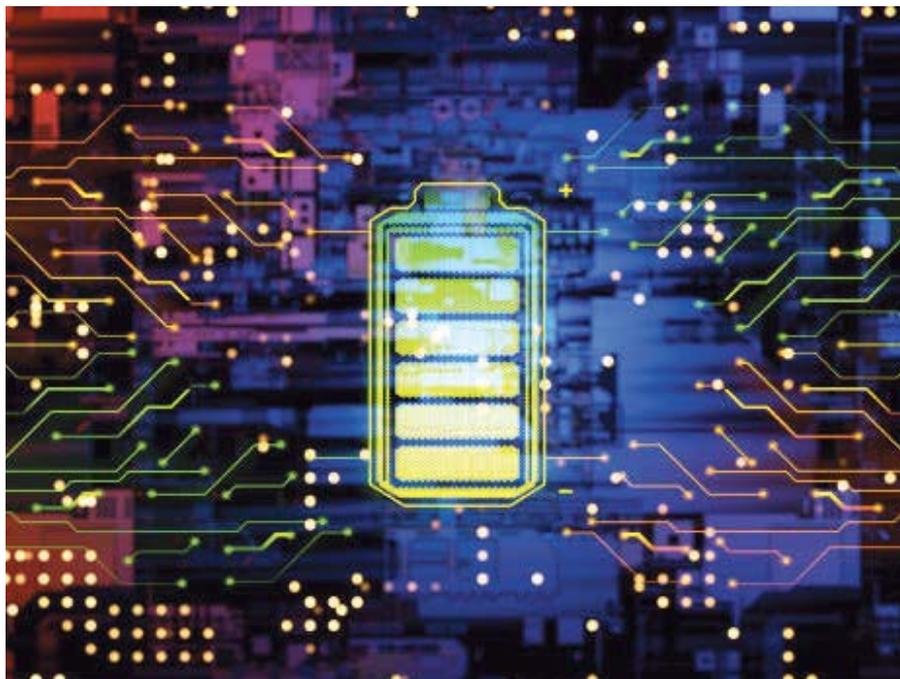
Рост спроса на электротранспорт в мире и курс мировой экономики на декарбонизацию стали основными драйверами роста объемов рынка СНЭ. Системы накопления открывают новые возможности для повышения качества управления режимами и улучшения экономических показателей функционирования энергетики на всех этапах производства, передачи и распределения электроэнергии. Поэтому прорывной технологией заинтересовались многие развитые страны.

По оценкам экспертов, двумя крупнейшими рынками, на которых к 2030 году будут функционировать более 50% глобальных систем хранения энергии, являются США и Китай.

Отдельные штаты и энергетические предприятия объявили о своем стремлении к чистой энергетике, что способствует быстрому разворачиванию накопителей в США. Китай планирует построить новые СНЭ суммарной мощностью 30 ГВт к 2030 году.

Ускоренное внедрение устройств хранения энергии стимулируют более строгие правила интеграции ВИЭ в существующие модели энергорынков. Многие специалисты уверены в том, что возобновляемые источники энергии требуют особой гибкости энергосистемы и не могут нормально работать без устройств накопления электроэнергии.

В число крупнейших участников рынка накопителей также входят Индия, Австралия, Германия, Великобритания и Япония. Общей движущей силой, стимулирующей развитие перспективной технологии в этих странах, является политическая поддержка, взятые на себя амбициозные обязательства в отношении климата и растущая потребность в гибкой генерации энергоресурсов, соответствующей потребностям энергосистем.



Например, в Германии для развития накопительных устройств был разработан государственный проект стоимостью 25 млн евро. В рамках этого проекта гранты предоставляются тем потребителям, кто готов интегрировать накопители в существующие системы фотоэлектрических панелей.

В 2020 году в стране было установлено 88 тыс. бытовых накопителей, а их общее число достигло отметки в 272 тыс. штук. Ожидается, что в Германии к 2030 году емкость СНЭ должна возрасти с нынешних 2,4 ГВт\*ч до 18 ГВт\*ч.

Йи Чжоу, специалист по чистой энергии в BNEF и ведущий автор отчета «2021 Global Energy Storage Outlook», утверждает, что снижение стоимости аккумуляторных батарей и увеличение доли альтернативной энергетики в мировой генерации электричества делают накопители неотъемлемым гибким ресурсом во многих энергосистемах. При этом увеличивается масштаб проектов с использованием систем накопления энергии, растут сроки хранения и реализованные решения всё чаще сочетаются с ВИЭ.

Аналитики из BNEF утверждают, что 55% СНЭ, построенных к 2030 году, будут обеспечивать сдвиг энергопотребления (перенос потребления выработки «зеленых» электростанций на время, когда потребность выше) и возможность строительства комбинированных объектов, в которых технологии альтернативной энергетики (особен-

но солнечной и ветряной генерации) интегрируются с аккумуляторными хранилищами. В перспективе это станет обычным явлением во всём мире.

По оценкам специалистов, к 2030 году объем накопителей, установленных на бытовых, коммерческих и промышленных объектах, составит около 25% мировых установок СНЭ. Функцию основной движущей силы будет выполнять желание потребителей использовать больше собственной солнечной энергии и иметь в своем распоряжении резервный источник питания.

### Области применения СНЭ

Системы накопления энергии способны одновременно управлять активной и реактивной мощностью, выполнять функцию фильтра высших гармоник, компенсировать асимметричные напряжения. На сегодняшний день стоимость аккумуляторных хранилищ достаточно высока, поэтому эффективность СНЭ может быть повышена за счет совмещения в одном устройстве нескольких функций.

Накопители электрической энергии позволяют решить ряд важных задач:

**1. Повышение эффективности объектов генерации с использованием ВИЭ и их интеграция в традиционные энергетические системы.** Мощность «зеленых» электростанций (прежде всего СЭС и ветропарков) спрогнозировать сложно. Стохастичностью отличаются также и графики

нагрузки потребителей. Соблюдение баланса активной мощности приводит к ее недоиспользованию при профиците энергии или становится причиной ограничения нагрузки в условиях ее нехватки.

Системы накопления дают возможность согласовать графики генерации и потребления электричества. При этом обеспечивается полная загрузка электростанции по фактическому значению потока ветровой и солнечной энергии.

Процесс управления работой энергосистемы усложняется по мере того как в ее структуре увеличивается доля выработки солнечных и ветровых станций. Одним из наиболее эффективных решений этой задачи специалисты называют создание технических комплексов «ВИЭ-СНЭ», позволяющих поддерживать баланс между генерацией и энергопотреблением и оптимизировать управление потоками мощности от регенеративных источников.

**2. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в автоматическом режиме.** Любое нарушение баланса активной мощности становится причиной изменения частоты в энергосистеме. Аккумуляторные хранилища обеспечивают автоматическую поддержку частоты в пределах нормативных значений. Они могут быть использованы в качестве резерва первичного и вторичного регулирования частоты.



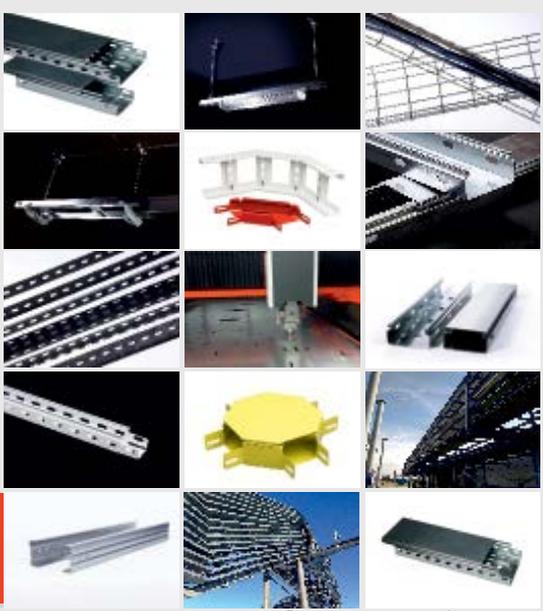
# 25 ЛЕТ НА РЫНКЕ

Завод электромонтажных изделий®

## eка

www.ekagroup.ru / eka@ekagroup.ru

- ⦿ Лотки кабельные, корпуса металлические.
- ⦿ Лотки лестничные усиленные для больших нагрузок с шагом опор до 10 м.
- ⦿ Опорные конструкции: консоли, кронштейны, полки, стойки.
- ⦿ Перфорированные профили, уголки, швеллеры, полосы.
- ⦿ Нестандартные металлоконструкции по чертежам.
- ⦿ Электромонтажные изделия из нержавеющей стали.
- ⦿ Поставка и монтаж систем прецизионного кондиционирования и фальшполов.
- ⦿ Молниезащита и заземление.



Санкт-Петербург (812) 309-1111  
Москва (495) 641-5581  
Самара (846) 266-1122  
Омск (905) 922-77-71

Пермь (342) 207-5640  
Казань (800) 700-8230  
Смоленск (4812) 20-0727

Ростов-на-Дону (904) 349-81-73  
Минск +375 (17) 238-1201  
Гомель +375 (23) 221-1020

Вся продукция сертифицирована

Благодаря быстрому действию, эти устройства могут одновременно выполнять функции как первичного, так и вторичного резерва активной мощности. Их функционал позволяет оперативно (в течение нескольких секунд) устранять дисбалансы активной мощности, что существенно повышает качество регулирования частоты в случае возникновения значительных перепадов.

Установка СНЭ в узлах энергетической системы способна обеспечить снижение аварийных перетоков при дисбалансе активной мощности и таким образом повышать максимально допустимые перетоки в контролируемых сечениях в нормальных режимах.

**3. Выравнивание суточных графиков нагрузки.** Потребление электрической энергии, а главное, мощности, в разное время суток происходит

неравномерно. Энергоемкий мощный накопитель может выравнивать график нагрузки за счет накопления электроэнергии ночью, когда ее стоимость минимальная, и возвращать в сеть в часы дневного пикового энергопотребления с наиболее высокими ценами на электричество.

Выравнивание суточного графика позволяет снизить потребность в пиковой мощности энергосистемы и уменьшить перетоки по линиям электропередачи в часы максимума потребления.

**4. Предотвращение снижения напряжения.** Изменение режима работы энергосистемы и возникновение аварийных ситуаций приводят к изменениям уровней напряжения в сетях. СНЭ, установленные в узлах нагрузки, позволяют в темпе переходных процессов поддерживать необходи-

мый уровень напряжения и способны регулировать его по любому заданному закону. Это дает возможность предотвратить отключение потребителей, минимизировать перетоки реактивной мощности по ЛЭП и снизить вероятность развития лавины напряжения.

**5. Увеличение пропускной способности линии электропередачи.** Обеспечение электроэнергией крупных потребителей или удаленных промышленных районов, которые в силу ряда причин невозможно подключить к единой энергетической системе страны, в большинстве случаев осуществляется по ЛЭП, относящимся к слабым связям.

По мере увеличения энергопотребления появляется необходимость строительства дополнительных линий электропередачи, которые используются для покрытия возрастающего дефицита пиковой мощности или возведения нового объекта генерации в месте потребления электричества.

В качестве альтернативного варианта специалисты предлагают установку аккумуляторного хранилища на приемном конце электропередачи, которое позволит перераспределять передаваемую электрическую энергию и таким образом сглаживать график загрузки. Это обеспечивает передачу большего количества энергии без превышения максимально допустимого значения мощности, что дает возможность отдалить строительство дополнительных ЛЭП.

**6. Повышение надежности электрообеспечения наиболее важных потребителей,** перерыв в энергоснабжении которых может стать причиной несчастных случаев и крупных аварий. Кроме того, из-за выхода из строя целых комплексов оборудования и взаимосвязанных систем потребителям может быть причинен большой материальный ущерб.

Потребители особой группы должны быть обеспечены независимыми источниками питания, например, аварийными дизельными генераторами. За время пуска и подключения генераторных установок к системе энергоснабжения выбег электродвигателей существенно увеличивается, поэтому в момент самозапуска асинхронных электродвигателей могут возникать недопустимо большие токи. Это «качание» может быть настолько велико, что синхронные двигатели выпадают из синхронизма.

Внедрение в систему электроснабжения устройств накопления энергии способно обеспечить питание потребителей до момента включения аварийного генератора, что позволит улучшить качество энергообеспечения.



## Рост спроса на электротранспорт в мире и курс мировой

### экономики на декарбонизацию стали основными

### драйверами роста объемов рынка СНЭ.

**7. Использование СНЭ для подавления низкочастотных колебаний режимных параметров.** В энергообъединениях существует риск возникновения низкочастотных колебаний параметров режима в диапазоне частот 0,1-2 Гц. При недостатке демпфирующих свойств в энергосистеме возрастает опасность «развития» колебательного процесса. Это может стать причиной нарушений устойчивости и каскадного развития аварийной ситуации. Многофункциональность накопителей и быстроедействие систем накопления энергии позволяют подавлять такие колебания при первых признаках их появления.

**8. Оптимизация установленной мощности генераторов и снижение расхода топлива на автономных объектах генерации.** Как правило, на автономных электростанциях устанавливаются дизельные, газопоршневые и газотурбинные генераторы. В большинстве случаев их коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) находится в пределах 0,25-0,35, что приводит к повышенному расходу топлива. Внедрение СНЭ в оборудование автономных электростанций дает возможность уменьшить установленную мощность генераторов (вплоть до среднего значения графика нагрузки), обеспечить высокий коэффициент загрузки генераторных агрегатов и существенно сократить расход топлива, но при этом сохранить максимальную мощность и объем выработки электричества.

**9. Сглаживание резко переменной нагрузки.** Потребители большой мощности с резко переменным характером нагрузки оказывают негативное влияние на работу энергосистемы. Колебания мощности по питающим ЛЭП приводят к росту потерь активной мощности, понижают уровень статической и динамической устойчивости энергосистемы. Кроме того, из-за них увеличивается вероятность развития низкочастотных колебаний режимных параметров. Установка аккумуляторного хранилища в узле нагрузки позволяет предотвратить нежелательные отклонения

режимных параметров и стабилизировать их в установленных пределах.

**10. Повышение качества электрической энергии в узлах энергосистемы с мощной резко переменной нагрузкой.** В таких узлах нагрузка провоцирует возникновение скачкообразных изменений величины и фазы напряжения, способствует искажению формы кривой напряжения. Кроме того, это может препятствовать обеспечению качества электроэнергии. Быстродействующая СНЭ дает возможность обеспечивать основные показатели качества. Прежде всего, речь идет о поддержании заданного уровня напряжения и подавлении высших гармоник. Поставленные задачи могут быть решены при условии, что устройство накопления обладает достаточным ресурсом и оснащено адаптивной системой управления.

**11. Противоаварийное управление.** Устройства противоаварийной автоматики (ПА) предназначены для автоматического реагирования на возникновение в энергосистеме утяжеленного или аварийного режимов и возвращения ее к нормальному режиму работы. ПА обеспечивают живучесть энергосистемы, сохранность оборудования и повышают допустимые перетоки по линиям электрических сетей. Многофункциональность и быстродействие СНЭ позволяют использовать накопители в качестве инструмента противоаварийного управления. В случае возникновения аварийной ситуации по соответствующему сигналу традиционной системы противоаварийной автоматики СНЭ способна корректировать процессы, происходящие в энергосистеме, за счет выдачи или потребления мощности со временем отклика около 5 мс. Система накопления энергии может эффективно выполнять функции автоматических устройств, обеспечивающих:

- предотвращение устойчивости и устранение асинхронных режимов;
- ограничение снижения и повышения частоты;

- ограничение снижения и повышения напряжения;
- ограничение или предотвращение перегрузки оборудования.

При этом «штатные» устройства ПА дублируют включенные в функционал накопителя функции в качестве средств резервной автоматики. В целом, эффективность системы противоаварийной автоматики существенно повышается за счет дополнительных возможностей, влияющих на изменение режимных параметров.

**12. Повышение эффективности гибридных электростанций, оснащенных аккумуляторными хранилищами.** В России на территориях, не подключенных к Единой энергетической системе страны, выработку электроэнергии обеспечивают тысячи автономных дизельных электростанций. На закупку и доставку топлива для этих энергообъектов расходуется около 40% региональных бюджетов.

В последние годы ситуация начала меняться благодаря внедрению гибридных электростанций на основе ВИЭ. Энергия солнечного света и ветра в сочетании с дизель-генераторными агрегатами дает возможность обеспечить непрерывную подачу электричества потребителям независимо от силы ветра, погодных условий и других факторов. Оснащение гибридных электростанций аккумуляторными хранилищами энергии существенно повышает их эффективность. Все источники получения электричества в гибридной установке связаны между собой линиями подачи постоянного тока, которые заряжают аккумуляторы. Использование накопителей позволяет оптимизировать потоки энергии и хранить ее невостребованные объемы, полученные при избытке альтернативной генерации.


ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры»

- Контакторы и пускатели электромагнитные серий ПМ 12 и ПМЛ-каз на токи до 250 А
- Реле электротепловые токовые на токи до 330 А
- Контакторы для коммутации емкостных нагрузок мощностью 12,5 25 кВАр
- Выключатели кнопочные и переключатели
- Предохранители и другая НВА



Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001:2015

Тверская обл., г. Кашин, ул. Анатолия Лунчарского, 1  
 Тел.: (48234) 2-00-53, 2-06-45 (многоканальный), 2-11-42  
 Факс: (48234) 2-19-44, 2-16-67  
[pusk@kzeap.ru](http://pusk@kzeap.ru), [www.kzeap.ru](http://www.kzeap.ru)

Затраты на капитальное строительство гибридных энергообъектов на базе ВИЭ всё еще достаточно высоки, но в дальнейшем вложенные средства окупаются за счет дешевой эксплуатации. Кроме того, себестоимость генерации с использованием возобновляемых источников ниже, что позволяет снизить цены для потребителей или увеличить рентабельность работы энергокомпании.

**13. Компенсация реактивной мощности и оптимизация её перетоков.** На накопители, установленные в узлах энергосистемы, в дополнение к функции управления активной мощностью может быть возложена задача управления реактивной мощностью. Это позволит заменить традиционные устройства управления, регулирования и компенсации. Быстродействие аккумуляторного

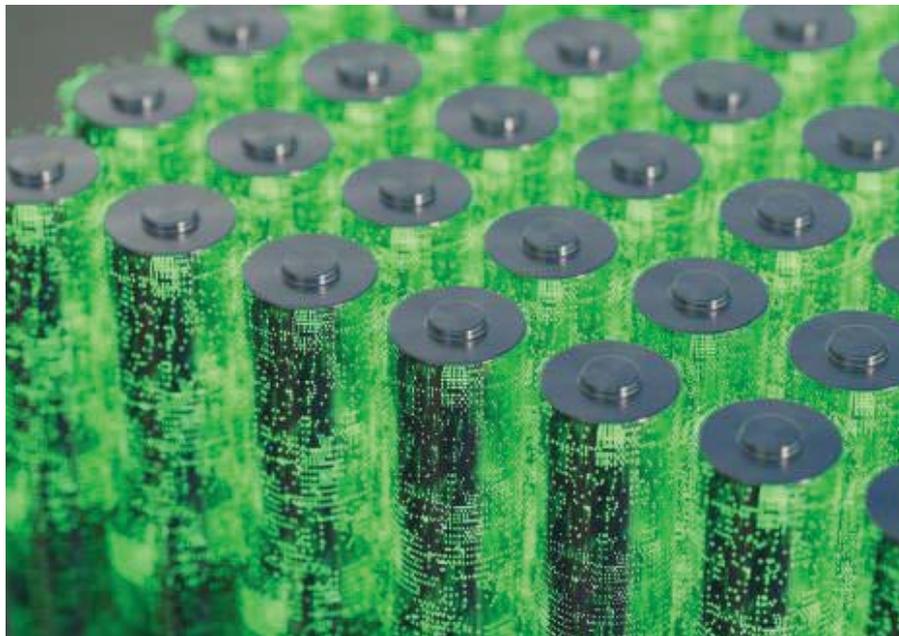
хранилища и способность как потреблять, так и выдавать реактивную мощность, дают возможность использовать его не только для регулирования нормальных режимов, но и решать задачи противоаварийного управления.

**14. Замещение «вращающегося» резерва.** Быстродействие СНЭ идеально подходит для выполнения функции «вращающегося» резерва. Для решения поставленной задачи можно использовать специальное накапливающее устройство, которое включается в режим выдачи мощности только в случае необходимости введения резерва в действие. В те моменты, когда накопитель задействован для выполнения других функций, его также можно задействовать для «вращающегося» резерва при условии, что устрой-

ство обладает достаточным запасом энергии.

**15. Защита генераторов от резких изменений нагрузки.** Скачкообразное изменение амплитуды нагрузки в энергосистемах различных типов (автономных, изолированных и работающих в островном режиме) может привести к аварийным отключениям газопоршневых генераторных установок, которые необычайно чутко реагируют на перепады мощности. В то же время технико-экономические характеристики таких генераторов идеально подходят для использования в автономных энергосистемах предприятий нефтегазовой отрасли, которые, как правило, не подключены к единой энергосистеме страны. Быстродействующие накопительные устройства способны эффективно решать поставленную задачу за счет сглаживания фронтов импульсов нагрузки, предотвращая аварийное отключение газопоршневых установок. Примечателен тот факт, что это не требует установки накопителя с большой энергоемкостью.

**16. Демпфирование нерегулярных колебаний активной мощности.** При проектировании, а также в процессе эксплуатации энергосистем необходимо поддерживать перетоки мощности по сечениям с учетом обеспечения запаса статической устойчивости. Нерегулярность колебаний перетоков между элементами энергообъединения появляется в результате несоответствия между выработкой электроэнергии и потреблением. Такие колебания имеют нерегулярный характер. Чем выше их амплитуда, тем ниже расчетный коэффициент запаса статической устойчивости. Снижение амплитуды нерегулярных колебаний с помощью накопительного устройства дает возможность увеличить переток по сечению.



## Рынок накопителей в России

В России рынок накопителей находится на начальном этапе развития. До 2018 года накопление и хранение энергии в промышленных масштабах было возможно лишь благодаря гидроаккумулирующим электростанциям. По оценкам аналитиков, на сегодняшний день около 99% электричества в стране хранится «по старинке». Однако этот метод имеет свои ограничения и не удовлетворяет потребности индустрии.

Пусть и с существенным отставанием, но Российская Федерация всё же приступает к формированию рынка СНЭ и начинает внедрять накопители в различные секторы экономики.

При условии, что будут предприняты правильные и своевременные действия в стране может быть сформирована новая высокотехнологичная отрасль, открывающая принципиально новые возможности для развития электроэнергетики.

В августе 2017 года Минэнерго РФ опубликовало «Концепцию развития рынка систем хранения электроэнергии в Российской Федерации». В документе сформулированы приоритеты и ключевые меры для создания в России новой перспективной отрасли, а также названы основные сценарии развития рынка СНЭ.

Документ содержит рекомендации для формирования промышленного потенциала. В частности, в среднесрочной перспективе рекомендуется:

- Развивать инженерные и инженеринговые компетенции для создания накопителей и реализации комплексных решений на базе устройств накопления электрической энергии;
- Осуществлять трансфер перспективных доступных технологий и интегрировать в них конкурентоспособные компоненты отечественного производства;
- Развивать собственный промышленный потенциал.

Согласно Концепции, исследования и разработки необходимо сосредоточить на следующих крупных направлениях:

- Разработка аккумуляторных хранилищ малой и средней мощности, которые будут отличаться большим сроком службы и низкой стоимостью эксплуатации;
- Разработка критических элементов СНЭ (аккумуляторные ячейки, силовые преобразовательные устройства, системы управления и т.п.);
- Разработка систем хранения электричества большой мощности с низкими капитальными затратами;
- Разработка технологий и методик недорогого и безопасного получения, транспортировки и применения водорода;
- Проведение комплексных исследований для создания СНЭ следующего поколения.

Для достижения поставленных целей Министерство энергетики РФ предложило оказать содействие в осуществлении ряда пилотных проектов, поддержать реализацию обеспечивающих НИОКР, устранить регуляторные барьеры, разработать инструменты стимулирования спроса на СНЭ, содействовать развитию рынка, стимулировать развитие рынка, осуществлять меры по развитию научно-технологической инфраструктуры.

28 февраля 2022 года Правительство РФ выпустило распоряжение

№ 356-р «О подписании соглашения о намерениях между Правительством Российской Федерации и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» в целях развития в Российской Федерации высокотехнологичной области «Технологии создания систем накопления электроэнергии, включая портативные».

Взаимодействие Правительства и «Росатома» призвано ускорить технологическое развитие и способствовать достижению Россией лидирующих позиций на глобальных технологических рынках СНГ. Для реализации поставленной цели разрабатывается «дорожная карта», которая определяет ключевые показатели технологического развития и содержит план мероприятий по их достижению.

Заместитель Председателя Правительства РФ Александр Новак отметил, что в перспективе разработка собственных технологий и систем накопления энергии может оказать синергический эффект на многие отрасли отечественной промышленности.

Продвижение России по пути прогресса будет способствовать созданию в стране собственного электрического автотранспорта. Эта задача обозначена в «Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года».

**Электротранспорт.** Концепция разработана в соответствии с Федеральным законом «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и утверждена соответствующим распоряжением Правительства РФ от 23 августа 2021 года № 2290-р.

Согласно этому документу, к концу 2024 года в России будет выпущено не менее 25 тыс. электромобилей и построено 9,4 тыс. зарядных станций. К 2030 году каждый десятый сошедший с конвейера автомобиль должен быть электрическим, а количество электротранспортировок увеличено в 7,6 раза. Сумма инвестиций оценивается в 591 млрд руб. до 2030 года, из них более 80% приходится на долю внебюджетных источников.

Пока основным проектом развития электротранспорта в России является «Московский электробус». В конце 2021 года в столицу был доставлен тысячный автобус с электродвигателем. В качестве питания он использует аккумуляторные батареи, а в осенне-зимний период – дополнительно дизельный отопитель.

Московские электробусы работают по принципу ультрабыстрой зарядки. В них установлены литий-титанатные батареи. В качестве анода в аккумуляторах используется пентатитанат лития

**SONET**

Решения проверенные временем

РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

**REDGEN**

**ШКУ - уличные климатические шкафы IP54 - 55, IP65 в корпусе из нержавеющей стали.**

**ШТК-ПВЗ - индустриальные телекоммуникационные шкафы IP54-55 со сменными фильтрами.**  
**ШТК, ШРН - 19", серверные, усиленные, антивандальные шкафы**



ОКБ "Реджен" обладает большой базой готовых климатических решений под различные приложения. Поможем составить ТЗ под Ваши задачи и воплотить их в готовое изделие в кратчайшие сроки.

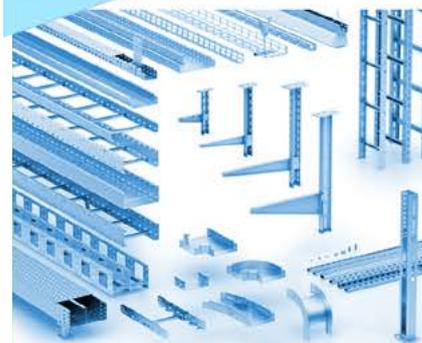
**NORDSAR**

**Кондиционеры для уличных всепогодных шкафов, автоматизированных линий и станков.**



**EVANTER**

**Металлические кабельные лотки, корпуса, страт-профили. Система подвеса и крепежа, монтажная система.**



[www.sonet.ru](http://www.sonet.ru)

(вместо графита, применяемого в большинстве других вариантов).

Такое решение обеспечивает зарядку за 10-18 минут и позволяет эксплуатировать машины на городских маршрутах любой протяженности. Московские электробусы заряжаются от специальных зарядных станций, установленных на конечных остановках.

Аналогичные проекты реализуются и в других городах России. Например, для Санкт-Петербурга активно закупаются электробусы с ночной подзарядкой в автопарке. Во Владивостоке, впервые в дальневосточном регионе, на один из маршрутов вышел общественный транспорт с ультрабыстрой зарядкой. В Тюмени российские электробусы работают на экспресс-маршруте из города в аэропорт и обратно.

Переход на экологически чистый общественный транспорт – это не про-

сто чья-то прихоть или реализация амбициозного проекта. Это общемировой тренд. Всё больше городов на разных континентах выбирают это направление в качестве основного вектора развития наземного городского пассажирского транспорта.

Развитие в России сферы электротранспорта, а также более интенсивное применение промышленных аккумуляторных хранилищ и внедрение систем накопления электроэнергии в оборудование «зеленых» электростанций будет способствовать росту российского рынка накопителей. Об этом говорится в исследовании консалтинговой компании KPMG.

По оценкам экспертов, в 2020 году объем российского рынка накопителей электроэнергии составлял 126 МВт\*ч, по итогам 2025 года он увеличится до 4,8 ГВт\*ч, а в 2030 году достигнет

отметки в 25,5 ГВт\*ч. В денежном эквиваленте рынок аккумуляторных хранилищ в 2020 году оценивался в 44 млн долл. К 2025 году прогнозируется его рост до 500 млн долл., к 2030 году – до 1,2 млрд долл. в год. Среднегодовой темп роста составит 39%.

Аналитики KPMG считают, что в 2025 году более 50% общей емкости всех выпущенных накопителей энергии (порядка 2,8 ГВт\*ч) будет потреблять электротранспорт. В 2030 году на долю этой сферы будет приходиться свыше 65% рынка (около 17,8 ГВт\*ч).

В денежном выражении в 2025 году рынок промышленных накопителей составит 245 млн долл., аккумуляторов для транспорта – 224 млн долл. К концу 2030 года доля электротранспорта увеличится до 687 млн долл., 374 млн долл. будет приходиться на аккумуляторы для промышленности.

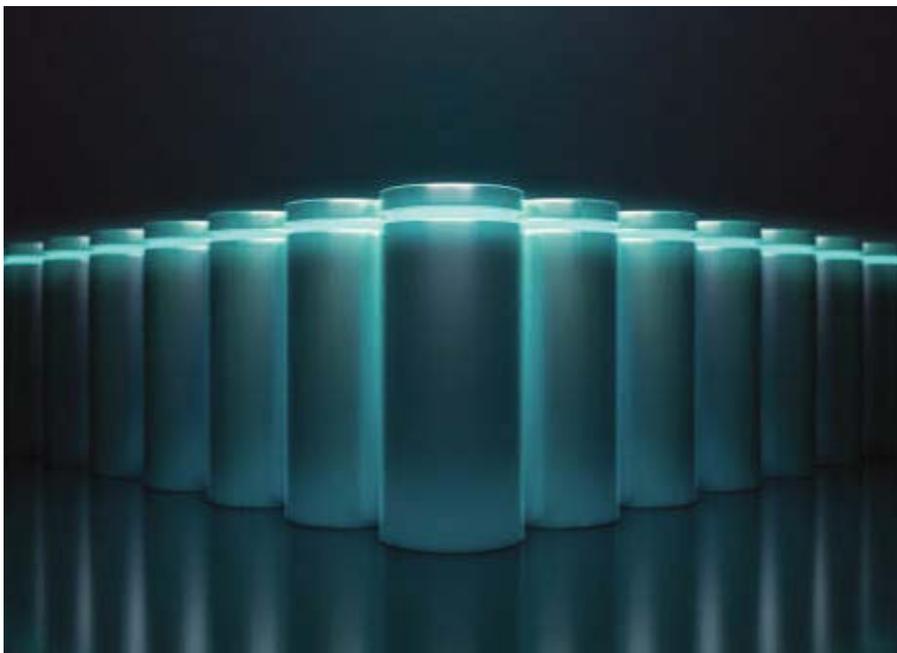
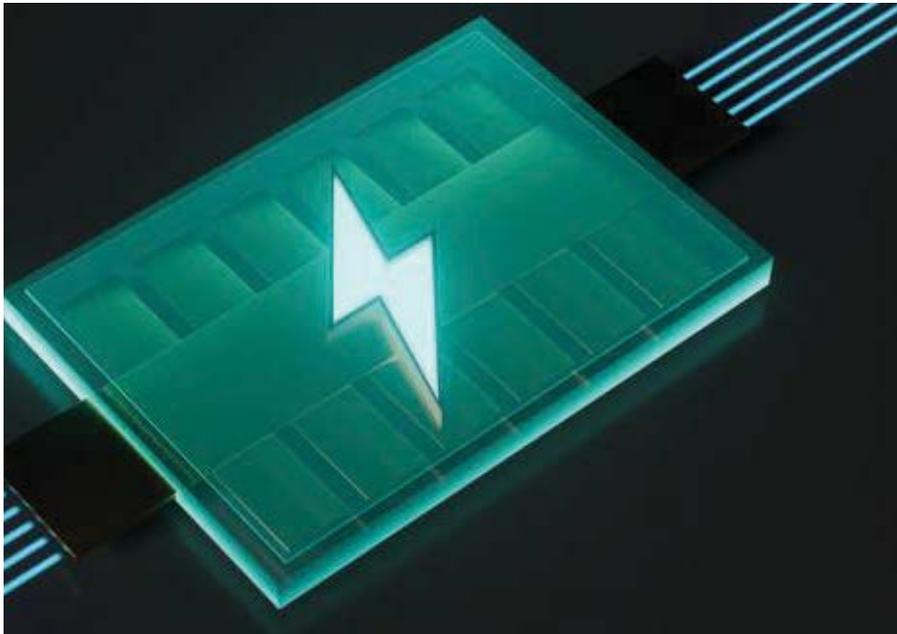
Эксперты консалтинговой компании утверждают, что даже если к 2030 году российский рынок СНЭ достигнет прогнозируемых значений, на его долю будет приходиться не более 1% от мирового. По оценкам аналитиков KPMG, по итогам 2030 года глобальный сегмент составит 425 млрд долл. или 2030 ГВт\*ч, где на накопители для электротранспорта будет приходиться 75%, а на стационарные аккумуляторные батареи – около 20%. В расчетах были учтены личные автомобили, общественный и коммерческий транспорт.

До недавнего времени активных проектов по производству легковых электромобилей в РФ не было. В марте 2022 года российский автопроизводитель ООО «Моторинвест», Минпромторг и правительство Липецкой области подписали первый в России специальный инвестиционный контракт (СПИК) по внедрению технологии производства электромобилей.

Спустя полгода на автозаводе компании, который находится в селе Гребёнкино (Краснинский район Липецкой области), стартовал выпуск отечественных электрокаров под символическим названием Evolute. Электрический четырехдверный седан с запасом хода на 420 км уже ждут в службах такси и каршеринговых фирмах.

Одним из заказчиков станет ПАО «РусГидро». В ходе Восточного экономического форума энергокомпания договорилась с «Моторинвестом» о поставке 40 электрокаров в рамках развития электрокаршеринга в Приморье.

Кроме электрических седанов Evolute i-PRO энергохолдинг запросил 45 кроссоверов Evolute i-JOY и 10 минивэнов i-VAN. Эти автомобили появятся в линейке бренда до конца текущего года. Они будут изготовлены на базе китайских моделей Seres S3 и Dongfeng



# ВСЕПОГОДНЫЕ ШКАФЫ С СИСТЕМОЙ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ, УДАЛЁННЫМ МОНИТОРИНГОМ И УПРАВЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕМ



# ЦМО

С нами надёжно

Всепогодные укомплектованные шкафы ЦМО – это:

- продуманная схема сборки
- монтаж оборудования в заводских условиях
- качественные комплектующие
- вводно-распределительное устройство (ВРУ)
- климатическое оборудование REM
- точное управление микроклиматом
- возможность подключать внешние датчики
- цифровое управление



Сплит-система

Всепогодный укомплектованный шкаф ШТВ



Система мониторинга и управления электропитанием на основе контроллера Rem-MC с удобным русскоязычным веб-интерфейсом позволяет в режиме реального времени:

- удалённо управлять питанием нагрузок
- настраивать параметры сплит-системы
- настраивать и отслеживать состояние датчиков и подключённых устройств
- производить постановку объекта под охрану и снятие с охраны
- отслеживать параметры подключённых датчиков с высокой точностью
- загружать настройки
- получать и сохранять логи
- обновлять программное обеспечение контроллера

[www.cmo.ru](http://www.cmo.ru)

LingZhi. В 2023 году автопроизводитель планирует запустить производство кросс-купе i-Jet.

В январе 2022 года, кроме ООО «Моторинвест», заявку на заключение специнвестконтракта на выпуск электромобилей подала еще одна компания – ООО «Электромобили Мануфэкчуринг Рус». В феврале компания получила одобрение межведомственной комиссии.

По условиям специального инвестиционного контракта производитель обязуется в течение 4,5 года реализовать инвестпроект, а государство – обеспечить стабильность ведения бизнеса.

28 сентября стало известно, что «ЭМР» вошла в список резидентов особой экономической зоны «Технополис Москва» и готовится к открытию завода по производству электрических грузовых автомобилей.

Первая партия электрогрузомобилей сойдет с конвейера до конца года. На производственной площадке компания планирует ежегодно выпускать около 1 тыс. легких коммерческих электрокаров модели EVM Pro на шасси «УАЗ Профи». Запас хода электромобиля на одном заряде составляет 300 км, полезная нагрузка – до 1 тонны.

Еще один крупный инвестиционный проект, открывающий новую страницу в истории электротранспорта России, реализуется в Калининградской области. 14 октября на территории Балтийской АЭС госкорпорация «Росатом» приступила к строительству завода, который будет специализироваться на выпуске литий-ионных ячеек и тяговых батарей для легковых электромобилей, электробусов и специальной техники.

Предприятие будет работать по полному циклу производства: от про-

цесса смешения компонентов катодных и анодных масс до программного обеспечения и выходного контроля готовой продукции. Выпуск первых аккумуляторных батарей запланирован на 2025 год.

Проект реализуется в рамках Концепции развития электротранспорта в России. Мощность нового завода составит 50 тыс. накопителей в год. При необходимости производство может быть расширено до 120-130 тыс. батарей ежегодно.

«Мы не просто начинаем строительство предприятия по производству аккумуляторных батарей, мы приступаем к реализации большого революционного проекта по переходу на новые принципы работы автомобильного транспорта. Нам необходимо делать свою страну и планету чище. Использование передовых электрических технологий в работе муниципального транспорта и коммерческих автомобилей – вопрос уже решенный. Нам нужно найти в этой сфере свое место, максимально локализовать технологии и оборудование, чтобы планы воплотились в реальность. Какой бы сложной ни была международная обстановка, всё равно будет понятие глобального рынка и нам необходимо в нём участвовать», – сказал генеральный директор Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» Алексей Лихачёв.

**Промышленные накопители электроэнергии.** В Российской Федерации к формированию национальной промышленности СНГ и развитию ранка накопителей приступили только в 2018 году. До этого хранить энергию можно было лишь в микромасштабах – в аккумуляторных батареях бытовой техники или электромобилей. В «большой энергетике» единственным методом накопления электричества долгое время были ГАЭС.

В качестве эффективных решений для полноценной замены устаревшей системы ведутся разработки современных технологий. В России этим занимаются ПАО «Россети», ГК «Росатом» и АО «РОСНАНО».

В начале 2019 года первые образцы отечественных накопителей, изготовленных с использованием литий-ионных аккумуляторов, представило предприятие из Новосибирска ООО «Системы накопления энергии» (проект «РОСНАНО»).

Накопители, в составе которых используются литий-ионные аккумуляторы, обладают высокой удельной энергоемкостью и способны обеспечивать высокий ток отдачи. Батареи этого типа отличаются долгим сроком службы, выраженным в циклах заряд-разряд. Среднее значение для качественных



систем составляет 2500 циклов заряда-разряда с потерей не более 20% емкости.

Инициатором проведения комплексных испытаний нового оборудования выступила компания «Хевел». Для тестирования работы накопителей емкостью 250 и 460 кВт\*ч выбраны объекты солнечной генерации, расположенные на территории Республики Тыва.

Энергонакопители были доставлены в поселки Мугур-Аксы и Кызыл-Хая. В этих населенных пунктах проживает более 6 тыс. человек. Ранее электроснабжение потребителей обеспечивалось за счет выработки электростанции, работающей на дизельном топливе.

Эксперты утверждают, что после ввода в эксплуатацию СЭС и установки аккумуляторных батарей за счет оптимизации работы дизельных генераторов и эффективного использования электричества, выработанного фотоэлектрическими панелями, затраты на покупку топлива сократились в два раза.

Новое оборудование тестировалось в течение шести месяцев. Результаты испытаний подтвердили заявленные производителем характеристики. После подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов Таможенного союза был разрешен ввод сертифицированных накопителей в промышленную эксплуатацию.

В сегменте промышленных накопителей энергии в Российской Федерации в общей сложности реализованы десятки проектов. Наиболее крупные из них завершены в 2020-2021 годах. Как правило, они были призваны оптимизировать суточный график энергопотребления.

В число предприятий, реализовавших подобные проекты, вошли ПАО «Россети», ОАО «Российские железные дороги», компания «Хевел», завод «Литотех» (принадлежит «РОСНАНО») и структуры ГК «Росатом».

Самым крупным проектом ГК «Хевел» в секторе промышленных накопителей энергии стала Бурзянская СЭС. Солнечная электростанция мощностью 10 МВт расположена вблизи села Старосубхангулово Бурзянского района (Республика Башкортостан).

Энергообъект оснащен встроенной системой хранения электроэнергии. Емкость аккумуляторных батарей составляет 8 МВт\*ч. СНЭ обеспечивает 80%-ное резервирование от установленной мощности станции.

Бурзянская СЭС может работать как параллельно с сетью, так и в автономном режиме. Таким образом, станция обеспечивает электроэнергией потребителей района, а в случае аварийного отключения или проведения ремонтных работ на линии электропередачи в ав-

тономном режиме снабжает электричеством социально значимые объекты.

Летом 2022 года, в ходе исследования потенциала использования промышленных систем накопления электроэнергии, электростанция 1,5 часа функционировала в изолированном режиме. Таким образом была подтверждена стабильная работа СЭС с накопителями при выделении на изолированную работу от Единой энергетической системы России.

Результаты испытаний также подтвердили эффективность работы солнечной генерации с накопителями там, где в силу ряда причин передача электроэнергии из ЕЭС по магистральным электрическим сетям невозможна.

16 декабря 2021 года на площадке Главного аналитического центра «Россети Центр» в зоне операционной деятельности электросетевой компании была запущена в работу инновационная система накопления энергии. СНЭ реализована на базе современной литий-тонной батареи емкостью от 40 до 82 кВт\*ч, оснащенной полупроводниковым преобразователем мощностью 10-60 кВт.

Всего в эксплуатацию введено свыше 30 накопителей электроэнергии. 15 устройств суммарной емкостью более 1 МВт\*ч разработаны специалистами «РОСНАНО».

18 накапливающих устройств, установленных на объектах компании «Россети», являются разработкой ООО «РЭНЕРА» (дочка «Росатома»). Первые такие аккумуляторные хранилища были применены на практике в 2019 году в Белгородской и Владимирской областях. Проект доказал свою успешность, поэтому накопители были внедрены в районные сети на территории Центрального и Приволжского федеральных округов.

Стало известно, что в декабре «РЭНЕРА» планирует объявить о запуске нового производства СНЭ общей мощностью 150 МВт\*ч в год. В компании проект называют «мегафабрикой». Опытно-промышленный и сборочный участок по производству высокотехнологичных накопителей будет открыт в Москве.

**Автономные гибридные энергоустановки (АГЭУ).** Российская Федерация – это крупнейшее государство в мире. На карте страны существует множество территорий, которые относятся к категории изолированных и труднодоступных. Как правило, к ним не дотягиваются линии электропередач Единой энергетической системы. Поэтому энергоснабжение таких мест организуется локально с использованием местных объектов генерации.

Традиционно автономные электростанции в труднодоступных районах

**Bals**  
ПРОСТО • УДОБНО • НАДЕЖНО

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ  
КОМБИНАЦИОННЫЕ МОДУЛИ  
VARIABOX ОТ КОМПАНИИ BALS**



- Корпус из ударопрочного пластика защищает от внешних воздействий



- Окно управления оснащено системой One Touch Close (OTC) – открытие и закрытие окна одним нажатием



- Розетки СЕЕ имеют возможность безвинтового соединения и оснащены технологией QUICKCONNECT

- Степень защиты от IP44 до IP67

- Система кодированных фланцев имеет встроенные уплотнители для максимальной безопасности

- Комбинационные модули могут быть изготовлены в различных размерах – S, M, L, XL и XXL в настенном или портативном исполнении.

Также распределители могут быть оснащены различными, помимо стандартных, разъемами – RJ45, HDMI или USB

Купить модуль VARIABOX:



**ООО «БАЛС-РУС»**

Официальный дистрибьютер Bals в РФ  
198152, г. Санкт-Петербург,  
ул. Краснопутиловская, д. 69, оф. 643

тел.: +7(812)703-74-08

e-mail: info@balsrus.ru

и населенных пунктах, изолированных от Единой энергосистемы России и централизованного энергоснабжения, работают на дизельном топливе, которое периодически доставляется с «большой земли». Электроэнергия, вырабатываемая из солярки, получается поистине золотой.

Устойчивое развитие «зеленых» технологий в энергетической отрасли определило несколько инновационных направлений. Помимо покрытия дефицита электроэнергии производство энергии из возобновляемых источников снижает нагрузку на региональные бюджеты, обеспечивает снижение вредных выбросов в атмосферу, повышает эффективность использования топлива.

В глобальном масштабе использование ВИЭ предотвращает истощение ресурсов, обеспечивает смягчение последствий изменения климата, способствует налаживанию разумного природопользования, предотвращает отток насе-

ния из отдаленных районов и улучшает демографическую ситуацию.

По оценкам экспертов, монтаж гибридных электроустановок на базе ветрогенераторов, солнечных панелей и дизель-генераторных агрегатов намного выгоднее строительства километров электросетей для снабжения удаленных районов.

Поэтому одним из основных трендов развития энергетики изолированных территорий стало создание гибридных систем энергоснабжения с возрастающей долей возобновляемых источников энергии в структуре генерации.

Несмотря на высокую стоимость реализации таких проектов, в перспективе 10-15 лет АГЭУ выходят на самоокупаемость, а с учетом технического прогресса эти сроки могут существенно сократиться.

Быстро развивающиеся аккумуляторные технологии стимулируют рост

рынка, что приводит к тому, что накопители электроэнергии становятся все более совершенными и экономически доступными.

В настоящее время накопительные устройства уже стали частью автономных гибридных установок на Дальнем Востоке и в Сибири. Представитель ПАО «Россети» сообщил, что по состоянию на начало 2022 года дочерние компании группы внедрили 35 накопителей энергии суммарной мощностью 1,29 МВт, их емкость составляет 1 732 кВт\*ч.

Над подобным проектом работают энергетики компании «Россети-Тюмень», который позволит обеспечить надежное и качественное электроснабжение изолированных территорий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Внедрение системы автономных гибридных установок, ключевыми элементами которой станут фотоэлектрические панели и ветряки в сочетании с СНЭ, увеличит продолжительность электроснабжения объектов, расположенных в 34 населенных пунктах региона, до бесперебойного режима «24/7». Это позволит улучшить качество жизни около 10 тыс. человек.

Соответствующий пилотный проект сетевой компании был представлен на Международной научно-технической конференции «Развитие и повышение надежности распределительных электрических сетей».

До конца 2023 года новые автономные энергокомплексы, включающие высокоэффективные дизельные электростанции (ДЭС), ВИЭ-генерацию и системы аккумулирования энергии, будут введены в эксплуатацию в девяти муниципальных районах Республики Саха (Якутия). Общая мощность новых ДЭС составит 47 МВт, солнечных электростанций – 14 МВт.

Строительные работы будут возвращены на территории 41 отдаленного населенного пункта, изолированного от ЕЭС России. Проекты будут профинансированы и реализованы тремя компаниями, выбранными по итогам проведения конкурсных процедур:

- ООО «Группа ЭНЭЛТ» (13 населенных пунктов);
- ООО «Хевел Энергосервис» (17 населенных пунктов);
- ООО «Гидроэлектромонтаж» (11 населенных пунктов).

Строительство и комплекс пусконаладочных работ будут проведены в рамках энергосервисных договоров. Построенные инвесторами энергокомплексы поступят в распоряжение АО «Сахаэнерго» (входит в ПАО «Якутскэнерго» Группы «РусГидро»).

Возврат инвестиций будет осуществляться по результатам достигнутой эффективности за счет экономии расходов



## В настоящее время накопители энергии используются

### для обеспечения бесперебойного питания в случае

### отключения городской сети.

на топливо в тарифе в течение не менее 10 лет, после чего энергокомплексы перейдут в собственность энергокомпании.

Принцип работы автономной гибридной энергоустановки можно продемонстрировать на примере проекта, реализованного ГК «Хевел» в селе Менза (Красночикийский район Забайкальского края).

Ранее энергоснабжение административного центра сельского поселения «Мензинское» с населением около 300 человек осуществлялось с помощью старой ДЭС. Следует отметить, что жители не были обеспечены электричеством круглосуточно. Электроэнергия в дома мензинцев подавалась всего на 8 часов в сутки.

По оценкам специалистов, удельный расход дизтоплива составлял 0,55 кг на вырабатываемый киловатт-час, себестоимость 1 кВт\*ч электроэнергии достигала 86 руб. Граждане Российской Федерации платят за электричество по регулируемым тарифам, поэтому разница (свыше 80 руб. за каждый кВт\*ч) покрывалась за счет регионального бюджета.

В состав новой автономной гибридной энергоустановки входит:

- 2 дизельных генератора. Мощность каждого из них составляет 200 кВт;
- Солнечные батареи суммарной мощностью 120 кВт;
- Литий-железо-фосфатный накопитель энергии емкостью 300 кВт\*ч;
- Комплект инверторов;
- Программное обеспечение, позволяющее управлять АГУЭ в автоматическом режиме.

Работа оборудования настроена таким образом, что сначала в локальную сеть поступает электроэнергия, вырабатываемая фотоэлектрическими панелями. Вторыми в очереди на включение стоят аккумуляторные батареи, после них в работу включается дизельная установка.

В АГУЭ накопители выполняют роль буфера для солнечной энергии. Они помогают сдвигать потребление «зеленых» киловатт-часов на темное время суток. Кроме того, с помощью аккумуляторов удалось оптимизировать загрузку дизельных генераторов и та-

ким образом продлить их ресурс.

Главное, что было достигнуто благодаря модернизации системы электроснабжения села Менза, – это повышение качества жизни населения, ведь теперь они обеспечены электроэнергией 24 часа в сутки.

Кроме того, ввод в эксплуатацию гибридной энергоустановки позволил более чем в два раза сократить удельный расход дизельного топлива и наладить полноценный учет нефтепродуктов. Показания расходомеров нельзя откорректировать вручную, все данные передаются в систему мониторинга.

По расчетам специалистов, реализация проекта позволила сократить выбросы парниковых газов в атмосферу на 500 тонн в год.

Сегодня основным потребителем накопителей большой мощности являются изолированные энергосистемы с применением элементов альтернативной энергетики. Однако это далеко не единственный вариант их использования.

Накопительные установки необходимы в энергосистемах с резкопеременным графиком нагрузки. Обычно именно такой режим работы отличает энергоснабжение объектов нефтегазовой отрасли.

Процесс бурения скважины нуждается в источнике энергии значительно большей мощности, чем обычный режим эксплуатации месторождения. По-

этому сейчас на подобных объектах держат так называемый «горячий резерв». С накопителем установка резервных генераторов не требуется.

В настоящее время накопители энергии используются для обеспечения бесперебойного питания в случае отключения городской сети. Такие проекты были реализованы «Лиотех» в бизнес-центре «Принципал Плаза», в офисе компании «Полиметалл» и на Белорусском вокзале в Москве.

## Основные виды современных накопителей электроэнергии

В 2022 году существует несколько технологий накопления энергии:

- **Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС).** Механическая технология хранения энергии была освоена еще в конце XIX века. По оценкам аналитиков, на сегодняшний день ГАЭС обеспечивают около 98% промышленного накопления и хранения электрической энергии.

Ежегодно в мире в строительство новых гидроаккумулирующих электростанций инвестируется около 10 млрд долл., их общая установленная мощность превышает отметку в 300 ГВт. ГАЭС – это два водоема, которые расположены на разных уровнях и соединены между собой системой насосов и генераторов. Алгоритм работы такой электростанции предельно прост: для запаса электричества насос перекачивает воду из нижнего водоема в верхний, когда необходимо выдать электроэнергию в сеть – вода подается на турбину. Сброс воды из водохранилища в нижний водоем осуществляется под действием силы тяжести. Такой способ генерации позволяет регулировать частоту в энергосистеме: при снижении спроса на элек-



троэнергию запускаются насосы, при увеличении энергопотребления осуществляется сброс воды. Однако инерционность ГАЭС не позволяет сглаживать кратковременные пики нагрузки.

В периоды низкого спроса на энергоресурс электричество расходуется на перекачивание воды в верхний резервуар, при увеличении энергопотребления происходит выработка электроэнергии и поставка ее в сеть. Повсеместному распространению механической технологии хранения энергии препятствует несколько серьезных проблем. Первая проблема состоит в том, что реализация такого проекта требует подбора естественного рельефа местности с большим перепадом высот. В преимущественно равнинной России это существенный недостаток.

Вторая проблема – необходимость затопления огромной территории для образования искусственного аккумулятора воды. Например, на Загорской ГАЭС в Подмосковье площадь зеркала при нормальном подпорном уровне составляет 2,6 км<sup>2</sup>. Большая площадь водохранилища способствует испарению воды, что снижает КПД. Кроме того, наличие водоема оказывает влияние на экосистему региона.

Отсутствие нужного рельефа научились компенсировать за счет строительства искусственной насыпи в виде горлышка цилиндрической формы, которая наполняется водой. Эта технология несет в себе определенные риски: в случае аварии под угрозой затопления могут оказаться близлежащие населенные пункты.

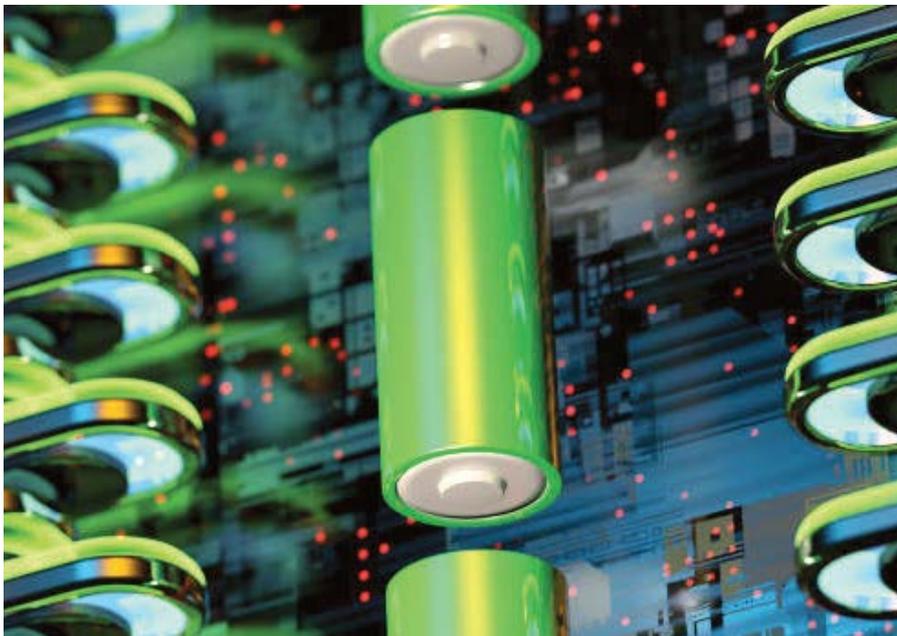
• **Электрохимические аккумуляторные батареи (ЭАБ).** Накопители этого типа используют электричество для осуществления химических реакций, преобразующих его в химическую энергию в режиме «заряд», и возвращают в виде электроэнергии в режиме «разряд». Во время процесса изменяется состав электродов и расходуется специальная жидкость – электролит.

По режиму использования аккумуляторы большой мощности делятся на две группы: стартовые и тяговые. Стартовые способны выдавать очень большой ток на протяжении короткого промежутка времени. В штатном режиме они не должны испытывать глубокий разряд.

Принцип использования тяговых аккумуляторов кардинально отличается. Накопители этой группы ориентированы на относительно равномерный разряд в течение длительного времени. Параметры разряда сопоставимы с током и временем зарядки. Более мягкие условия разряда дают возможность немного облегчить конструкцию тяговых аккумуляторных батарей и увеличить их удельную емкость (по сравнению со стартовыми). Электрохимические накопители отличаются достаточно высоким КПД (около 70%) и удельной емкостью в пределах 200-300 кВт\*ч/м<sup>3</sup>. Срок службы некоторых моделей достигает 20 лет.

К числу недостатков таких аккумуляторов эксперты относят чувствительность к температуре, необходимость зарядки на протяжении продолжительного периода времени (в некоторых случаях время заряда в несколько раз превышает время разряда), недопустимость глубокого разряда для свинцовых накопителей и, наоборот, необходимость выполнения полного цикла «заряд-разряд» для металл-гидридных и многих других типов аккумуляторов. Время сбережения заряда также может быть довольно ограниченным – от нескольких дней до нескольких месяцев. Однако главная проблема всех электрохимических технологий состоит в ограниченности ресурса. Речь идет о количестве циклов «заряд/разряд», после которых аккумулятор начинает садиться, поскольку реакция не полностью обратима. Постепенно деградирует любая батарейка.

У лучших образцов ресурс достигает 3-10 тыс. циклов. Соответственно, если цикл «заряд/разряд» происходит один раз в сутки, то срок службы аккумулятора составит около восьми лет, если два раза в сутки, то аккумулятор прослужит вдвое меньше. Энергетика мыслит длинными циклами



ми, а значит, решение будет относительно дорогим с учетом необходимости замены ячеек.

Ключевое преимущество электрохимических решений перед механическими накопителями – высокая плотность хранения энергии, что сокращает вес и объем аккумулятора. Компактные размеры позволяют устанавливать такие аккумуляторы в мобильные объекты.

В настоящее время ЭАБ для промышленного использования в основном строятся на литий-ионных элементах различного химического состава. Технология их производства существует более 30 лет. За это время цена аккумуляторов существенно снизилась, в то время как их технические характеристики, напротив, значительно повысились.

Развитие технологии производства осуществлялось во многом благодаря огромным масштабам рынка потребительской электроники. Свой весомый вклад внесло распространение электрокаров. Для производства аккумуляторов для автопрома были построены гигафабрики. Проектная мощность таких заводов исчисляется в гигаватт-часах.

Изначально был выпущен литий-кобальтовый вариант на основе соли  $\text{LiCoO}_2$ . Устройство обеспечивало неплохую удельную плотность энергии. Но цена аккумулятора была достаточно высокой, а он сам – небезопасным. Для снижения стоимости своей продукции производители накопителей стремились снизить содержание дорогостоящего кобальта. Его стали заменять на марганец и железодифосфат. Аккумуляторы на феррофосфате лития ( $\text{LiFePO}_4$ ) получили довольно широкое распространение в потребительской технике, а также в электробусах, где батарея должна выдавать высокую мощность.

Следует отметить, что удельная плотность энергии у таких батарей невысокая. Поэтому производители аккумуляторов для электрокаров начали внедрять системы  $\text{LiNiMnCoO}_2$ . В последние годы осуществляется переход от устройств с равным количеством кобальта, марганца и никеля к аккумуляторным батареям с соотношением 8:1:1, где преобладает никель, который обеспечивает высокую удельную плотность энергии.

Однако в энергетической сфере более важен другой параметр. Речь идет о продолжительном сроке службы (как минимум 20 лет). Поэтому сегодня началось возрождение феррофосфатных аккумуляторов. Помимо длительного срока службы они характеризуются повышенной безопасностью.

Для энергокомпаний создаются контейнерные ионолитиевые накопители. Они преодолели четырехчасовой порог, после чего у разработчиков возникли трудности: системы, рассчитанные на более продолжительное время работы, стоят дорого, а объединение огромного количества отдельных небольших ионолитиевых элементов требует построения сложных систем балансировки мощности. В 2017 году в составе Научно-технологического центра автономной энергетики Института арктических технологий МФТИ была создана Лаборатория накопителей энергии. Новое учреждение образовано в рамках реализации федеральной Арктической программы для исследований и разработок в области современных и перспективных систем накопления энергии.

С целью реализации проекта «Автономная энергетика для Арктики» в лаборатории ведется разработка литий-ионных СНЭ, устойчивых к суровым погодным условиям. В процессе работы создаются образцы с плотностью энергии не менее  $250 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ , а также разрабатывается технология изготовления на их основе контейнерных накопителей емкостью не менее  $3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$ .

Литий-ионная система, которая создается на базе современных композитных материалов, призвана обеспечить сглаживание пиков от ВИЭ и сформировать оперативный резерв энергии для покрытия энергодефицита в период пикового потребления. Кроме того, на базе лаборатории ведутся НИР, обеспечивающие достижение параметров литий-ионных аккумуляторов мирового уровня и реализацию их серийного выпуска в тесной кооперации с производителями комплектующих.

Ученые трудятся над созданием опережающих технологий перспективных литиевых накопителей энергии, разрабатывают новые электродные катодные материалы для достижения удельной энергоемкости более  $300 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ , а также проводят разработку новых электрохимических систем с серным катодом и элементов с твердым электролитом, удельные характеристики которых в несколько раз превышают сегодняшний уровень.

В 2020 году в Госуниверситете «Дубна» создана Лаборатория прототипирования накопителей энергии. На ее базе ведутся разработки новых технологий и материалов, проводятся исследования влияния микроструктуры электродов на характеристики литий-ионных аккумуляторов. Деятельность лаборатории направ-

# ВНИИР ПРОМЭЛЕКТРО

ООО «ВНИИР-ПРОМЭЛЕКТРО»  
- ДОЧЕРНЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ОАО «ВНИИР»

более 60-ти лет  
на рынке электротехники

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО  
НИЗКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ:

ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ

ИЗДЕЛИЯ КОНТАКТЫ РЕЛЕ

ЛИФТОВАЯ АППАРАТУРА

- МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ  
ПО ЗАПРОСУ ЗАКАЗЧИКА
- ЭФФЕКТИВНОЕ  
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ
- СЖАТЫЕ СРОКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
- ПАРТНЕРСКИЕ ОТНОШЕНИЯ  
С ВЕДУЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ  
В РОССИИ И В СТРАНАХ СНГ



428024, Россия,  
Чувашская республика,  
г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 4



+7 (8352) 39-00-13,  
+7 (8352) 39-00-15



shevchenko@vniir.ru



vniir-promelectro.ru

лена на обработку современных технологических решений и внедрение их в производство. К научным исследованиям стараются привлекать студентов естественно-научных направлений, поскольку считают, что такая система будет способствовать подготовке востребованных специалистов.

В последнее время ведется много работ по использованию твердого электролита.

- **Ванадиевые проточные аккумуляторы.** Основная конструктивная особенность накопительных устройств этого типа состоит в том, что электрохимический реактор вынесен за пределы зоны хранения электроэнергии. Проточные накопители оснащены баками с реагентами. От их объема зависит емкость аккумулятора. Отдельно

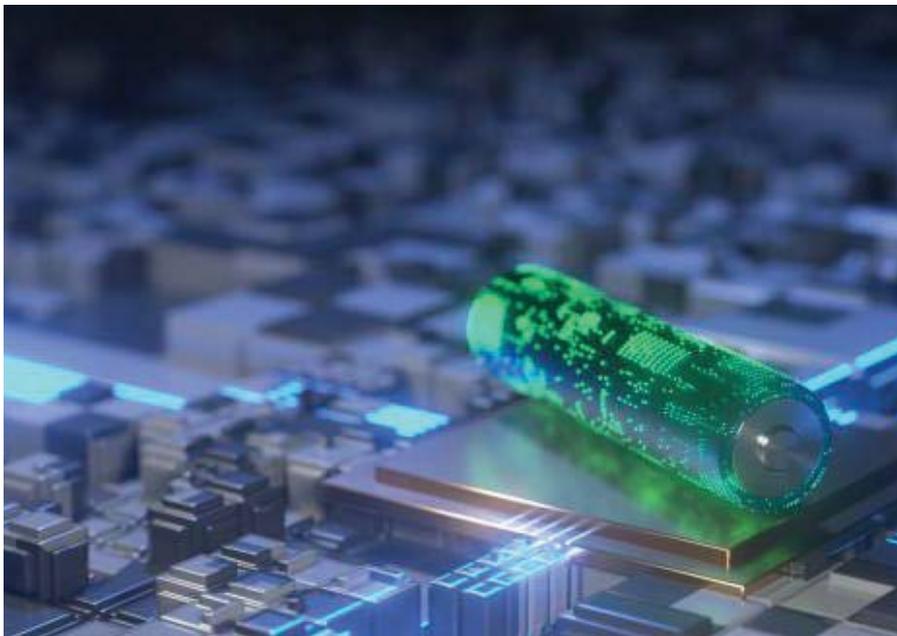
установлен реактор, строение которого напоминает стопку, состоящую из электрохимических элементов. Количество баков может быть неограниченным. Это позволяет накапливать много энергии. Масса реактора может быть ничтожно малой по отношению к массе реагентов. Следует отметить, что проточные аккумуляторы можно разряжать полностью без риска повреждения, чего нельзя сказать об ионолитиевых накопителях. По критерию нормированной стоимости большие проточные аккумуляторы составляют достойную конкуренцию другим электрохимическим накопительным устройствам. Первые модели проточных накопителей выпускались на базе ванадиевого электролита. На сегодняшний день эта технология обработана лучше других.

Ванадиевый электролит – это раствор солей ванадия определенной степени окисления в сернокислой среде. Этот состав не горит, способен обеспечить довольно высокую плотность энергии и доступен по цене. На него приходится 40-70% стоимости проточной батареи.

Баки и трубы аккумулятора изготавливаются из пластика. Материалом для производства корпусов электрохимических элементов, насосов и кронштейнов служит нержавеющей сталь. Все элементы накопителя по окончании срока службы легко утилизируются.

В процессе эксплуатации состав электролита не меняется. Его можно использовать неограниченное время. Прокачиваемый электролит охлаждает электрохимические элементы, поэтому они не перегреваются. Система проста в обслуживании, после отказа или повреждения подлежит ремонту. Эксперты отмечают, что проточные аккумуляторы обладают большим потенциалом снижения стоимости, поскольку их массовый выпуск только начинается. Каждое двукратное увеличение объемов производства позволяет снизить себестоимость продукции на 15-20%.

Кроме того, ванадий можно извлекать из золотвалов тепловых электростанций, работающих на твердом топливе.



## ТАЭС: спрессованный грунт против воды

Человечество придумало массу способов хранения энергии. Какие-то из них получили широкое распространение и активно применяются на практике, а какие-то менее известны и еще нуждаются в тестировании. Одной из таких малоизвестных технологий является ТАЭС. В настоящее время расшифровку аббревиатуры знают немногие.

ТАЭС – это твердотельная аккумулирующая электростанция. Принцип ее работы достаточно прост. Он строится по той же методике, что и работа ГАЭС, но вода заменяется спрессованным грунтом.

Кроме того, для строительства ТАЭС не нужен перепад высот и водоемы, от объема которых зависит энергоемкость электростанции. ТАЭС может быть построена на любой местности, а площадь занимаемой территории будет в несколько раз меньше площади ГАЭС.

Чтобы понять суть рабочего процесса, достаточно вспомнить школьный курс физики. Представим здание, которое состоит из множества лифтов, которые перевозят тяжелые бетонные

## Накопители энергии, созданные по принципу потенциальной энергии тела, уже можно увидеть

### в некоторых странах мира.

блоки. Во время подъема блока энергия накапливается, при спуске – возвращается обратно в сеть и отправляется потребителям.

При поднятии грузов на высоту используется электричество из сети. Получается, что выработанная ночью избыточная энергия заставляет работать электроподъемник с грузом. Когда возникает потребность в высвобождении электроэнергии, грузы опускаются под действием силы тяжести.

Правда, у этой технологии есть свои нюансы. Конструирование здания ТАЭС нуждается в особом инженерном подходе. Например, с целью экономного расходования металла форму можно сделать такой, чтобы потоки поперечного ветра изгибались, меняли направление движения и в итоге становились

вертикальными. В таком случае здание, спроектированное для вертикальных нагрузок, испытывает минимум поперечной нагрузки.

Удельные капитальные затраты становятся оправданными, если емкость накопителей твердотельной электростанции превышает 300 МВт\*ч. По оценкам экспертов, КПД ТАЭС составляет не менее 80%, срок службы – около 50 лет. Нормированная стоимость хранения энергии (LCOS) для ТАЭС на 16% ниже, чем у литий-ионных аккумуляторов, и на 72% ниже, чем у ГАЭС (расчет для накопителей 200 МВт/800 МВт\*ч).

Следует отметить, что эксплуатация твердотельных электростанций полностью безопасна для экосистемы региона, в котором она построена.

В случае аварии на объекте отсутствует опасность возникновения техногенной катастрофы.

Накопители энергии, созданные по принципу потенциальной энергии тела, уже можно увидеть в некоторых странах мира. Например, немецкая компания Heindl Energy реализовала проект, в котором цельный гранитный поршень диаметром 250 м поднимается вверх в цилиндре с помощью водяного столба.

Свой вариант твердотельной аккумуляторной электростанции построен в Америке. По замыслу разработчиков компании ARES тяжелые грузы буксируются вверх железнодорожными составами. Затем они вместе спускаются вниз, вырабатывая при этом электричество.

Реализация этих проектов нуждается в соблюдении уникальных характеристик. В первом случае необходим огромный объем воды, во втором – особый ландшафт местности. Поэтому российские разработчики твердотельных накопителей энергии задумались над совершенно новым подходом.

«Энергозапас» – стартап наноцентра «СИГМА.Новосибирск», входящего в инвестиционную сеть Фонда инфраструктурных и образовательных программ Группы РОСНАНО. Это единственная в Российской Федерации



**РАЗРАБОТКА и ПРОИЗВОДСТВО**  
**ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ, НЕФТЯНОЙ, ГАЗОВОЙ, ДОБЫВАЮЩЕЙ**  
**И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,**  
**МЕТРОПОЛИТЕНА, СЕЛЬСКОГО и ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА.**



НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ:

- ⚡ **разъединители наружной и внутренней установки 10-1150 кВ**
- ⚡ **элегазовые выключатели 110-500 кВ**
- ⚡ **элегазовые трансформаторы тока 110-500 кВ**
- ⚡ **азотные трансформаторы тока 110 кВ**
- ⚡ **элегазовые трансформаторы напряжения 110-500 кВ**
- ⚡ **комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией КРУЭ 110 кВ**
- ⚡ **жесткая ошиновка 110-750 кВ**
- ⚡ **блочно-модульные ОРУ (ЗРУ) 35-220 кВ**
- ⚡ **шинные опоры 35-1150 кВ**
- ⚡ **устройства комплектные распределительные КРУ ZETO на 6(10) кВ**

- ⚡ **ограничители перенапряжения 0,38-500 кВ**
- ⚡ **полимерные изоляторы 10-500 кВ**
- ⚡ **подстанции трансформаторные 10/0,4 кВ**
- ⚡ **заземлители 10-750 кВ**
- ⚡ **низковольтное оборудование**

### Услуги по кооперации:

- ⚙️ **горячее цинкование металлоконструкций**
- ⚙️ **лазерная, плазменная резка**
- ⚙️ **изготовление деталей методом литья под низким давлением**
- ⚙️ **порошковая окраска изделий**
- ⚙️ **проведение испытаний**

182113, Россия, Псковская обл.,  
г. Великие Луки, Октябрьский проспект, 79  
тел.: +7(81153)6-37-72, факс: +7(81153) 6-38-45

info@zeto.ru  
zeto.ru | зэто.рф

🌐 @zetozaod  
🌐 vk.com/zaozeto

Делаем мир ярче

компания, которая занимается разработкой ТАЭС для накопления энергии в промышленных масштабах.

Решение, предложенное российскими специалистами, представляет собой систему вертикальных лифтов. В 2018 году в Академгородке Новосибирска был построен прототип накопителя высотой 20 м. Мощность ТАЭС составляет 10 КВт.

В здании электростанции вдоль стен расположены восемь шахт. Они выполнены в форме вертикальных колонн, связанных между собой системой горизонтальных и наклонных распорок. В шахтах лифты поднимают грузы на высоту, используя излишки электричества из сети.

Грузы фиксируются вверх, в то время как лифты отправляются вниз за новой партией. Спуск грузов происходит под действием силы тяже-

сти. Это приводит в движение генератор, который вырабатывает электроэнергию.

В лифтах станции нет противовесов. Функцию грузов выполняют прочные полимерные мешки, наполненные спрессованным грунтом. Они армируются геосеткой. Это позволяет уменьшить боковое давление и снизить требования к материалу оболочки груза.

Чтобы сгладить действие потоков ветра на здание ТАЭС, сооружение одели в своеобразную «юбку». Ширина такого наряда составляет  $\frac{1}{4}$  радиуса электростанции. «Юбка» трансформирует горизонтальное давление ветра в вертикальную нагрузку.

Кроме того, авторы проекта продумали, как преодолеть сейсмические колебания. Эту задачу помогает решить особенность конструкции здания. В каждый момент времени вверх или

вниз перемещается определенное количество грузов, а остальные выполняют роль отвеса и подавляют колебания.

Следующим шагом на пути к полноценной промышленной ТАЭС стало сооружение опытно-промышленной станции высотой 80 м и мощностью 2,4 МВт. Здание выполнено в форме цилиндра диаметром 30 м. Оболочка окружена конструкцией из металлических стержней, так называемой Шуховской сеткой, для устойчивости к ветровым нагрузкам.

Этому строению отведена роль шоурума, позволяющего тестировать установку и демонстрировать результаты работы накопителя потенциальным инвесторам. Опытная модель содержит механические и электронные компоненты, которые в дальнейшем будут воспроизведены в промышленной электростанции.

Помимо этого, компания представила модель опытной станции в VR. Виртуальное прототипирование дает возможность уже на этом этапе увидеть ТАЭС внутри и снаружи с высокой степенью детализации.

Если технические характеристики опытно-промышленного образца будут одобрены, в 2025 году «Энергозапас» планирует запустить в эксплуатацию первую промышленную твердотельную аккумулирующую электростанцию.

При высоте в 300 м и застройке земельного участка площадью около 1 км<sup>2</sup> емкость накопителя составит 10 ГВт\*ч, а мощность ТАЭС – 1 ГВт. Разработчики утверждают, что по требованию заказчика мощность и емкость могут быть изменены.

Хранение энергии с помощью твердотельных АЭС считается весьма перспективной технологией. По прогнозам аналитиков, уже к 2025 году на долю ТАЭС будет приходиться 10% мирового рынка накопителей.

## Бег с препятствиями

Развитие рынка накопителей – это важный элемент «энергетического перехода», который набирает обороты не только за рубежом, но и в Российской Федерации. Трансформация электроэнергетических систем характеризуется появлением новых участников энергорынка, возрастанием доли альтернативной энергетики в энергобалансе, распространением новых технологических решений.

У России есть шанс ликвидировать отставание и реализовать потенциал рынка накопителей энергии. Для того чтобы достичь поставленной цели, необходимо в среднесрочной перспективе уделить должное внимание формированию технологической базы СНЭ нового поколения. При этом следует брать



в расчет технические характеристики и экономические показатели, востребованные в перспективных сегментах рынка:

- **Новая генеральная схема.** На сегодняшний день традиционная централизованная архитектура построения энергосистем исчерпала свой потенциал эффективности, она уже не может оставаться оптимальным вариантом и нуждается во внедрении СНЭ. За счет накопителей энергокомпания смогут повысить эффективность режима работы оборудования, сети – оптимизировать загрузку, а потребители – выравнивать свое потребление и сохранять электроэнергию для будущего использования;
- **Интернет энергии.** Учитывая стохастический характер генерации из возобновляемых источников и ее зависимость от погодных условий, для качественного энергоснабжения потребителей необходим соответствующий объем резервной мощности. В настоящее время в большинстве случаев это достигается за счет традиционной энергетики. Одной из характерных особенностей российской энергосистемы является наличие зон свободных перетоков, когда не важен факт наличия генерации в конкретном регионе, если есть сетевая инфраструктура. Такой способ сохранения баланса имеет технические и экономические ограничения. Вопросы интеграции ВИЭ в структуру традиционных энергетических систем не решены до конца. Системы накопления энергии – это качественно другой, новый подход, который позволяет найти оптимальные решения и внедрить ВИЭ в энергосистему в полной мере: для повышения эффективности альтернативной энергетики, регулирования частоты и напряжения в энергосистемах, резервирования, обеспечения бесперебойного питания, поддержания показателей качества энергии и др.;
- **Водородная энергетика.** Развитие «зеленой» экономики и декарбонизация энергетики создают предпосылки для развития водородной энергетики. Водород используется для аккумуляции, хранения, транспортировки энергии и рассматривается сегодня в качестве перспективного энергоносителя, снижающего до минимума антропогенное влияние на климат.

Несмотря на грамотно разработанные планы и прогресс на глобальном рынке накопителей, дальнейшее развитие технологии накопления энергии в России невозможно без четкой законодательной базы. Поэтому с 1 ноя-

бря 2020 года вступили в силу первые национальные стандарты для проектирования, испытания и эксплуатации накопителей энергии большой мощности.

Действие документа распространяется также на системы, предназначенные для автономной работы, с возможностью подключения к электросети для интеграции накопителей в единую энергетическую систему и создания развитой инфраструктуры. Если устройство разработано и изготовлено по стандартам, то его можно подключать к сети и не опасаться, что оно причинит ущерб.

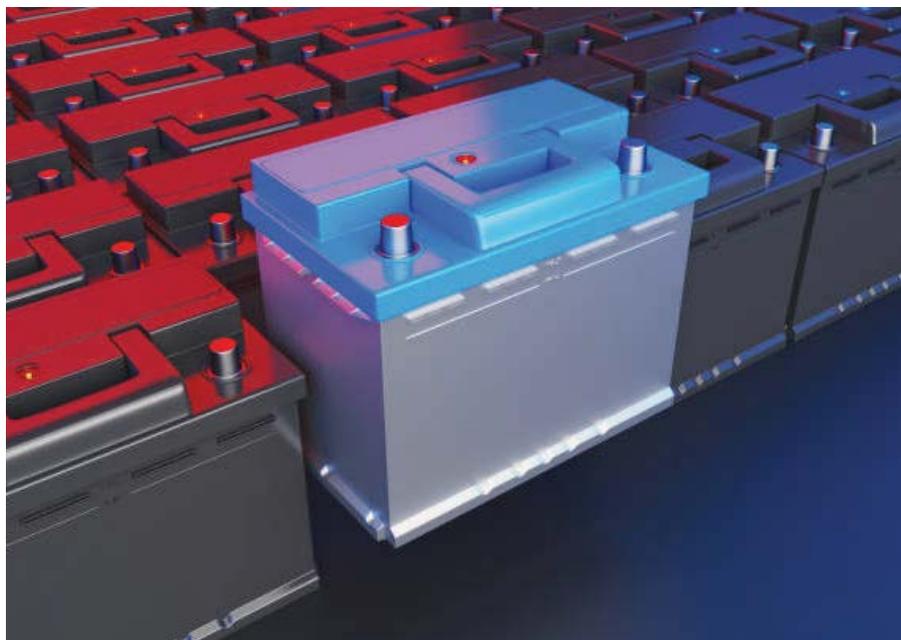
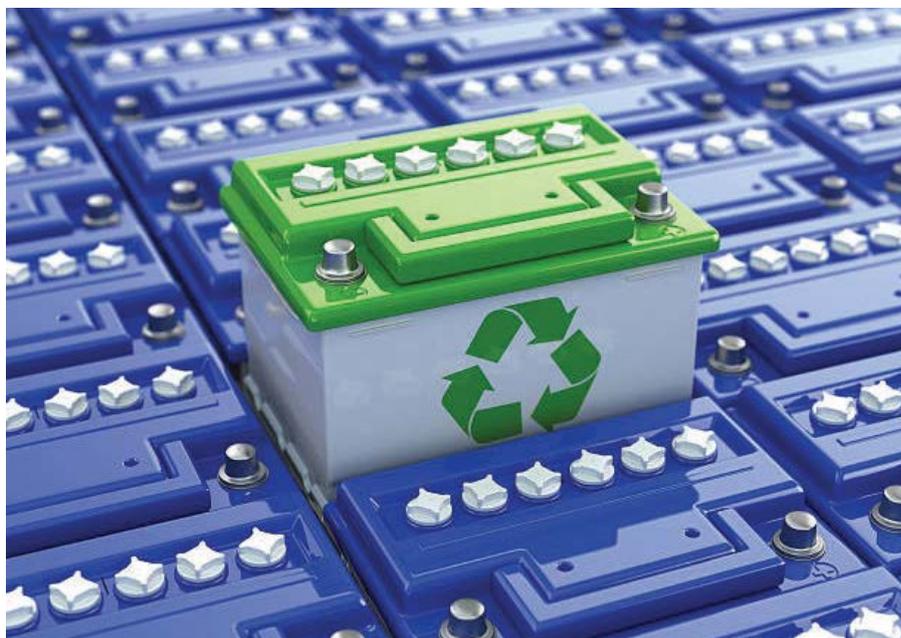
Введение стандартов, а также дальнейшее совершенствование законодательной и нормативной базы, способно стать драйвером развития отрасли. Нормативно-техническая документация, адаптированная к международным требованиям, поможет российским

производителям оборудования выйти на международные рынки.

По мнению аналитиков, развитие рынка накопителей ограничивает высокая стоимость оборудования. Так всегда происходит со сложной техникой. Практика показывает, что после начала серийного производства цены снижаются, что позволяет проекту быстрее стать прибыльным.

При этом, если технические характеристики отечественного оборудования лучше, чем у импортных аналогов, его будут приобретать не только внутренние потребители, но и зарубежные. Конкурентоспособный продукт можно будет продавать в других странах, что отвечает задаче увеличения высокотехнологичного импорта из России.

Эксперты отмечают, что одним из основных препятствий на пути развития СНЭ в РФ остается недо-



статочный уровень развития научно-технологической инфраструктуры и отсутствие форматов, способных обеспечить эффективное взаимодействие органов государственной власти, госкорпораций, крупного бизнеса, малых технологических предприятий и научных организаций.

Функцию такого инструмента могут взять на себя технологические консорциумы, которые будут нести ответственность за практическую реализацию мероприятий по разработке и внедрению инновационных технологий. Кроме того, их деятельность могла бы способствовать формированию производственных мощностей на всех этапах создания новых продуктов.

## Будущее накопителей электроэнергии

Аналитики из BNEF утверждают, что в минувшем году доля литий-железо-фосфатных аккумуляторов

в стационарных СНЭ впервые за всю историю становления рынка накопителей превысила долю никель-марганец-кобальтовых моделей.

По оценкам специалистов, это станет трендом как минимум до 2030 года. Намечившаяся тенденция обусловлена доминирующей ролью этой технологии в Китае и быстрыми темпами ее распространения в мире.

Компания BNEF также включила в свой прогноз натрий-ионные аккумуляторы, которые могут создать достойную конкуренцию литий-ионным батареям, и к 2030 году занять весомую долю рынка.

Большие аккумуляторные батареи в диапазоне десятков мегаватт небезопасны, дорогостоящи, быстро изнашиваются, а при их создании используется большое количество химических веществ, таких как литий и гадолиний, производство которых сопряжено с риском для экологии.

К числу перспективных технологий отраслевые эксперты относят:

- пост-литиевые электрохимические решения, основанные на эффективной интеркаляции. В эту категорию, наряду с натрий-ионными технологиями, также входят калий-ионные и магний-ионные электрохимические накопители энергии;
- металл-воздушные аккумуляторные батареи. В литий-ионных накопителях ионы растворенного в электролите лития в процессе зарядки и разрядки перемещаются от анода к катоду. В металл-воздушных моделях катод состоит из воздуха, а анод изготавливается из металла (например, цинка или алюминия). Использование воздуха делает такие аккумуляторы более легкими и дешевыми, что существенно снижает стоимость энергоемкости;
- водородные технологии, которые базируются на интеграции двух технологий – Power-to-Gas (P2G) и топливных элементов. Такое сочетание обеспечивает хранение энергии в синтетическом химическом топливе;
- гравитационные накопители электроэнергии. В настоящее время технология уже тестируется специалистами разных стран, но еще не реализована в промышленных масштабах. Ожидается, что она станет достойной альтернативой химическим аккумуляторам;
- проточные батареи, в которых жидкий электролит прокачивается через ядро с помощью насосов;
- совмещение нескольких способов хранения энергии в одной батарее. Например, британская компания Pivot Power объединила литий-ионные элементы и проточные ванадиевые аккумуляторы в гибридные СНЭ. Система рассчитана на большие нагрузки, при этом проточный компонент способствует продлению срока службы ионолитиевых элементов, замедляет их деградацию при циклировании;
- сверхпроводящие индуктивные накопители (СПИНЭ) запасают энергию в магнитном поле индукционной катушки, где ток циркулирует без потерь. Преимуществом такого технологического решения специалисты называют быстрдействие, которое исчисляется в миллисекундах. Это позволяет реагировать на внезапные аварийные ситуации в энергосистеме. Конструкция СПИНЭ состоит из трех конструктивных узлов: магнитной среды, криогенной системы связи с внешней сетью и преобразователя-инвертора. Метод отличается экологичностью,



**Аналитики из BNEF утверждают, что в минувшем году доля литий-железо-фосфатных аккумуляторов в стационарных СНЭ впервые за всю историю становления рынка накопителей превысила долю никель-марганец-кобальтовых моделей.**

поскольку при изготовлении накопителя не используются токсичные материалы, в процессе работы не происходят химические реакции, отходы производства отсутствуют.

Помимо батарей, в стадии разработки находятся и другие перспективные технологии. Прежде всего, речь идет о накопителях тепловой энергии и пневматических аккумуляторах (методика основана на сжатии воздуха или другого газа, который закачивается в накопительное устройство при помощи двигателя, для получения энергии газ подают на специальную турбину).

Многие новые технологии могут обеспечивать более длительную диспетчеризацию. Однако аналитики утверждают, что батареи будут удерживать пальму первенства, как минимум, до 2030-х годов. Этому будет способствовать их ценовая конкурентоспособность, налаженная цепочка поставок и значительный послужной список. Если новым технологиям удастся переиграть литий-ионные решения, рост рынка накопителей станет по-настоящему стремительным.

Мировой рынок СНЭ активно развивается: совершенствуются технологии, новые методики испытываются на практике, накапливается ценный опыт успешного применения аккумуляторных хранилищ.

Системы накопления энергии позволяют принципиально по-новому решать проблемы управления режимом энергосистем, внедрения альтернативной генерации и электроснабжения объектов, не подключенных к единой сети.

В ближайшие годы на энергетических рынках будут по-прежнему доминировать электрохимические технологии на базе литий-ионных аккумуляторных батарей. За последнее десятилетие стоимость таких накопителей существенно снизилась, что

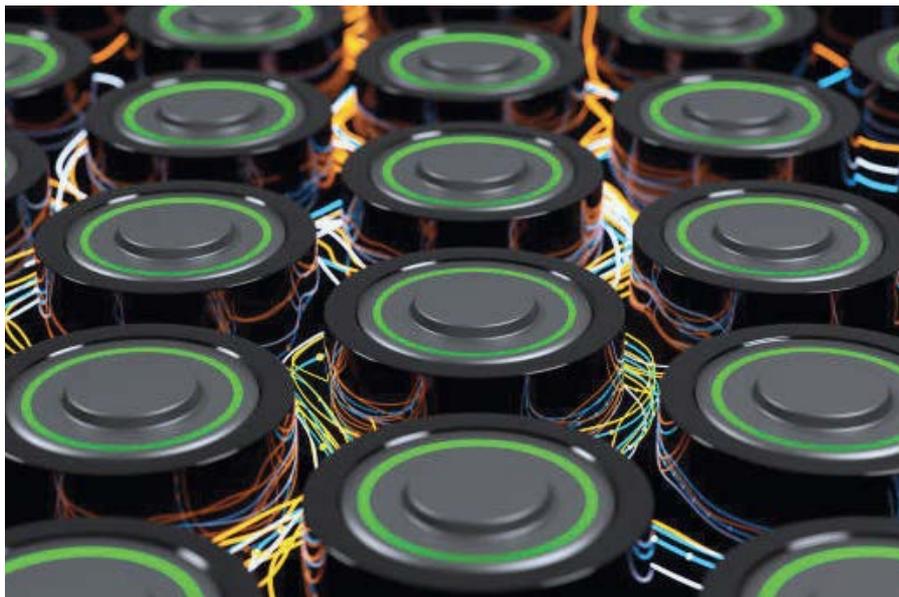
неизбежно отразилось на их инвестиционной привлекательности.

Анализ глобального рынка СНЭ свидетельствует об отставании Российской Федерации от ряда стран, в которых технологии накопления

энергии уже реализованы на практике. Однако у России есть шанс ликвидировать отставание и реализовать потенциал рынка накопителей энергии.

В современных реалиях максимальный технико-экономический эффект от применения СНЭ может быть достигнут в изолированных энергосистемах с распределенной генерацией, в микроэнергосистемах с ВИЭ и на автономных электростанциях нефтегазовой отрасли.

В этих случаях к мощности и емкости накопителей предъявляются достаточно невысокие требования. Они вполне реализуемы на нынешнем этапе развития рынка, что дает возможность накопить опыт их эксплуатации, отработать алгоритмы управления ими. По мере отработки технологии и снижения себестоимости оборудования системы накопления энергии будут активно внедряться и в «большую» энергетику.



# Накопители энергии: технологии и тренды

Сегодня на круглом столе мы говорим о накопителях энергии. Тема сейчас актуальна как никогда, и мы решили посмотреть, а что же происходит в этом направлении и на что имеет смысл обратить внимание. Эти вопросы мы традиционно задали нашим экспертам.

На наши вопросы отвечали:

**Александр Беспалов**, руководитель отдела по управлению продукцией компании ENERCON

**Глеб Дубинин**, директор по продукту СНЭЭ компании БалтЭнергоМаш

**Андрей Мальшев**, директор департамента Горнорудной промышленности ОАО «ВНИИР» (ГК «АБС Электро»)

**Рамиль Мингазов**, главный инженер компании НЭТЕР

**Владимир Ребров**, эксперт по СНЭ и Mirogrid компании ООО «Лаборатория преобразовательной техники»

**Елена Гусева**, директор компании «Тандем-С»



**Александр Беспалов**, руководитель отдела по управлению продукцией компании ENERCON



**Глеб Дубинин**, директор по продукту СНЭЭ компании БалтЭнергоМаш



**Андрей Мальшев**, директор департамента Горнорудной промышленности ОАО «ВНИИР» (ГК «АБС Электро»)



**Рамиль Мингазов**, главный инженер компании НЭТЕР



**Владимир Ребров**, эксперт по СНЭ и Mirogrid компании ООО «Лаборатория преобразовательной техники»



**Елена Гусева**, директор компании «Тандем-С»

## – Что сегодня происходит на рынке накопителей энергии?

**Александр Беспалов:** Глобальный рынок на этапе агрессивного роста в связи с развитием альтернативной генерации. Стационарные электрохимические накопители на базе литиевой технологии очень хорошо подходят для решения проблем, возникающих при внедрении источников альтернативной генерации, – в связи с малой инерционностью этих источников при падении или набросе нагрузки возникают крайне нежелательные изменения частоты в сети, которые компенсируются мощными накопителями. Для районов с недостатком электроэнергетики используются установки альтернативной генерации – и здесь обязательно необходимы накопители, чтобы сохранять полученную электроэнергию и использовать ее в момент пиков потребления.

Российский рынок на данный момент также интересен для развития накопителей и альтернативной генерации – многие районы испытывают недостаток или перебои с электроэнер-

гией, при этом находятся в районах с высокой инсоляцией и могут использовать энергию солнца.

**Глеб Дубинин:** Российский рынок аккумуляторных накопителей замер, ждет своего стимула, которым может послужить снижение стоимости доставки литиевых, да и вообще аккумуляторов из Китая в РФ. Потребность существует и в сфере ВИЭ, и в сфере традиционной энергетики.

**Андрей Мальшев:** В настоящее время применение накопителей энергии экономически эффективно только в регионах, энергетическое обеспечение которых идет с периодическим отключением электроэнергии, а также там, где происходят резкие скачки и просадки питающей сети.

**Владимир Ребров:** Предлагаем ограничиться информацией по конкретным видам стационарных накопителей энергии из большого числа технологий в этом направлении: механические, химические, электрические и другие технологии накопления энергии. Не обсуждая достаточно давно реализуемый механический вид накопителя в виде

гидроаккумулирующих станций (в России таких более 1,36 ГВт установленной мощности), перейдем к теме электрохимических и электрических накопителей. Наиболее часто реализуемые в последние семь лет стационарные накопители энергии – это накопители на основе электрохимической технологии в виде литий-ионных аккумуляторных батарей. Технология получила активную поддержку и развитие и позволяет обеспечить накопление энергии от 30 до нескольких часов.

Также к накопителям энергии правильно отнести все аккумуляторные батареи в составе современного электротранспорта (автомобили, электробусы и т.д.). Тем более что развиваемая концепция Vehicle-to-Grid обеспечивает возможность использования автомобилей временно в качестве стационарных накопителей для энергосистемы на время их стоянки и подключения к энергосистеме. Но мы не касаемся далее рынка электромобилей в части применения в них накопителей.

На мировом рынке современные стационарные накопители на базе ли-

тий-ионных АКБ массово внедряются в энергосистему (в централизованную электрическую сеть) на трех условных уровнях: ближе к источникам генерации, в распределительной электросети и ближе к потребителям (включая малых частных потребителей). Рынок развивается за счет стимуляции тарифами и другими финансовыми инструментами. В России стационарные накопители развиваются в изолированных энергосистемах, в частности при реализации гибридных дизельных электростанций с применением ВИЭ для изолированных поселений и энергоизолированных промышленных объектов (горнорудная сфера, нефтегаз и др.). По нашей оценке, в изолированные энергосистемы пока поставлены накопители с установленной мощностью 7–10 МВт и с энергоемкостью порядка 10–15 МВт\*ч. Объем рынка изолированных энергосистем в России внушительный, но высока и сложность реализации проектов в изолированных арктических регионах. Автономный режим СНЭ также требует значительно большего объема интеграции и работ, чем установка СНЭ в централизованной энергосистеме. В итоге себестоимость СНЭ для изолированных энергосистем в России выше, чем для централизованных. В централизованной энергосистеме в России, как нам кажется, реализовано несколько мелких проектов с общей энергоемкостью не более 1 МВт\*ч, и нам известен один крупный проект с энергоемкостью 8 МВт\*ч.

**Елена Гусева:** Вчерашний рынок накопителей энергии и сегодняшний (скажем так, постфевральский) – это два совершенно разных рынка.

Всё, что мы развивали почти 20 лет (а развивались мы в партнерстве, главным образом, с европейскими производителями систем ИБП), в одночасье перестало отвечать требованиям жизненных реалий.

Немногим ранее, в 2020-м, в связи с пандемией большинство предприятий – производителей аккумуляторов приостановили или сильно ограничили выпуск продукции. И удовлетворить спрос не удалось до сих пор...

– **Какие тренды вы могли бы отметить?**

**Александр Беспалов:** Одним из трендов является применение накопителей вне проектов с генерацией электроэнергии, например, для компенсации пиков потребления электроэнергии и сглаживания графика нагрузок. Как известно, это может быть большой проблемой для электросети, когда, например, при расширении производства или жилого поселка подведенной мощности недостаточно, потому что при пиковом

потреблении (когда все подключили свои электроприборы) электроэнергии не хватает. В этом случае приходится переоборудовать сеть и питающую подстанцию, что связано со значительными издержками, при этом она будет недогружена и работать с пониженной эффективностью, так как основное время потребление электроэнергии значительно ниже пиковой мощности. Для этих целей становится рентабельным применение накопителей для средних и крупных коммерческих и муниципальных объектов – офисов, производств, жилых поселков и т.п.

**Глеб Дубинин:** На данный момент существует устойчивый тренд дополнения аккумуляторными накопителями любых потребителей энергии, будь то потребители в изолированных поселениях или промышленные потребители, подключенные к общей сети.

**Андрей Мальшев:** К сожалению, в настоящее время прослеживаются периодические отказы от применения таких решений в промышленных масштабах. В основном это связано со стоимостью оборудования и строительных работ. В условиях равной конкуренции с существующей инфраструктурой энергетики равновесные цены не позволяют достичь окупаемости капиталоемких проектов накопителей в разумные сроки. Только развитие собственных производств аккумуляторов и рост объемов промышленного производства помогут сделать применение накопителей энергии более экономически обоснованным.

**Владимир Ребров:** Стационарные накопители энергии в энергосистеме являются неотъемлемой частью на пути развития концепции SmartGrid, Microgrid и распределенной энергетики в целом. Но сама концепция гибкости в энергетике и развития распределенной энергетики, в быстро меняющихся экономических условиях с доступностью энергии в любой точке, толкает рынок накопителей к развитию именно легко перевозимых и быстро монтируемых накопителей, а это никак не ГАЭС. Сегодня это системы на базе литий-ионных АКБ.

Россия имеет возможность отработать концепцию Microgrid на базе изолированных энергообъектов. Наша компания в этом преуспевает и предлагает уже отработанные в изолированных энергообъектах технологии для применения в направлении развития Microgrid и распределенной энергетики. Это конкурентоспособный, даже в рамках мирового масштаба, опыт. Он сочетает в себе: 1) опыт реализации систем управления накопителя для сложных режимов изолированной энергосистемы (а это важно для Microgrid); 2) опыт доставки и монтажа в труднодоступных

регионах в отсутствие строительной и дорожной инфраструктуры и средств крупной механизации; 3) опыт реализации и эксплуатации в экстремальных климатических условиях (Арктика). России и нашей компании в частности есть и будет что предложить мировому рынку в части своего опыта в области Microgrid.

**Елена Гусева:** От факта не уйти: 20 лет не прошли даром – и потребителей аккумуляторов стало столько, что игнорировать их нужды (переменные и постоянные) невозможно. Тот же электро-транспорт: кому будет хорошо, если пол-Москвы встанет? Или портативная электроника: за 10 лет рынок вырастает примерно в два раза. Соответственно, в той же пропорции растет спрос на аккумуляторы.

Или совсем бытовой пример – водосчетчики в жилых домах. 99% востребованных моделей нуждаются в накопителях энергии с определенными параметрами. В этой отрасли лидировали корейские производители. Пришлось спешно искать аналоги. А это непросто. И долго. И дороже, чем было. И параметры зачастую не совпадают, что влияет на точность показаний. Последствия и в ту, и в другую сторону подумайте сами...

– **Где сегодня применяются накопители энергии и в каких отраслях еще они могли бы быть использованы?**

**Александр Беспалов:** Основная задача, которую выполняют накопители – это балансировка потребления электроэнергии. В случае распределительных электросетей мощные накопители выполняют функцию корректировки частоты сети и компенсацию пиков роста/спада потребления электроэнергии, в коммерческих объектах и частных домохозяйствах выполняют функции выравнивания графика потребления электроэнергии, а также накопления электроэнергии и использования её по запросу.

Стоит также определить что имеется в виду под термином «накопители» – в текущее время широкое распространение в мире получили стационарные электрохимические накопители на базе литий-ионной технологии аккумуляторных батарей. Основные применения этих продуктов, которые уже доказывают свою экономическую эффективность, это накопители для солнечной/ветряной энергетики – как для сетевых электростанций, так и для генерации частными домохозяйствами, накопители для зарядной инфраструктуры электромобилей, промышленно-сти и, конечно, накопители для центров обработки данных.

**Глеб Дубинин:** В данный момент аккумуляторные накопители в виде промышленных накопителей используются в гибридных дизель-солнечных и чисто солнечных электростанциях изолированных поселений, в виде настенных «powerwall-ов» в домохозяйствах. В тестовых режимах используется в качестве буферного, «сглаживающего» накопителя в составе небольшой СЭС (нижней и верхней Бурзянской СЭС, Кош-Агачская СЭС), зарядок для электромобилей, накопителей «последней мили» для тушковых сетях локальных энергосбытов, буровых установок, локальных сетей агрегаторов спроса, в качестве источника собственных нужд газотурбинных электростанций.

Кроме того, аккумуляторные накопители электроэнергии должны использоваться в качестве буферных накопителей для стационарных и мобильных водородных источников энергии.

**Андрей Мальшев:**

1. Солнечная генерация. Накопители позволяют в часы пиковой солнечной активности максимально оперативно зарядить свой объем аккумуляторов, что позволит поддержать необходимое напряжение на протяжении ночного периода, а также во время пониженной солнечной активности. Также накопители возможно использовать при обеспечении всех систем собственных нужд.
2. Ветрогенерация. Накопители можно использовать в пиковую активность ветрогенератора, с отдачей энергии «в штить».
3. Зарядная электрическая инфраструктура для электрических автомобилей. Так как мощностей на заправках не хватает для полноценной ультрабыстрой зарядки электроавтомобилей, накопители позволяют быстро отдавать накопленный заряд в максимально короткие сроки, не сильно перегружая имеющуюся сеть.
4. Химическая промышленность с постоянным производственным процессом. Накопитель может использоваться как мощный сетевой фильтр, который сглаживает скачки напряжения, а также является резервным источником питания в процессе перехода на ДГУ.
5. Для сетевого использования питания регионов. Обеспечение электроэнергией регионов, в которых существуют серьезные просадки электроснабжения из-за старых сетей. Зарядка такого накопителя происходит по ночному (дешевому) тарифу, а отдача электроэнергии – по дневному (дорогому) тарифу.

**Рамиль Мингазов:** Сфера применения накопителей энергии крайне широка – от простейших бытовых приборов до промышленных предприятий и круп-

ных электрогенерирующих станций из возобновляемых источников энергии.

Химические источники тока (накопители энергии) активно начали использоваться в автомобильном транспорте и легких беспилотниках, небольших речных и морских судах. В транспортной сфере на очереди малая и большая авиация, железнодорожный транспорт, использование в крупных речных и морских судах.

**Владимир Ребров:** В общем случае накопители применяются в энергосистеме. Вопрос в том, на каком участке энергосистемы их лучше применять. Далее следует разделять: централизованную энергосистему (электрическую сеть) и изолированную энергосистему (автономную на базе собственной генерации). В мировой централизованной энергосистеме накопители используются в основном на участках электрораспределения – в сетях. Но также активно применяются на концах линий электропередачи – непосредственно с установкой у потребителей электроэнергии, вплоть до частных домохозяйств. Всё это с учетом высокого быстроедействия СНЭ на базе инверторов и литий-ионных АКБ дает возможность регулировать перераспределение энергии в энергосистеме как пространственно, так и во времени. Основная цель – гибкое регулирование (концепт «Интернета энергии»). Поэтому вопрос «где» и «в каких еще» не так важен.

**– В чем целесообразность создания энергоустановок на базе интегриции электрических накопителей с первичными источниками энергии?**

**Глеб Дубинин:** Доукомплектование существующих энергоустановок накопителями энергии позволит компенсировать пики потребления, резервировать питание потребителей, повышая надежность электроснабжения. Позволит подключать к существующим подстанциям новых потребителей, те же новые жилые кварталы без замены понижающих трансформаторов или/и сетей.

**Андрей Мальшев:** Это будет эффективно, когда данные системы будут использоваться в качестве систем питания с большими сетевыми фильтрами двойного назначения (выравнивание питающей сети и источника бесперебойного питания большого объема с максимально быстрым откликом).

**Рамиль Мингазов:** Данные энергоустановки помогают решать такие задачи, как обеспечение бесперебойной работы, в случае аварии или нестабильной подачи электроэнергии. Также эти установки способны сглаживать пиковые нагрузки на сеть.

**Владимир Ребров:** Интеграция современных инверторных накопителей

энергии на базе литий-ионных АКБ (а в перспективе и других систем хранения, но обязательно с применением современных силовых преобразователей тока: инверторов, DC/DC- преобразователей) совместно с первичными источниками энергии, такими как топливные генераторные установки, установки на базе ВИЭ, установки на базе вторичных источников энергии (тепло, пар и т.п.) позволяет повысить эффективность этих первичных источников энергии. Если мы правильно воспринимаем понятие «первичные источники энергии». Элементарный пример – гибридный электромобиль, где совместно работают накопитель и двигатель внутреннего сгорания: всем известен факт экономии топлива в такой схеме и повышения межсервисных интервалов.

**– Какие интересные технические решения заслуживают внимания?**

**Глеб Дубинин:** Заслуживают внимания промышленные установки с аккумуляторными стойками напряжением до 1500 В с жидкостным охлаждением, с отдельными DC-DC преобразователями на каждую стойку. Это позволяет добиться повышения удельной плотности энергии и более экономичного расходования ресурса ячеек. По-прежнему заслуживают внимания варианты готовых решений в стиле powerwall, включая гибридный инвертор и стыкуемые аккумуляторные блоки.

**Андрей Мальшев:** Комплексный накопитель в блочно-модульном здании транспортного габарита до 8,2 МВА.

**Владимир Ребров:** По моему мнению, внимания заслуживают технические решения, максимально обкатанные в условиях максимальной изолированности энергосистемы, что дает возможность легко применять эти решения в любых других проектах по принципу Plug&Play. Это объясняется тем, что решения в изолированных энергосистемах, реализованные в труднодоступных регионах, отработаны так, чтобы иметь максимальную автоматизацию, высокую надежность, адаптивность алгоритмов автоматического управления, низкий человеческий фактор и даже элементы искусственного интеллекта (или самообучения).

**– Как обстоят дела с импортозамещением в этой сфере?**

**Александр Беспалов:** Российские компании только начинают этот путь, так как он связан с зарождением массового рынка в России. На данный момент есть серьезные игроки – производители, поставляющие большие накопители для электросетей, а также небольшие и среднего размера произво-

дители, выходящие на рынок с изделиями российской сборки. На данный момент большая часть вторичных химических источников тока, используемых в накопителях – свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, литий-ионные ячейки различных технологий – производятся вне территории России, и лидером по производству является Китай. Но последнее время российские компании начинают анонсировать проекты по открытию производств данных изделий, что является позитивным трендом.

**Глеб Дубинин:** Пока это не более чем заявления. Некоторые надежды связаны с заявлением Росатома открыть завод литий-ионных аккумуляторов в Калининграде в течение пары лет

**Андрей Малышев:** Все технические решения в настоящее время – китайского производства. ОАО «ВНИИР» нацелен на разработку и запуск производства накопителей энергии с максимальным сотрудничеством с зарубежными партнерами, в тех проектах, которые позволяют использовать все их положительные стороны.

**Владимир Ребров:** Как в целом и в остальных сферах. Основные составляющие: инверторная техника (силовая преобразовательная техника), аккумуляторная система и система управления.

Инверторная техника – в основном крупноузловая сборка, если необходимо обеспечить конкурентоспособную стоимость. Полный цикл производства имеется в России, но требует существенного объема потребности на рынке (с требованием обязательной полной локализации), чтобы обеспечить конкурентоспособную по сравнению с азиатскими производителями цену. Срок выхода на конкурентоспособную цену в полном цикле производства в России после объявления такой потребности на рынке – не менее двух лет, т.к. потребуются кооперация производителей составных частей.

Аккумуляторная система – сегодня литий-ионная технология в АКБ в основном сконцентрирована в Азии. Российские производители в основном реализуют продукцию для специальных проектов (ВПК и др.). Коммерческая локализация видится через приобретение технологии за границей с последующим перемещением производства в РФ и повышением доли местных материалов в составе продукта.

Система управления – это часть системы, которая имеет самый высокий уровень локализации, т.к. ПО в РФ полностью возможно реализовывать локально, как и поступает наша компания. Аппаратная часть системы управления (микрочипы, процессорные решения и ИТ-оборудование) в основном им-

портируется, но существует локальное производство аппаратной части на базе импортных процессоров.

*– Какие проблемы есть на рынке накопителей энергии и как, на ваш взгляд, можно их решить?*

**Александр Беспалов:** Есть несколько драйверов рынка накопителей – развитие альтернативной энергетики (в том числе бытовой и коммерческой) и связанное с этим субсидирование применения установок альтернативной генерации, высокая стоимость электроэнергии, в том числе введение дополнительной платы за потребление в периоды пиковой мощности (что связано с ограниченной мощностью электросетей при увеличении энергопотребления и дороговизне увеличения подведенной мощности), а также сравнительно дорогие альтернативы производства электроэнергии, если недоступно питание от сети (бензиновая или дизельная генераторная установка, здесь – высокая стоимость топлива). В России перечисленные драйверы мирового рынка имеют среднюю актуальность, при этом очень актуальны нишевые применения накопителей. В целом, зона развития для нашего рынка – это стимулирование рынка и корректное регулирование со стороны государства взаимоотношений между субъектом альтернативной генерации и сбытовой компанией, а также субсидирование применения альтернативной генерации.

Для российского рынка также является проблемой сервис и доступность качественных накопителей локального производства. Эту проблему активно решает компания ENRGON, благодаря собственному локальному производству накопителей для различных сфер применения.

**Глеб Дубинин:** Проблемы существуют. В основном, они связаны с сложностью доставки литий-ионных аккумуляторов из Китая, необходимостью в большинстве случаев оформлять логистику через компании, находящиеся в юрисдикции третьих стран.

**Андрей Малышев:** Основная проблема – это стоимость решений в данном сегменте рынка.

Только разрабатывая собственные месторождения лития и организовывая масштабные производства промышленных аккумуляторов, можно снизить стоимость накопителей энергии.

**Владимир Ребров:** Пока в России нет особого выделенного рынка накопителей – проблемы описать сложно.

**Елена Гусева:** Отдельно хочется сказать о тех, кто организовал для себя энергетическую автономию путем перехода на ВЭИ. Без накопителей и сол-

нечные, и ветряные системы теряют в эффективности на 50–80% (в зависимости от количества солнечных дней в регионе). Понятно, что у современных литий-ионных аккумуляторов жизненный цикл приближается к 30 годам, но их же надо обслуживать! А потом еще и утилизировать.

Это важно и для жилых, и для промышленных объектов. Особенно сейчас, когда централизованные системы энергоснабжения в любой момент могут выйти из строя по объективным всем известным причинам.

Очевидно, что рынок накопителей энергии будет расти в связи со спросом как минимум на уже имеющиеся линейки устройств, которые без аккумуляторов не живут. А на них завязаны тысячи важных процессов...

Вся надежда на российских производителей.))) Чем скорее расширится во всех смыслах – тем скорее будет всем счастье: и нам, профессионалам, и нашим уважаемым пользователям.

*– Как дальше будет развиваться это направление, с вашей точки зрения?*

**Александр Беспалов:** Нет сомнений, что в будущем стационарные накопители будут занимать существенную долю на рынке генерации и распределения электроэнергии, на данный момент самыми перспективными выглядят накопители электроэнергии на базе литиевых батарей, но, с учетом текущих тенденций, долгосрочно предсказать развитие рынка сложно. Очевидно, что с развитием автомобилей, сети электрозаправок и альтернативной энергетики – накопители электроэнергии будут обыденным явлением, но какие технологии будут использоваться и какой формат реализации будет – покажет время.

**Глеб Дубинин:** Возможны тестовые закупки накопителей емкостью 0.5–1 МВт\*ч рядом крупных компаний и накопителей небольшой емкости 0.1–0.3 МВт\*ч для сетевых электростанций.

**Андрей Малышев:** В свете санкций и высокого давления на РФ и Китай, данные решения будут применяться в проектах, экономическое внедрение которых должно окупить себя в ближайшей перспективе. Со временем, когда будет глобальный переход на электроавтомобилестроение, эти решения станут максимально востребованы.

**Владимир Ребров:** Зависит от регулирующих и стимулирующих факторов. При развитии распределенной энергетики, концепции MicroGrid и активных энергетических комплексов (АЭК) будет и развитие СНЭ.

## YouTube канал журнала

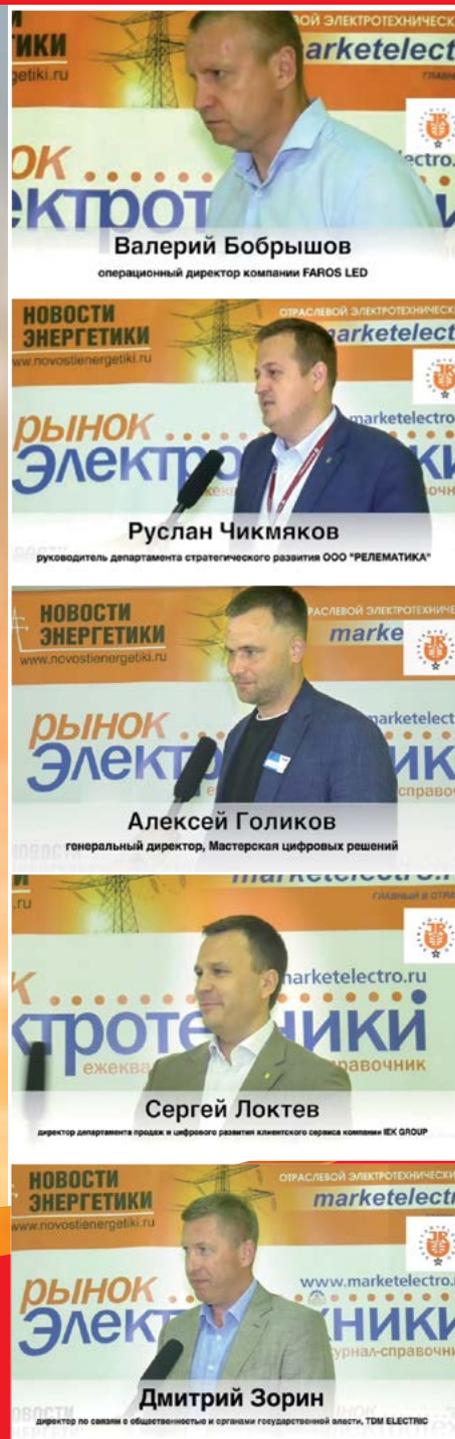
**РЫНОК .....  
Электротехники**  
www.marketelectro.ru  
ежеквартальный журнал-справочник

Смотрите на канале  
«Рынок Электротехники»:

- Актуальные интервью с экспертами электротехнического рынка.
- Аналитика и прогнозы.
- Обзор технических новинок.
- Полезное видео про электротехнику.



**Подпишитесь на канал,  
чтобы не пропустить  
новые выпуски.**



# АРМ Монтажника в ПО «Пирамида 2.0»: управление процессом установки и замены приборов учета

В программном обеспечении «Пирамида 2.0» Группы Компаний «Системы и Технологии» реализован новый функционал управления установкой и заменой приборов учета через мобильное приложение АРМ Монтажника.

«Пирамида 2.0» – программный продукт для автоматизированных систем учета энергоресурсов, диспетчеризации и управления технологическими процессами, обеспечивающий лучший набор отраслевых функций для энергетики, промышленности и ЖКХ.

Приборы учета являются основным элементом автоматизированных систем учета энергоресурсов. Как правило, их монтаж осуществляется в отрыве от функционирующей системы на многочисленных, удаленных друг от друга объектах, с привлечением большого числа исполнителей. Растущие объемы таких работ значительно усложняют планирование и контроль их выполнения.

АРМ Монтажника ПО «Пирамида 2.0» позволяет автоматизировать управление монтажными работами, существенно упростив и ускорив обработку и обмен информацией.

## Принцип работы:

- Администратор формирует план работ по установке или замене приборов учета по адресному перечню и назначает его исполнителю.

- Монтажник получает план работ в мобильном приложении и начинает последовательное выполнение с возможностью добавления к отчету фотографий, геометок и сообщений о нестандартных ситуациях.
- Отчеты из мобильного приложения отправляются на сервер при появлении доступа к сети в зашифрованном виде.
- На сервере отчеты проходят базовую автоматическую проверку с возможностью подробного рассмотрения администратором.

Мобильное приложение «Пирамида Монтажник» доступно для ОС Android на отечественных площадках RuStore и NashStore, а также в Google Play.

## Эффективность внедрения АРМ Монтажника:

- Для энергокомпаний: контроль инвестиционной программы по установке приборов учета, упрощение планирования и анализа выполнения работ, оценка эффективности подрядчиков.
- Для подрядных организаций: оперативное планирование монтажа, автоматизированное заполнение отчетов о выполненных работах с добавлением НСИ, геолокации, фотографий.
- Для исполнителей: автоматизация рутинных процессов, четкая формулировка заданий и удобный формат отчетов об исполнении.

## Современное и востребованное программное обеспечение

Программное обеспечение «Пирамида 2.0» является прикладным российским программным обеспечением для учета энергоресурсов (электроэнергия, тепло, вода, газ, среды), диспетчеризации и телемеханики. Оно строится с использованием передовых технологий и подходов и обладает возможностями, практически не имеющими аналогов на рынке. «Пирамида» совмещает в себе постоянно развивающийся отраслевой функционал, поддержку всего имеющегося на рынке измерительного оборудования, обработку больших данных и современную архитектуру сервисов.

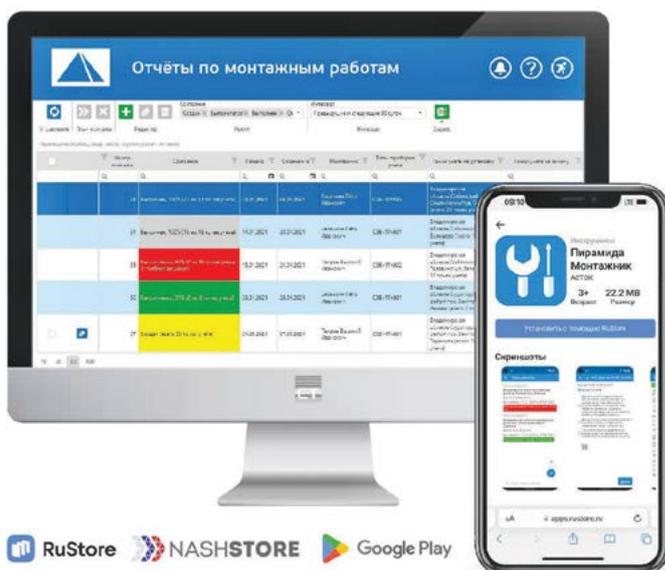
К основным объектам внедрения программного обеспечения «Пирамида 2.0» относятся предприятия энергетики (генерирующие, сетевые и сбытовые организации), госкорпораций, промышленные предприятия различных отраслей и форм собственности, организации ЖКХ.

В настоящее время программное обеспечение «Пирамида 2.0» уже успешно применяется в крупнейших энергокомпаниях России, включая ПАО ГМК «Норильский Никель», ПАО «РусГидро», ПАО «ЭнергосбыТ Плюс», ПАО «ТНС энерго», АО «ДРСК», АО «Сетевая компания», АО «Оборонэнерго», АО «АтомЭнергоСбыт», Энергосбытовая компания АО «НЭСК» и многие другие.

Также программное обеспечение линейки «Пирамида» внедрено во всех ДЗО и электросетевых филиалах ПАО «Россети» (15 млн точек учета).

Применение современного, функционального и безопасного прикладного программного обеспечения выступает обязательным условием при создании и эксплуатации систем. IT-продуктам необходимо не просто «идти в ногу со временем», но и прогнозировать будущие потребности, оперативно внедряя их в работу. Программное обеспечение «Пирамида 2.0» поможет открыть новые горизонты и новые возможности для построения интеллектуальных систем учета энергоресурсов и диспетчеризации.

www.sicon.ru



RuStore NASHSTORE Google Play

# УТК8

## Устройство тестирования параметров передачи дискретных сигналов и команд РЗ и ПА

В системах РЗА для обеспечения селективности, увеличения быстродействия и управления оборудованием используется передача команд РЗ и ПА, осуществляемая устройствами передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК) по ВЧ каналам, выделенным оптическим волокнам и цифровым сетям связи. В настоящее время на большинстве российских и зарубежных объектов электроэнергетики для обмена командами между устройствами РЗА и УПАСК используются дискретные входы и выходы.

### ТРЕБУЮЩИЕ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРЫ УПАСК

Основными требованиями для всех систем РЗА являются надежность, безопасность и минимальное время действия. Поэтому крайне важным является обеспечение УПАСК в случае аварии на защищаемых объектах минимального времени передачи команд РЗ и ПА.

Кроме того, сигналы команд должны быть переданы УПАСК за минимально возможное время, даже если в канале присутствуют помехи (надежность канала передачи команд РЗ и ПА).

С другой стороны, помехи в каналах связи не должны вызывать неправильную работу УПАСК с формированием ложных команд РЗ и ПА приемником, при отсутствии их наличия на входах передатчика, и приводить к трансформации переданных команд в другие (безопасность канала передачи команд РЗ и ПА).

Таким образом, наиболее важными параметрами УПАСК являются минимальное время передачи команд РЗ и ПА, надежность (небольшая вероятность пропуска переданной команды приемником) и безопасность (крайне малая вероятность формирования приемником ложной команды при отсутствии ее передачи). Данные параметры должны гарантироваться

производителем УПАСК, но требуется их подтверждение на соответствие требованиям заказчика.

Для УПАСК, работающих по ВЧ каналам, где команды передаются последовательно друг за другом, важной является проверка приоритетов передачи команд.

Для предотвращения срабатывания дискретных входов команд передатчика УПАСК от различных импульсных помех большого уровня, причиной которых могут быть коммутации основного оборудования,

пробой изоляции, грозовые разряды, замыкание в сети оперативно-постоянного тока на землю и так далее, используется задержка на их срабатывание. Установка задержки на срабатывание дискретных входов команд производится при вводе УПАСК в эксплуатацию и требует проверки на объектах.

Также требуется проверка длительностей команд на выходах приемника УПАСК, установка которых производится при вводе в эксплуатацию на объекте.



## УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПАСК

Устройства для проверки правильности функционирования и тестирования параметров УПАСК в том или ином виде существуют. Как правило, это набор каких-либо внешних устройств диагностики и тестирования, которые имеют большие габаритные размеры и вес, что усложняет и увеличивает время проведения работ по техническому обслуживанию УПАСК на объектах электроэнергетики.

Малогабаритные специализированные устройства с небольшим весом для оценки правильности работы УПАСК в настоящее время в целом отсутствуют.

## УСТРОЙСТВО ТЕСТИРОВАНИЯ КОМАНД УТК8

ООО «Юнител Инжиниринг» предлагает специализированное устройство тестирования команд УТК8, которое позволяет проводить проверку параметров УПАСК во время:

- приемо-сдаточных испытаний
- планового и внепланового технического обслуживания на объектах
- опытной эксплуатации

При проведении тестирования УТК8 выполняет функции устройств РЗА, подключаемых к УПАСК (подменяет их), и в соответствии с заданной методикой проверки посылает и принимает сигналы команд РЗ и ПА.

## ОСНОВНЫЕ СОБЕННОСТИ

- Малые габаритные размеры и вес УТК8
- Измерение времени передачи команд РЗ и ПА, длительности команд на выходе приемника и проверка задержки на срабатывание дискретных входов передатчика
- Работа с любыми УПАСК, имеющими стандартные дискретные входы и выходы и осуществляющими передачу команд РЗ и ПА по ВЧ каналам, выделенным оптическим волокнам и цифровым сетям связи
- Как автономная работа, так и работа под управлением программы интерфейса пользователя УТК8 на персональном компьютере
- 8 дискретных выходов с защитой от перегрузки по току для управления дискретными входами тестируемого передатчика УПАСК
- Возможность управления дискретными входами тестируемого



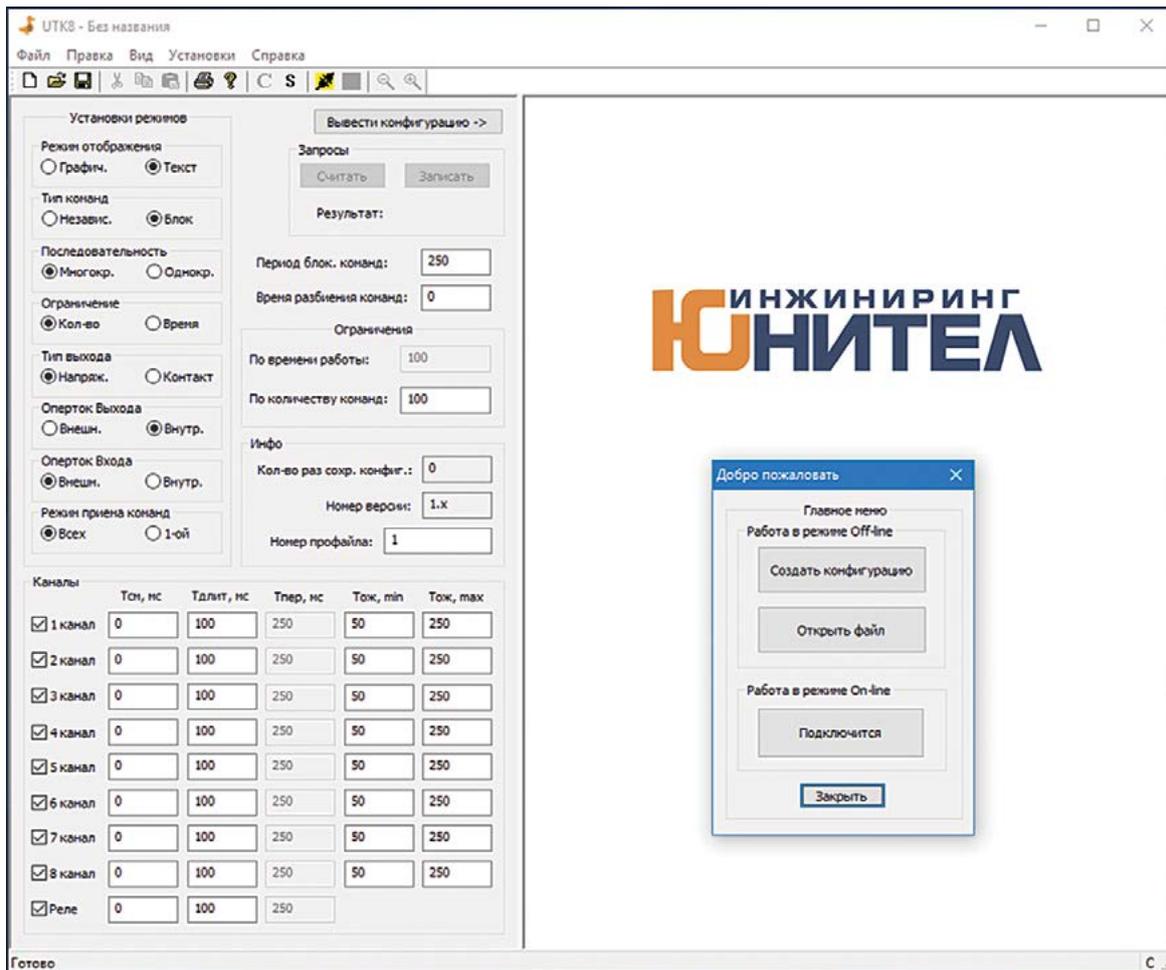
ПКУС<sup>©</sup> УТК8 12:46:56 18/08/2018  
**Выберите пункт Меню**

**Установка времени устройства**

**Выбор профайла конфигурации**

Серийный номер устройства: U2031801650001.1  
 Номер профайла: 1  
 Название профайла: Тест1

Назад Далее



- передатчика УПАСК как «сухими» контактами, так и напряжением от сети оперативного постоянного тока энергообъекта
- 8 дискретных входов для анализа принимаемых УПАСК команд с возможностью использования как внешнего, так и внутреннего источника постоянного напряжения
- Дополнительный контакт-реле для синхронного с передачей команд управления работой различных устройств, например, аттенуатора или генератора шума
- Универсальный вход питания 220 В постоянного / переменного тока
- Встроенная функция калибровки устройства
- Точность измерения времени передачи команд 0,1 мс
- Сохранение параметров режима тестирования в профайле устройства и последующая оперативная загрузка профайла с требуемыми для проверки УПАСК параметрами (до 16 профайлов)
- Возможность сохранения результатов проверок в архиве измерений УTK8

- Отображение передаваемых и принимаемых команд в графическом виде
- Оценка надежности и безопасности тестируемого канала передачи команд РЗ и ПА

### УДОБСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

УTK8 может работать как автономно, так и под управлением программы интерфейса пользователя UTK8 на персональном компьютере, подключенном через USB порт.

При автономном использовании UTK8 управление процессом тестирования осуществляется со встроенной клавиатуры, а наблюдение за ходом измерений – на встроенном графическом дисплее. Каждое из окон служит для установки определенной группы параметров режима измерений или для отображения хода одного из выбранных режимов тестирования.

Автономное управление в UTK8 позволяет проводить: настройки режимов, все предусмотренные в нем виды тестов, анализ результатов работы и сохранение результатов тестирования в архиве работы устройства.

Программа интерфейса пользователя UTK8 на подключенном к UTK8 персональном компьютере делает работу с устройством еще более легкой. Параметры и результаты тестирования могут быть скопированы в другие приложения (вставлены в протокол тестирования).

**ЮНИТЕЛ**

+7(495) 651-99-98  
info@uni-eng.ru  
(отдел продаж)  
+7(495) 651-99-98 доб. 509  
tso@uni-eng.ru  
(тех. поддержка)  
http://www.uni-eng.ru



**УTK8 позволяет упростить и уменьшить время проведения работ по техническому обслуживанию УПАСК различных производителей на объектах электроэнергетики**

# Обзор российского рынка трансформаторов

■ Илья Тимофеев

**Драйвером роста рынка силовых и распределительных трансформаторов является динамика электропотребления. По данным АО «СО ЕЭС», в 2021 году потребление электричества в ЕЭС России составило 1 090 437,0 млн кВт\*ч, что выше, чем по итогам 2020 года, на 56 717,0 млн кВт\*ч (+5,5%). Относительно фактического объема потребления электроэнергии в 2019 году рост составил 31 075,4 млн кВт\*ч (+2,9%).**

По оценкам аналитиков, в период с 2017 по 2021 год продажи трансформаторного оборудования в Российской Федерации возросли на 21,9%: с 58,9 млн штук в 2017 году до 71,7 млн штук по итогам минувшего года. Объем продаж увеличивался постепенно из года в год.

Эксперты отмечают, что основной рост спроса на трансформаторы был отмечен не со стороны электроэнергетического рынка, а со стороны производственных предприятий, которые специализируются на выпуске электрических приборов бытового и производственного назначения. В этом секторе традиционно пользуются спросом устройства малой мощности.

В 2022 году объемы продаж на рынке трансформаторов в России продолжают расти. Эта продукция востребована в различных отраслях промышленности, в том числе в сфере военно-промышленного комплекса.

Ожидается, что по итогам 2022 года в России увеличится не только спрос, но и предложение электротрансформаторов.

В I полугодии текущего года выпуск этой продукции в РФ возрос на 26,2% по сравнению с данными за аналогичный период 2021 года. Кроме того, увеличивается объем импорта: с января по июнь 2022 года рост составил 8,3% к сопоставимому периоду предыдущего года.

Структура российского рынка трансформаторов по федеральным округам остается стабильной. Как в предыдущие годы, так и в настоящее время основной объем поставок продукции обеспечивают предприятия, расположенные на территории Центрального, Уральского, Приволжского и Северо-Западного федеральных округов.

На фоне текущей ситуации в экономике Российской Федерации, а также с учетом стратегии ряда зарубежных компаний – производителей

трансформаторного оборудования, прогнозируемая динамика объема товарных потоков в оценке натуральных и стоимостных показателей будет иметь разностороннюю направленность.

По прогнозам аналитиков, итоги 2022 года продемонстрируют высокую подвижность рынка трансформаторов и максимальный объем по стоимости.

## Импорт

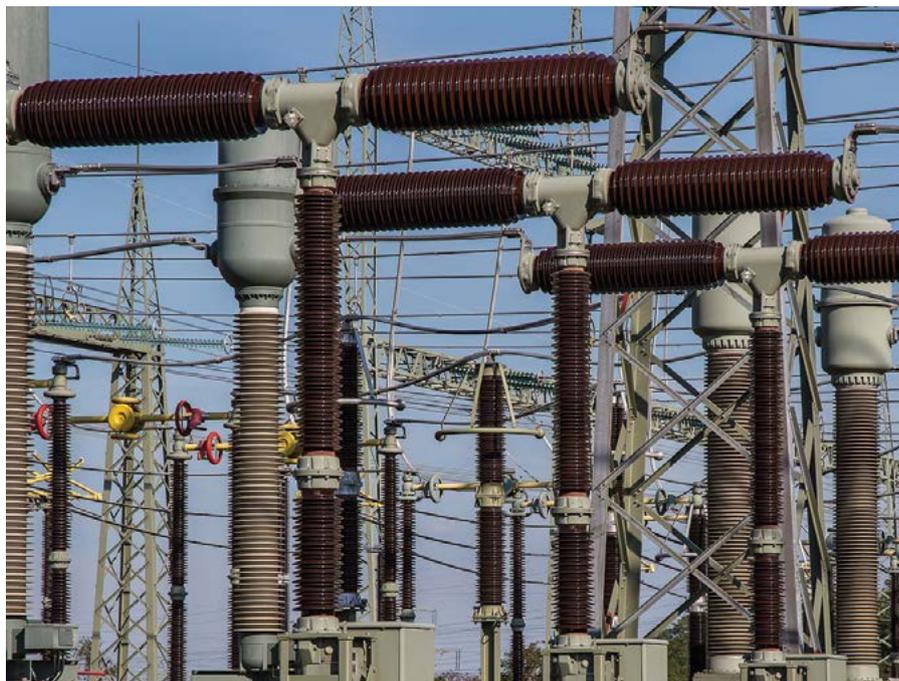
В 2017-2021 гг. на рынке электротрансформаторов России было зафиксировано увеличение количества импортной продукции. Доля импорта в продажах возросла с 28% (в 2017 г.) до 37,6% (в 2021 г.).

Наметившуюся тенденцию специалисты объясняют тем, что сравнительно недорогие импортные устройства (преимущественно китайского производства) охватывают наиболее массовые сегменты рынка и россий-

ским предприятиям сложно с ними конкурировать.

По данным маркетингового агентства «Нужные люди», по итогам 2021 года импорт трансформаторных устройств по группе кодов ТН ВЭД 8504 «Трансформаторы электрические, статические электрические преобразователи (например, выпрямители), катушки индуктивности и дроссели» в денежном выражении увеличился на 6,6% (по сравнению с аналогичным показателем предыдущего года) и составил около 232 млн долл. США.

На начало 2022 года по количеству ввезенных на территорию страны трансформаторов зарубежного производства Россия вышла на допандемийный уровень. Объем импортных закупок трансформаторов в натуральном выражении в 2021 году увеличился на 17,6%, по сравнению с аналогичным показателем прошлого года и составил около 27 млн единиц.



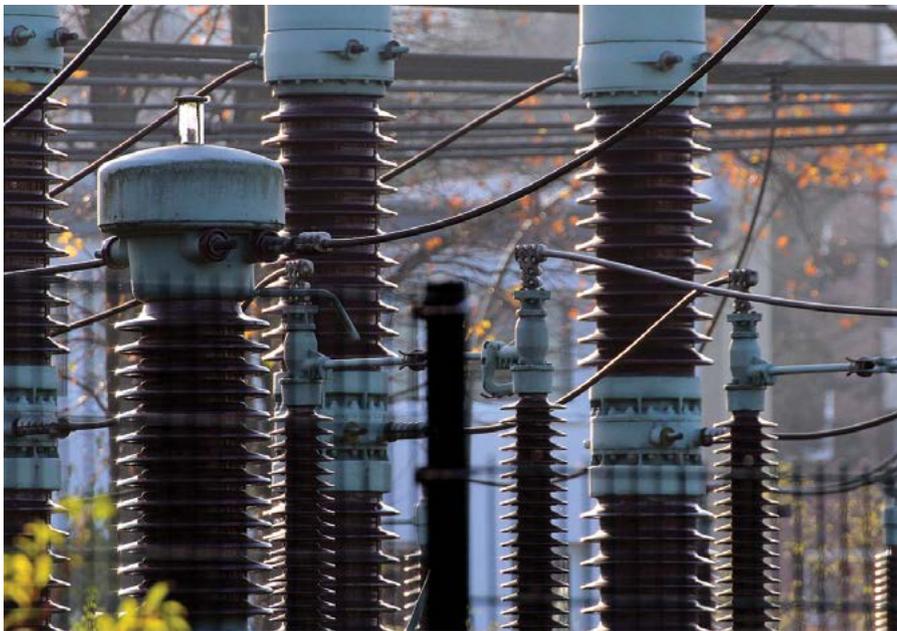
Структура российского импорта трансформаторов в разрезе по типам оборудования за 2021 год выглядит следующим образом:

- 29% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью более 650 кВА, но не более 10 000 кВА;
- 25,6% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью не более 650 кВА;
- 19,6% – трансформаторы мощностью не более 1 кВА;
- 15,4% – трансформаторы прочие мощностью более 500 кВА;
- 4,3% – трансформаторы мощностью более 16 кВА, но не более 500 кВА;
- 3,4% – трансформаторы прочие мощностью более 1 кВА, но не более 16 кВА;
- 2,7% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью более 10 000 кВА.

В 2021 году наибольший рост наблюдался в сегменте трансформаторов прочих мощностью более 1 кВА, но не более 16 кВА. Увеличение объема импорта составило 84% по сравнению с аналогичным показателем, зафиксированным годом ранее. В 2020 году основную долю импортной продукции составляли трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью не более 650 кВА.

По итогам 2021 года структура российского импорта электротрансформаторов в разрезе стран-экспортеров (в стоимостном выражении) выглядит так:

- Беларусь – 42,4% (в 2020 г. – 32,5%);
- Китай – 13,9% (в 2020 г. – 12,5%);
- Казахстан – 13,5% (в 2020 г. – 11,4%);
- Германия – 7,1% (в 2020 г. – 8,5%);
- Узбекистан – 4,4%;
- Италия – 3,6% (в 2020 г. – 5,5%);



- Прочие страны (всего 73 государства) – 15,1%. В 2020 г. на долю импорта из 66 стран приходилось 29,6% (в том числе импорт из Республики Корея – 7,4%).

Список основных поставщиков трансформаторов в Российскую Федерацию (в натуральном выражении) возглавляет Беларусь (42,4%). На втором месте, с показателем 13,9%, расположилась продукция китайского производства. С небольшим отрывом в тройку лидеров вошёл импорт из Казахстана (13,5%).

Структурность российского импорта трансформаторов за 2020-2021 гг. в разрезе основных стран-отправителей (в натуральном выражении) характеризуется достаточной стабильностью:

- Китай – 85% (в 2020 г. – 83%);
- Беларусь – 3% (в 2020 г. – 5%);
- Тайвань – 4% (в 2020 г. – 5%);
- Германия – 1% (в 2020 г. – 2%);
- Франция – 3% (в 2020 г. – 2%);
- Другие страны – 4% (в 2020 г. – 3%).

Анализ показателей свидетельствует о том, что на начало 2022 года в натуральном выражении около 85% импортных трансформаторов, представленных на российском рынке, приходится на долю продукции из Китая.

В 2021 году сократились объемы поставок (в штуках) оборудования из Беларуси, Тайваня и Германии. При этом французские компании увеличили продажи трансформаторов в России.

В текущем году под действием санкций запрет на поставки трансформаторного оборудования был введен лишь со стороны Швейцарии. Однако эксперты отмечают, что доля трансформаторов швейцарского производства на рынке России крайне мала. Со стороны Китая снижения поставок не ожидается.

По итогам минувшего года структура рынка трансформаторов России в разрезе регионов-получателей представлена так:

- г. Москва – 37,6%;
- Ростовская область – 19,9%;
- Московская область – 7,6%;
- Свердловская область – 5,4%;
- Самарская область – 4%;
- Другие регионы РФ – 25,5%.

Таким образом, в стоимостном выражении основной объем импортных трансформаторов востребован потребителями столицы и Московской области (суммарно 45,2) и Ростовской области (19,9%).

## Экспорт

По итогам 2021 года объем экспорта российских трансформаторов оценивался в 130 млн долл. США, что на 72,5%

**По оценкам аналитиков, в период с 2017 по 2021 год**

**продажи трансформаторного оборудования**

**в Российской Федерации возросли на 21,9%**

выше показателя, зафиксированного за аналогичный период 2020 года. Однако эксперты отмечают, что в натуральном выражении рост составил всего 8,4%.

Если говорить о структуре российского экспорта электротрансформаторов в стоимостном выражении в разрезе по типам, то на конец минувшего года она выглядела следующим образом:

- 50,9% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью более 10 000 кВА;
- 15,3% – прочие трансформаторы мощностью не более 1 кВА;
- 13,2% – трансформаторы прочие мощностью более 500 кВА;
- 7,1% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью более 650 кВА, но не более 10 000 кВА;
- 6,6% – трансформаторы прочие мощностью более 1 кВА, но не более 16 кВА;
- 3,8% – трансформаторы с жидким диэлектриком мощностью не более 650 кВА;
- 3,1% – трансформаторы мощностью более 16 кВА, но не более 500 кВА.

В структуре экспортных поставок России (в стоимостном выражении) 50,9% приходится на долю трансформаторов с жидким диэлектриком мощностью более 10 000 кВА. Если говорить об объемах продаж продукции в натуральном выражении, то здесь около 98% составляет доля прочих трансформаторов мощностью не более 1 кВА.

По итогам 2020 года список стран – получателей электротрансформаторов из России (в стоимостном выражении) выглядел так:

- Казахстан – 21,8%;
- Беларусь – 16,4%;
- Азербайджан – 10,7%;
- Германия – 9,9%;
- Узбекистан – 8%;
- Румыния – 5,9%;
- Другие страны (в эту категорию входит 68 государств) – 27,3%.

На конец 2021 года структура российского экспорта (в стоимостном выражении) в разрезе стран – получателей трансформаторного оборудования

представлена следующим образом:

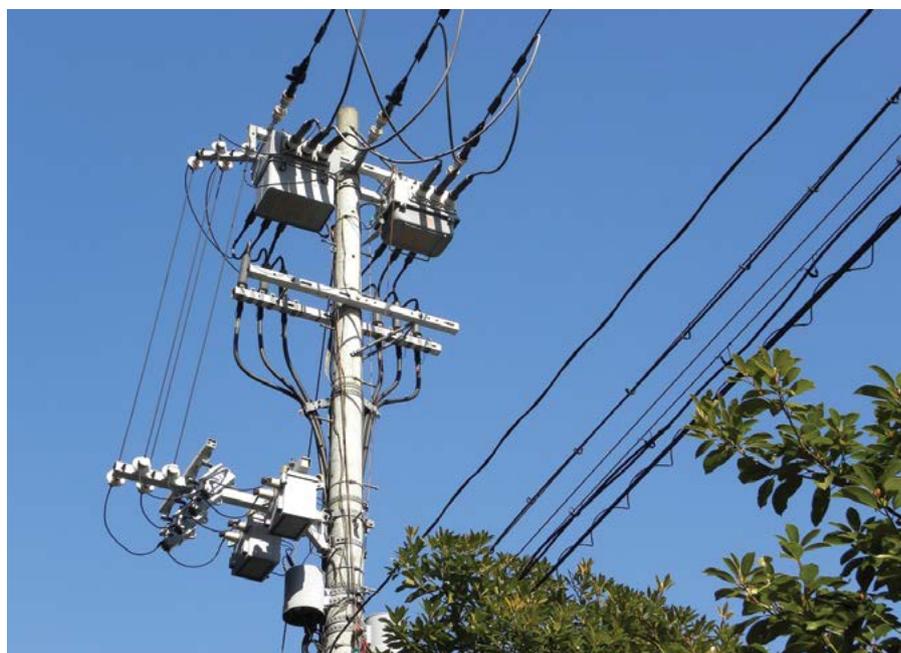
- Бангладеш – 27%;
- Казахстан – 17,2%;
- Узбекистан – 9,2%;
- Латвия – 8,8%;
- Беларусь – 8,6%;
- Украина – 5,4%;
- Германия – 4%;

- Другие государства (73 страны) – 19,8%.

Из приведенных данных следует, что по итогам минувшего года структура экспортных продаж претерпела существенные изменения. При этом изменился как сам список импортеров российских трансформаторов, так и объемы поставок.

В 2021 году основным покупателем продукции российского производства стала Бангладеш (27%). Эта страна возглавила рейтинг стран-получателей из-за отгрузки 19 электротрансформаторов мощностью более 10 000 кВА.

На территорию Казахстана было поставлено 17,2% экспортного трансформаторного оборудования. Доля экспорта в Беларусь сократилась с 16,4% (по итогам 2020 года) до 8,6%. Меньше трансформаторов закупила также и Германия. На долю экспорта



в эту страну приходится всего 4% в объеме экспорта оборудования российского производства.

Структура российского экспорта трансформаторов за период 2020-2021 гг. в разрезе стран-получателей (в натуральном выражении) выглядит так:

- Финляндия – 50% (в 2020 г. – 46%);
- Беларусь – 30% (в 2020 г. – 35%);
- Казахстан – 7% (в 2020 г. – 7%);
- Польша – 3% (в 2020 г. экспортных поставок трансформаторного оборудования на территорию этой страны не зафиксировано);
- Германия – 1% (в 2020 г. – 3%);
- Армения – 3% (в 2020 г. – 3%);
- Другие страны – 6% (в 2020 г. – 6%).

Если рассматривать структуру экспорта российских трансформаторов

## По итогам 2021 года объем экспорта российских трансформаторов оценивался в 130 млн долл. США

в штуках, то основным покупателем этой продукции на протяжении двух лет остается Финляндия. Эта страна не только занимает первую строчку рейтинга, но еще и наращивает оборот. По итогам 2021 года объем поставок в Финляндию увеличился на 4% (по сравнению с аналогичным показателем предыдущего года).

Поставки в Беларусь, по итогам торговли за 2021 год, сократились до 30%. Меньше трансформаторов российского производства закупила и Германия. Объем поставок в эту страну снизился с 3% (2020 г.) до 1% в минувшем году.

### Масляные трансформаторы

Практически до начала 2000-х годов в отечественных электросетях по большей части использовались силовые масляные трансформаторы, что было обусловлено определенными качествами оборудования этого вида:

- Электротрансформаторы масляного типа могут устанавливаться как снаружи, так и внутри сооружений;
- Оборудование полноценно функционирует в широком диапазоне температур – от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  как в климате умеренных широт, так и в суровых климатических условиях;
- Сравнительно низкая стоимость моделей;
- Срок службы трансформатора составляет 25 лет. По истечении этого срока оборудование подлежит ремонту, что продляет ему «жизнь».

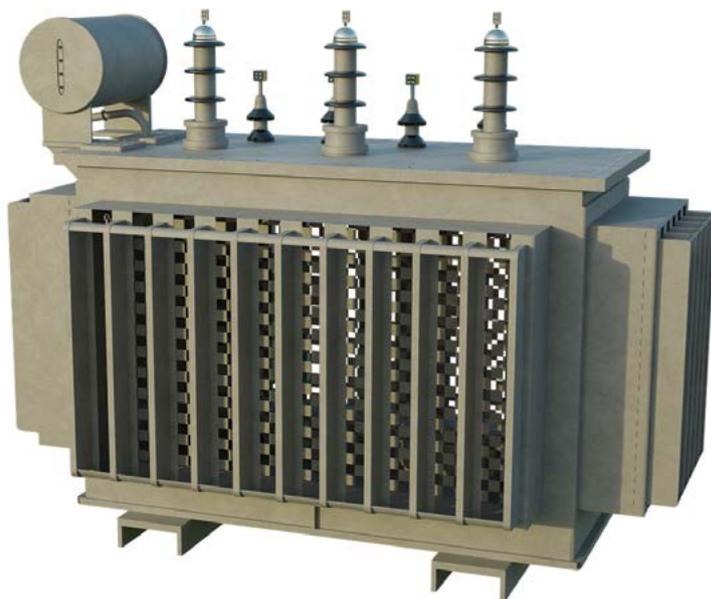
В распределительных подстанциях систем электроснабжения нашли применение несколько типов трехфазных силовых масляных трансформаторов:

- **ТМ** – трансформаторное оборудование с естественным масляным охлаждением. Трансформаторы производятся серийно. Предназначены для преобразования электроэнергии в распределительных сетях. Используются для питания различных объектов в сетях переменного тока частотой 50 Гц.

Конструкция трансформаторов типа ТМ предусматривает возможность регулирования напряжения. Регулировка имеет пять ступеней с диапазоном корректирования  $+2 \times 2,5\%$  от номинального напряжения на стороне ВН.

Тип регулировки – ПБВ (переключение без возбуждения). То есть устройство изменяет величину напряжения при полном отключении трансформаторного оборудования от питающей сети.

Устройство ПБВ устанавливается



на обмотке высокого или низкого напряжения. Чаще всего производители располагают его на обмотке высокого напряжения. Причин несколько.

Преимущество такого месторасположения состоит в том, что на этой обмотке сила тока существенно ниже, чем во вторичной обмотке низкого напряжения. Следовательно, конструкция переключателя ПБВ проще, а габаритные размеры – компактнее.

Информация о соотношении размеров трансформаторов с их мощностью важна при замене морально устаревшего или изношенного трансформаторного оборудования на новые трансформаторы, а также при увеличении мощности действующего центра питания.

Кроме того, большее количество витков на обмотке высокого напряжения дает возможность более точно выбирать ступени регулирования напряжения.

Изменение напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора происходит из-за изменения напряжения питания, поступающего на обмотку высокого напряжения. Поэтому также предпочтительнее устанавливать переключатель ПБВ на обмотку ВН, где происходит изменение напряжения.

Электротрансформаторы этого типа выпускаются на две группы напряжений по высокой стороне:

1. Трансформаторы ТМ на напряжение ВН – 35кВ;
2. Трансформаторы ТМ на напряжение ВН – 6кВ и 10кВ.

- **ТМГ.** Масляные трансформаторы серии ТМГ, как и трансформаторное оборудование типа ТМ, предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии в условиях умеренного или холодного климата. Используются для наружной или внутренней установки во взрывоопасной среде, которая не содержит пыли в концентрациях, снижающих параметры изделий до недопустимых пределов. Трансформаторы не предназначены для работы в условиях тряски, вибрации, ударов, в химически активной среде. Высота установки над уровнем моря – не более 1 000 м. Модели трансформаторов ТМГ и ТМ чаще всего применяются для использования в составе комплектных трансформаторных подстанций (КТП), питающих электричеством городские и производственные объекты и составляющих основу распределительных сетей среднего напряжения.

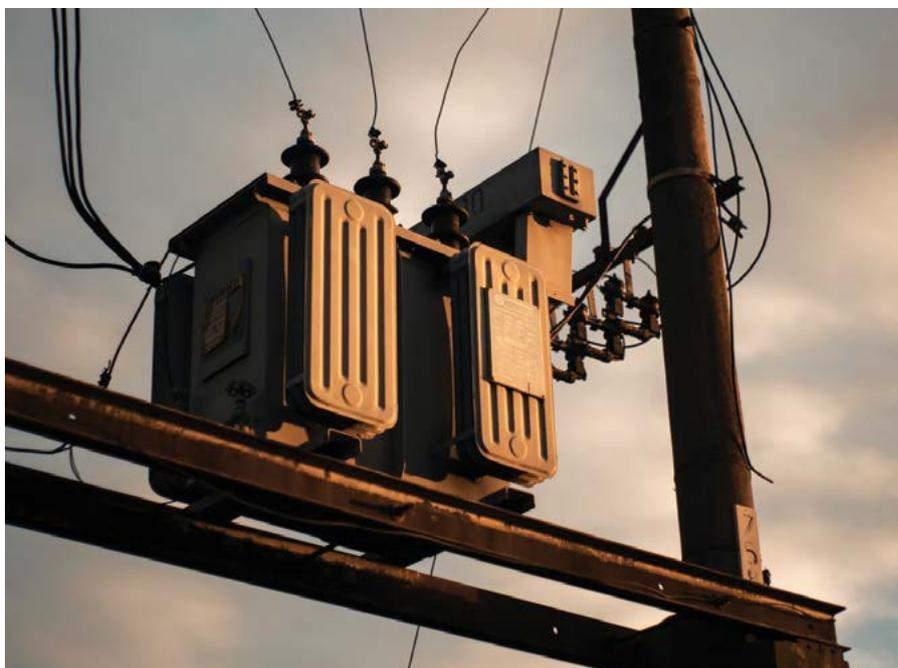
Главное отличие трансформаторов типа ТМГ от серии ТМ состоит в том, что агрегаты ТМГ – герметичного исполнения, без маслорасширителей. Их внутренний объем полностью заполнен трансформаторным маслом. Благодаря этому не происходит увлажнения и окисления масла, отсутствует шламообразование. Температурные изменения объема масла компенсируются изменением объема гофров бака за счет упругой их деформации. Функцию контроля уровня масла выполняет маслоуказатель поплавкового типа.

С целью предотвращения возникновения избыточного давления в баке в конструкции трансформаторов мощностью 16-63 кВА предусмотрен предохранительный клапан.

Для мониторинга давления внутри бака и сигнализации, в случае превышения им предельного уровня, в трансформаторах мощностью 100 кВА и выше, предназначенных для установки в помещении, может устанавливаться электроконтактный мановакуумметр.

Для измерения температуры верхних слоев масла на крышке трансформаторов предусмотрена гильза для установки жидкостного стеклянного термометра.

Для измерения температуры верхних слоев масла и управления внешними электрическими цепями агрегаты мощностью 1 000 и 1 250 кВА, предназначенные для установки в помещении или под навесом, могут быть укомплектованы манометри-



ческим сигнализирующим термометром.

Регулировка напряжения происходит в диапазоне до + 5% на полностью отключенном трансформаторе (ПБВ) переключением ответвлений обмотки ВН ступенями по 2,5%. Согласно ГОСТ 11677-85 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия» предельные отклонения технических параметров трансформаторов составляют:

- напряжение короткого замыкания +10%;
  - потери короткого замыкания на основном ответвлении +10%;
  - потери холостого хода +15%;
  - полная масса +10%.
- **ТМЗ.** Силовые трансформаторы серии ТМЗ – понижающие трехфаз-

ные, двухобмоточные, герметичные агрегаты с защитой масла. Трансформаторные устройства этого типа предназначены для использования на промышленных объектах и в КТП внутренней и наружной установки. Функцию конструктивной защиты масла выполняет сухой азот, действующий по принципу азотной подушки, расположенной между зеркалом масла и крышкой бака. Такая прослойка обеспечивает надежную защиту трансформаторного масла от контакта с окружающей средой и образующихся вследствие этого влаги и окисления. Кроме того, она сглаживает температурные колебания объема масла.

Для защиты используется предохранительная диафрагма или устанавли-

вается реле двигателя, которые срабатывают в случаях, когда уровень давления в баке достигает предельного значения и газы выпускаются наружу.

- **ТМФ.** Трехфазные масляные фланцевые трансформаторы применяются в сетях электроснабжения как самостоятельное оборудование или как компонент в составе пониженных или повышающих подстанций. Трансформаторное оборудование серии ТМФ производится только прямоугольной формы без маслорасширителя.

Агрегаты работают по такому же принципу, что и обычные трансформаторы. Речь идет о принципе электромагнитной индукции. Поступающий из электрической сети ток проходит по первичной обмотке высокого напряжения и образует в ней переменный ток. Обмотка характеризуется изменяющейся по времени гармоникой колебаний.

Переменный ток образует в магнитопроводе переменный магнитный поток. Достаточно вспомнить школьный курс физики, чтобы понять, что при помещении второго проводника в магнитное поле в нем также образуется переменный ток. Функцию второго проводника выполняют витки второй обмотки (низкого напряжения), и в них создается напряжение. От количества витков зависит разница между напряжением в обмотках.

Вводы ВН и НН расположены на узких противоположных стенках бака и закрываются коробами с уплотнениями. Уровень масла отслеживается во время визуального контроля. Ориентиром служит указатель уровня масла (маслоуказатель), установленный на торце маслорасширителя.

Значительная часть трансформаторов устанавливается на открытых площадках (вне помещений), где нередко возникают перепады влажности воздуха. В подобных условиях может возникнуть пробой воздушного промежутка, после чего сразу срабатывает защитное реле.

Чтобы такого не произошло, требуются воздухоосушители – прозрачные полые цилиндрические трубки, которые содержат химически чистые соли кремния (кремнегель) с цветовым индикатором.

Маслорасширитель оснащается таким воздухоосушителем, который обеспечивает защиту масла и трансформатора от негативного воздействия окружающей среды. Сорбент поглощает влагу и собирает различные загрязнения из проникающего внутрь воздуха, тем самым предот-



**Практически до начала 2000-х годов в отечественных электросетях по большей части использовались силовые масляные трансформаторы**

вращая их проникновение в сам трансформатор. Трансформаторы такого типа предназначены для длительной работы на объектах энергетики или народного хозяйства. Агрегаты серии ТМФ запрещено устанавливать во взрывоопасных и агрессивных местах (ядовитые испарения, газы в больших концентрациях, повышенная запыленность воздуха), в местах частых землетрясений или выключения питания чаще чем 10 раз в день. Силовые трансформаторы типов ТМ, ТМГ, ТМЗ и ТМФ используются чаще других агрегатов. Трансформаторное оборудование других серий достаточно специфичное, например:

- ТМЭ (трехфазные масляные трансформаторы, устанавливаемые на платформах экскаваторов для питания их электрооборудования). Агрегаты этого типа работают в условиях тряски, сильных вибраций, они подвержены воздействию инерционных сил при разгоне и торможении поворотной платформы, крена корпуса землеройной машины;
- ТМБ (силовые масляные трансформаторы, предназначенные для питания электрооборудования буровых установок);
- ТМЖ (масляные трансформаторы для снабжения электропитанием железнодорожного оборудования. Агрегаты производятся с номинальным напряжением первичной обмотки (высокого напряжения) 27,5 кВ и вторичной обмотки (низкого напряжения) – 0,4 кВ);
- ТМН (трехфазные двухобмоточные масляные трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой);
- ТМПН (предназначены для питания погружных электронасосов добычи нефти).

Такие трансформаторы востребованы только в определенных секторах промышленности и спрос на них «привязан» к конкретным потребителям. Поэтому, несмотря на востребованность, большинство зарубежных производителей и российских трансформаторных заводов ориентированы на выпуск трансформаторов типа ТМ

и ТМГ, которые пользуются повышенным спросом.

**Преимущества электротрансформаторов с масляным охлаждением:**

1. Эффективная защита обмоток от негативного воздействия окружающей среды.

2. Широкий диапазон рабочих температур (от -60 °С до +40 °С);
3. Компактные габариты.
4. Возможность использования в любых условиях эксплуатации.
5. Хорошо переносят перегрузки, возникающие под действием короткого замыкания.
6. В продаже представлено большое разнообразие моделей, в том числе преобразователи тока со специфическими характеристиками (сейсмостойкие, малощумные, стойкие к вибрации, экономичные и т.д.).

**Недостатки масляных трансформаторов.** Несмотря на весомые преимущества масляных электротрансформаторов, оборудование этого типа имеет также и свои недостатки.



1. Маслонаполненные электротрансформаторы относятся к категории пожароопасных. При использовании такого оборудования необходимо строго соблюдать технику безопасности из-за возможности возгорания. Агрегаты нельзя устанавливать вблизи от взрывоопасных предметов и открытого огня, необходимо постоянно следить за утечкой масла.
2. Трансформаторы этого типа требуют регулярной замены масла и постоянного ТО с контролем состояния резиновых маслостойких деталей, подтекания масла в системе охлаждения и ремонта самой системы охлаждения, подверженной коррозии, и т.д. От необходимости такого скрупулезного обслуживания не избавлены

## Маслорасширитель оснащается таким

## воздухоосушителем, который обеспечивает защиту

## масла и трансформатора от негативного воздействия

## окружающей среды

- и преобразователи с герметичными баками, а само поддержание герметичности требует дополнительных капиталовложений.
3. Для установки масляного трансформатора необходима специально оборудованная площадка.

4. При необходимости интенсификации (что позволяет уменьшить габаритные размеры оборудования), наряду с принудительной циркуляцией воздуха, необходима система принудительной циркуляции масла. Всё это увеличивает производственные и эксплуатационные затраты, снижает надежность работы трансформатора.
5. С целью удешевления готовой продукции в масляных моделях применяется твердая изоляция на основе целлюлозы. В процессе эксплуатации трансформаторов под действием высокой температуры происходит деполяризация этого вещества. В результате цепь целлюлозы становится короче, свойства изоляции ухудшаются, и она становится неспособной выдерживать усилия КЗ.
6. Утечка трансформаторного масла может нанести урон окружающей среде.
7. Неработающий масляный преобразователь нуждается в обслуживании. Эксперты отмечают, что тысячи моделей силовых распределительных трансформаторов (I-III типа), представленных на рынке России, по техническим данным, которые указаны в технической документации, крайне сложно отличить друг от друга.

Сложившуюся ситуацию они объясняют тем, что положения ГОСТа 11920 85 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения напряжением до 35 кВ включительно. Технические условия» регламентируют потери в трансформаторном оборудовании лишь начиная с мощности 1 000 кВА и только для агрегатов 1 000/35 и 1 000/10 для собственных нужд объектов генерации.

Поэтому если в паспорте трансформатора, например, ТМ-1000/10, написано, что потери холостого хода не превышают 2 200 Вт, то с точки зрения электротехнических характеристик такой агрегат ни в чем не уступает новой модели, даже если он был изготовлен лет 15 назад.

У европейских производителей силового трансформаторного оборудования ситуация складывается со-



вершенно по-другому. Там действуют стандарты на показатели энергоэффективности.

Среди множества международных и национальных норм два документа имеют непосредственное отношение к энергоэффективности распределительных трансформаторов и определяют ее уровень:

- HD428: Трехфазные распределительные трансформаторы с рабочей частотой 50 Гц от 50 до 2500 кВА с масляным охлаждением и максимальным напряжением не выше 36 кВ;
- HD538: Трехфазные распределительные трансформаторы с рабочей частотой 50 Гц от 100 до 2500 кВА с охлаждением сухого типа и максимальным напряжением не выше 36 кВ.

Каким трансформаторам отдадут предпочтение российские потребители? Выше приведены данные, из которых следует, что на рынке электротрансформаторов России широко представлена продукция отечественных заводов, производителей из стран СНГ и зарубежного производства.

На каждый товар находится свой покупатель. Качественный импорт, изготовленный на европейских заводах, при равной мощности трансформатора отличается более высокой стоимостью. Срок поставки, в случае изготовления оборудования на заказ, имеет более приемлемую цену, но срок поставки может растянуться на 1,5-2 месяца.

#### Трансформаторы с «ревизии».

Это понятие можно трактовать по-разному. Под ревизией понимается совокупность работ: вскрытие, осмотр, проверка, устранение замеченных неполадок и герметизация активной части трансформатора.

Не всегда возможно провести монтаж оборудования сразу же после доставки трансформатора на место. В этом случае он может храниться в транспортном состоянии, но не более четырех месяцев со дня отправки с завода-изготовителя, при условии принятия мер по защите изоляции от увлажнения.

Хранение свыше указанного срока требует проведения специальных мероприятий, которые называются консервацией трансформатора. Суть процесса заключается в установке расширителя с необходимыми элементами защиты и контроля состояния масла (воздухоосушителя, гибкой обложки, маслоуказателя и др.) и в заполнении трансформатора маслом до уровня в расширителе, соответствующего температуре окружающего воздуха.

Ревизия производится в случае нарушений требований транспортирования и хранения трансформаторов, а также других нарушений, которые могут привести к повреждению активной части трансформатора.

Рынок предлагает так называемую продукцию «с хранения». Это могут быть действительно качественные электротрансформаторы, которые хранились на складе с соблюдением всех норм и правил. А могут быть старые агрегаты, купленные предпринимателями по цене металлолома, покрашенные и «подтвержденные» пакетом поддельных документов.

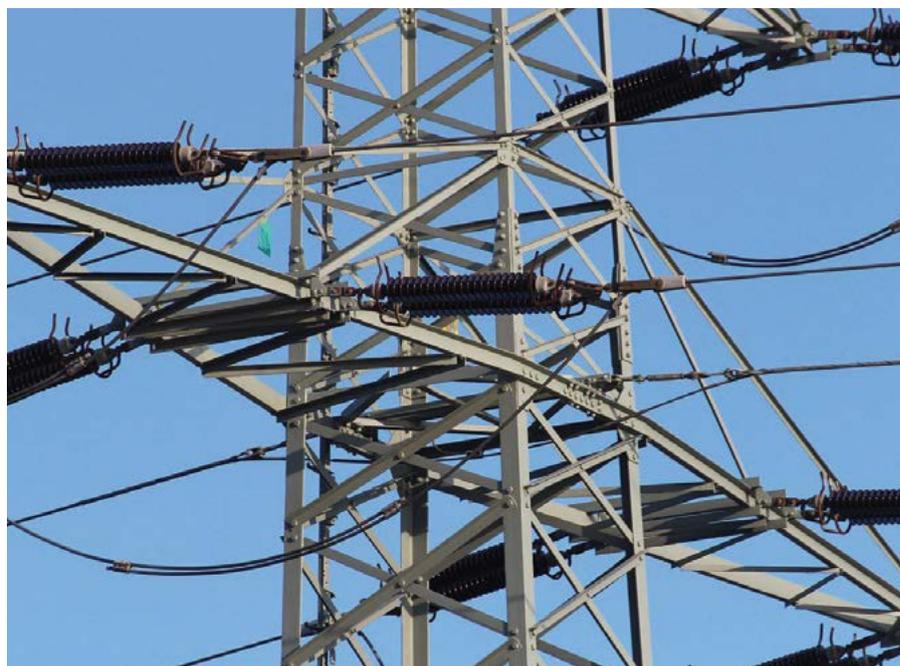
Трансформаторы «с хранения» всегда есть в наличии, их цена на 40-50% ниже рыночной стоимости нового оборудования. Эксперты отмечают, что

с каждым годом всё больше покупателей не поддаются на уговоры агрессивной рекламы, не верят уверениям мошенников, делая выбор в пользу новой продукции.

### Сухие трансформаторы

Недостатки трансформаторного оборудования с масляным охлаждением усложняют процесс его эксплуатации и препятствуют установке маслonaполненных трансформаторов максимально близко к конечному потребителю электроэнергии.

По этим причинам уже на протяжении нескольких десятилетий наблюдается постепенное внедрение сухих трансформаторов, которые представляют собой одно из наиболее экономич-



ных технических решений. В них тепло отводится с помощью естественного воздушного потока.

Понятие сухого трансформатора подразумевает, что между обмотками и корпусом отсутствует жидкий диэлектрик. Идея сухих преобразователей появилась относительно давно, однако ее практическая реализация тормозилась из-за отсутствия подходящих технических средств.

Поэтому на начальных этапах их изготавливали для установки в мало-мощные приборы с закрытым корпусом, а также для использования внутри сухих помещений. Но с развитием технологий и с появлением новых материалов, которые позволили не накапливать влагу из окружающей среды, сфера применения сухих преобразователей расши-

рилась и на открытую часть электроустановок высоковольтного напряжения.

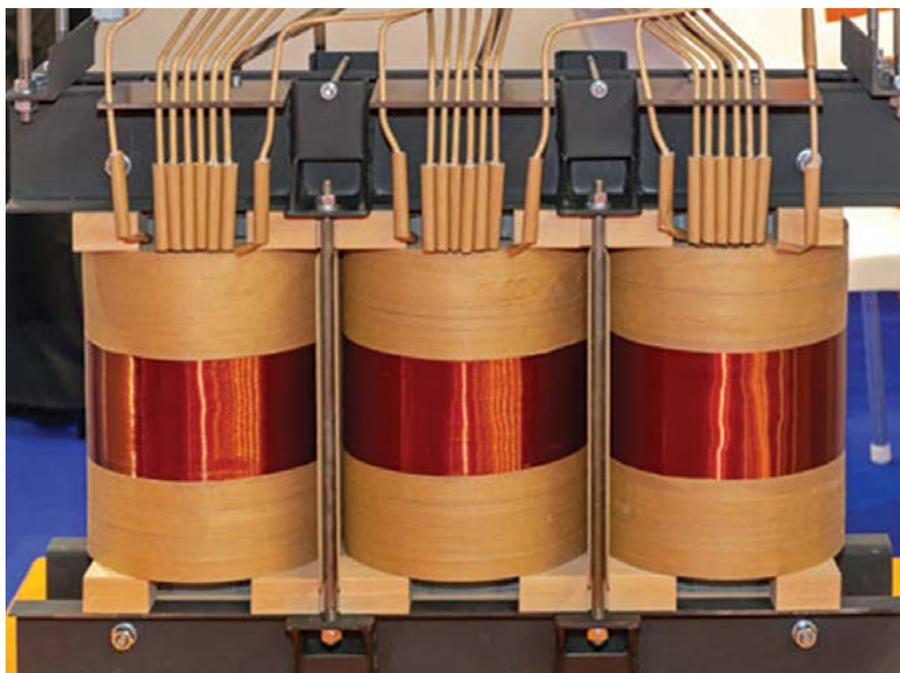
**Преимущества сухих электротрансформаторов тока:**

1. Экологичность. Внутри сухого трансформатора отсутствует масло, что устраняет угрозу его утечки. Обмотки агрегата изготовлены из негорючих материалов и не могут стать причиной возгорания. Кроме того, в случае возникновения пожара на подстанции от внешнего источника преобразователь этого типа не поддерживает процесс горения и не выделяет токсичные вещества. Таким образом исключается угроза загрязнения окружающей среды.
2. Безопасность эксплуатации. Эксплуатация оборудования не требует реализации дополнительных мер

противопожарной безопасности в местах его установки. Модели этого типа можно устанавливать в непосредственной близости от потребителей, в том числе в жилых домах, детских учреждениях, общественных зданиях и заповедниках.

3. Простота обслуживания. Отсутствие масла в сухих трансформаторах упрощает процесс технического обслуживания. Персоналу нет необходимости постоянно контролировать уровень масла, доливать его и очищать.
4. Простота установки. Монтаж оборудования не требует соблюдения особых стандартов и норм.
5. Компактность. Небольшие габаритные размеры (за счет отсутствия масляного бака) позволяют устанавливать сухие трансформаторы большей мощности в существующий трансформаторный отсек в процессе модернизации действующей подстанции.
6. Минимальные эксплуатационные затраты. Поскольку внутри системы отсутствует какая-либо жидкость, ее не нужно менять, а соответственно, и финансировать приобретение. При установке сухих трансформаторов на предприятиях химической, нефтегазовой, металлургической промышленности не требуется установка дорогостоящих систем автоматического пожаротушения.
7. Низкий уровень шума и вибрации.
8. Устойчивость к току короткого замыкания. Даже в случае возникновения аварийных ситуаций обмотки трансформатора не загрязняются.
9. Сухие преобразователи тока менее прихотливы: для их установки не требуется строительство дополнительных построек, так как не требуется обустройство маслохранилища.
10. Отсутствие характерного запаха нефтепродуктов, свойственного маслонаполненным установкам, что расширяет сферу применения сухих трансформаторов.
11. Экономия затрат на электричество. Использование кабеля с низким напряжением позволяет минимизировать потери при подаче электроэнергии к оборудованию. Кроме этого, в устройстве сухого трансформатора предусмотрено сокращение электропотерь при замыкании и на холостом ходу.

Изначально сухие преобразователи тока применялись при относительно низких номинальных значениях напряжения и мощности. С развитием отрасли появились устройства разных напряжений, размеров и сфер применения. На сегодняшний день их мощность варьируется от нескольких кВА



**Российский рынок силовых и распределительных трансформаторов является одним из высококонкурентных в промышленной продукции**

до значений свыше 30 МВА, а классы напряжения – до 72 кВ.

Спрос на сухие трансформаторы большой мощности продолжает расти по мере стандартизации и ужесточения требований в части экологического менеджмента. Планирование инвестиций в развитие предприятий осуществляется с учетом рисков управления активами и расчетом капитализации затрат на протяжении всего жизненного цикла продукта.

В итоге установка сухого трансформатора может быть более выгодным решением, чем аналогичный по мощности агрегат с жидким диэлектриком или несколько сухих распределителей меньшей мощности.

С учетом условий эксплуатации для обеспечения надежной работы современные модели сухих трансформаторов могут быть оснащены набором необходимых систем мониторинга и управления:

- устройство регулирования напряжения под нагрузкой (РПН),
- ограничители перенапряжения (ОПН),
- система дополнительного охлаждения,
- система мониторинга и сигнализации (в том числе на базе цифровых решений).

**Недостатки сухих трансформаторов:**

1. Ограничение возможности эксплуатации в определенных климатических условиях. Сухие трансформаторы достаточно чувствительны к перепадам температуры, влажному воздуху и осадкам. Поэтому оборудование этого типа не рекомендуется устанавливать вне помещений. Однако при наличии защитного кожуха возможны исключения.
2. Высокая перегрузочная способность (по сравнению с масляными агрегатами).
3. Стоимость сухих трансформаторов гораздо выше, чем маслосодержащих. Хотя в процессе эксплуатации затраты на их покупку окупаются.

Учитывая преимущества сухих трансформаторов перед маслосодержащими аналогами, популярность экономических и экологических моделей

со временем только увеличивается.

Предприятия применяют сухие преобразователи как в новых проектах, так и в процессе замены устаревшего энергооборудования.

В настоящее время усилия правительства направлены на решение

проблемы энергосбережения на промышленных предприятиях, поэтому значительная доля старого оборудования, которое уже не может обеспечить хорошую производительность, подлежит замене.

С момента подписания постановления Правительства РФ № 526 от 11 июля 2001 года «О реформировании электроэнергетики Российской Федерации» на российском рынке трансформаторного оборудования существенно изменился спрос на преобразователи и «ландшафт» производителей сухих трансформаторов.

В частности, за прошедшие 20 лет в два раза увеличилось число заводов, выпускающих сухие трансформаторы, появилось много сбороч-



ных производств и сформировалось четыре мощных кластера с центрами в городах Екатеринбург, Чебоксары, Москва и Санкт-Петербург.

## Производители трансформаторного оборудования

Российский рынок силовых и распределительных трансформаторов является одним из высококонкурентных в промышленной продукции. С одной стороны, при ограниченном по объёмным причинам спросе на трансформаторное оборудование этого типа, в РФ работает достаточно много предприятий, производящих преобразователи электрического тока.

## Российский рынок силовых и распределительных трансформаторов является одним из высококонкурентных в промышленной продукции

С другой стороны, на российский рынок поставляется много импортного оборудования. Трансформаторы завозятся на территорию России как в готовом виде, так и в виде комплектующих, которые затем собирают-

ся в конечный продукт и становятся «российскими» товарами. Так реализуется один из форматов импортозамещения.

В РФ свою продукцию поставляют десятки крупных заводов и малых производств (в том числе предприятия из Беларуси и Казахстана). Кроме того, свои изделия импортируют европейские и азиатские страны (прежде всего Южная Корея и Китай).

«Плотность» участников российского рынка трансформаторов достаточно велика, что способствует развитию здоровой конкуренции и стимулирует производителей трансформаторного оборудования работать над усовершенствованием своей продукции.

Трансформаторы производят многие крупные предприятия:

- ООО «Трансформер» (г. Подольск Московской области). Предприятие специализируется на производстве трансформаторного оборудования типа ТМГ, ТСЛ (сухие трансформаторы с литой изоляцией), бетонных трансформаторных и распределительных подстанций с гибкоизменяемыми размерами.

Кроме того, компания наладила выпуск оборудования нового поколения – реакторов трехфазных сухих токоограничивающих (РТСТ) класса напряжения от 3 до 20 кВ, рассчитанных на номинальный ток 250-1600 А.

Реакторы этого типа предназначены для защиты электротехнического оборудования от воздействия токов короткого замыкания. Кроме того, при аварийном отключении они обеспечивают уровень напряжения, достаточный для работы оборудования собственных нужд.

- ООО «Электрофизика» (г. Санкт-Петербург) осуществляет поставку сухих силовых трансформаторов с открытыми обмотками (не экранированными твердой изоляцией) с естественной вентиляцией российским и зарубежным потребителям. Современное производственное оборудование и внедрение инновационных решений позволяют предприя-



тию выпускать около 1 000 единиц готовой продукции в год, сократив при этом сроки изготовления до нескольких недель.

- Завод трансформаторных подстанций СЭТ. Новая производственная площадка завода расположена в промзоне «Шушары» (г. Санкт-Петербург). В настоящее время на предприятии организован полный цикл производства электротехнического оборудования 0,4-10 кВ. Производственные мощности позволяют выпускать до 1 500 КТП различного исполнения и до 2 000 шкафов КРУ, камер КСО и различных НКУ в год. На заводе внедрена система менеджмента качества (СМК), которая сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001: 2008).
- ООО «КПМ» (г. Санкт-Петербург). Предприятие основано в 2008 году. Начиная работать как поставщик оборудования для объектов электроэнергетической отрасли, вскоре взяло курс на развитие собственной производственной базы. В настоящее время на заводе организовано производство полного цикла. Все технологические операции выполняются в цехах компании – намотка обмоток электрических машин, пайка и сварка, механическая обработка, пропитка и запекание обмоток, окрашивание. На заводе оборудована собственная испытательная лаборатория. Качество продукции перед выпуском проходит обязательный контроль. Первым продуктом, разработанным и изготовленным специалистами предприятия, стали сухие реакторы.
- Компания «Электрощит Самара». Электротехническое предприятие было образовано в 1943 году. В настоящее время это инжиниринговый холдинг полного цикла с собственным производством основных комплектующих для ключевых продуктов. Компания поставляет на рынок обширный ассортимент электротехнического оборудования, в том числе силовые и измерительные трансформаторы, комплектные трансформаторные блочные подстанции для работ с напряжением в 35-220 кВ; КТП низкого напряжения различного типа, укомплектованные силовыми трансформаторами и высоковольтными выключателями собственного производства; КТП наружной установки для питания промышленных объектов, железнодорожных узлов, нефтегазовых месторождений,

предприятий агропромышленного комплекса и т.п. Завод уделяет большое внимание разработке новой современной продукции. Ведется постоянное совершенствование технических характеристик и конструкции изделий.

- АО «Электрощит» (г. Чехов, Московская область) – российский завод – производитель силовых распределительных трансформаторов класса напряжения 6-10 кВ, КТП различных исполнений и модификаций, а также распределительных устройств (РУ). Вся продукция предприятия прошла комплексные типовые испытания в научно-исследовательском центре по испытанию высоковольтной аппаратуры (НИЦ ВВА), что подтверждено

соответствующими протоколами и сертификатами соответствия.

- ООО «СВЭЛ – силовые трансформаторы» (г. Екатеринбург). Компания основана в 2003 году. Специализируется на производстве электродвигателей, электрогенераторов и трансформаторов (ОКВЭД 2) для электроэнергетической отрасли. СВЭЛ наладил выпуск измерительных, сухих и масляных трансформаторов, сухих реакторов, КРУ, НКУ, КТП, блочно-модульных зданий для КТП и КРУ, комплектных трансформаторных подстанций блочных (КТПБ) и высоковольтного оборудования. Кроме современного электротехнического оборудования компания предоставляет комплекс услуг



по строительству, реконструкции и модернизации объектов передачи и распределения электрической энергии, а также по возведению «зеленых» электростанций «под ключ».

- ОАО «Минский электротехнический завод им. В. И. Козлова» (г. Минск, Республика Беларусь) – это один из крупнейших производителей трансформаторного оборудования в Европе. В частности, завод производит силовые масляные трансформаторы мощностью 16 ... 3 200 кВА классов напряжения до 35 кВ и сухие трансформаторы с литой изоляцией обмоток мощностью 25 ... 3 150 кВА классов напряжения до 10 кВ.
- АО «Кентауский трансформаторный завод» (г. Кентау, Казахстан).

## В настоящее время сложно с максимальной точностью

## спрогнозировать динамику и объем потребления

## российского рынка трансформаторного оборудования

Предприятие известно как ведущий казахстанский производитель электротехнического и трансформаторного оборудования широкого применения. Продукция с маркой Кентауского трансформаторного

завода работает на всей территории СНГ и в странах Средней Азии.

Перечень продукции завода насчитывает более 400 наименований. В продуктовой линейке предприятия представлены модели одно- и трехфазных распределительных масляных трансформаторов; двух-обмоточных и трехфазных сухих распределителей; одно- и трехфазного измерительного трансформаторного оборудования.

- ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» (г. Екатеринбург). Предприятие специализируется на производстве измерительных трансформаторов тока и напряжения внутренней и наружной установки с литой изоляцией класса напряжения до 110 кВ. Завод также выпускает силовые трансформаторы малой мощности до 35 кВ, трехфазные силовые трансформаторы 6-10 кВ, высокоточные лабораторные трансформаторы тока и напряжения, изоляторы различного назначения, ячейки и различные низковольтные распределительные устройства.

Среди малых производств внимание специалистов привлекает продукция ООО «Асг Трансформаторен» (г. Одинцово, Московская область), ООО «Проектэлектротехника» (г. Шумерля, Чувашская Республика), Завод электротехнического оборудования «ЭНКО» (г. Ижевск, Удмуртская Республика), ООО «ПТЗ» (г. Псков), ООО ПК «Славэнерго» (г. Ярославль) и многих других производителей из разных регионов России.

В настоящее время сложно с максимальной точностью спрогнозировать динамику и объем потребления российского рынка трансформаторного оборудования. На фоне текущей ситуации в экономике России, а также с учетом стратегии ряда зарубежных компаний – производителей трансформаторов, объемы товарных потоков в оценке натуральных и стоимостных показателей будут иметь разностороннюю направленность.





# НОВОСТИ МАРКЕТИНГА

Журнал  
о новом маркетинге



Тел.: (495) 540-52-76

Подпишись и получи новые инструменты  
для работы и рекомендации ведущих маркетологов!

[www.marketingnews.ru](http://www.marketingnews.ru)

**РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ**

**interlight**

RUSSIA

**intelligent building**

RUSSIA

**18–21.09.2023**

ЦВК «Экспоцентр»,  
Москва

**Международная  
выставка освещения,  
автоматизации зданий,  
электротехники  
и систем безопасности**

**ПРОДУКТОВЫЕ  
ГРУППЫ**



Отправь промокод «ЖУРНАЛ»  
и получи бонус к участию



[interlight-building.ru](http://interlight-building.ru)

 **GEFERA MEDIA**

# Энергоэффективные решения в светотехнике

■ Максим Галимов

Современный рынок светотехники всё больше внимания уделяет качеству света представленной продукции (индексу цветопередачи, значению R9, стандартному отклонению согласования цветов SDCM) и пользе биодинамического освещения для здоровья человека.

Кроме того, развитие технологий, тренд на оцифровку светильников и растущие тенденции настройки света в продуктах LED-освещения стимулируют распространение «умных» светодиодов.

Также росту рынка осветительных приборов способствует разработка новых технологичных приложений для удаленного мониторинга и управления. Но по-прежнему одним из основных трендов в светотехнике остаются энергоэффективные решения.

Курс на энергосбережение и внедрение энергоэффективных технологий – это требование времени. В современных реалиях эффективной может быть только та экономика, которая бережно относится к энергоресурсам.

Первым шагом к новому, экологичному мышлению может стать переход на энергоэффективное освещение. Ведь замена обычных ламп на «умные» светодиодные светильники позволяет ощутить не только экономическую, но и экологическую выгоду.

С одной стороны, это сокращение расходов, с другой – более качественный и комфортный свет. Правда, здесь есть свои нюансы...

## Энергоэффективность & ритейл. Ошибки освещения

Свет в торговых залах уже давно перестал быть просто функцией. Качественное освещение определяет лояльность покупателя к бренду или магазину. Оно привлекает посетителей, вызывает у них желание подольше находиться в торговом зале, располагает к совершению покупок.

Кроме того, отображение товаров должно быть реальным. Здесь важна не просто высокая яркость света, но и минимальное искажение цветовой передачи. Иными словами – искусственное освещение должно быть максимально похожим на естественный солнечный свет, при котором исключено негативное влияние на состояние человека.

**Ошибка № 1. При проектировании предпочтение отдается стоимости светильников.** Задача света в магазине – создавать комфортную атмосферу и способствовать повышению продаж.

Правда, специалисты, которые традиционно занимаются проектированием систем освещения для ритейла, руководствуются совсем другими представлениями о KPI.

Такие расхождения нередко приводят к огромным дополнительным затратам, увеличивают энергопотребление и становятся причиной неэффективного использования осветительного оборудования. По оценкам экспертов, неправильно разработанная концепция освещения увеличивает расходы на монтаж на 35-40%. Прочему так происходит?

Когда речь заходит о светодиодном освещении, многие ритейлеры воспринимают его как синоним слова «энерго-

эффективность». Они считают, что это инвестиция, которая должна приносить прибыль за счет энергосбережения.

Соглашаясь заменить устаревшие люминесцентные лампы на светодиодные решения, владельцы магазина планируют в течение 1,5-2 лет вернуть средства, инвестированные в модернизацию освещения. При этом они забывают, что основная задача искусственного света заключается не в энергосбережении, а в создании комфортной обстановки для покупателя и повышении продаж.

Аналитики проанализировали ситуацию и пришли к выводу, что в таких случаях ключевая точка эффективности светодиодного освещения



изначально определяется неправильно. Это происходит из-за того, что разработкой проекта системы освещения занимаются эксперты, которые специализируются на строительстве и эксплуатации зданий.

Такие работники основным показателем эффективности считают оптимизацию бюджета на запуск торговой точки, а вовсе не увеличение прибыльности и рост продаж. Они не знают, что чем дольше покупатель остается в магазине, тем больше вероятность покупки, которую он совершит. А количество времени, которое посетитель проводит в торговом зале, напрямую зависит от того, насколько комфортно и приятно ему там находиться.

От «оптимизации» бюджета в первую очередь страдает сам ритейлер, поскольку в результате не решаются главные задачи ритейла, а некомпетент-

ность разработчиков приводит к дополнительным издержкам, нивелируя все усилия по увеличению объема продаж и повышению лояльности покупателей.

Так что же должно быть в приоритете: цена осветительного прибора или стоимость концепции освещения? Если бы решение принимали маркетологи, которые ставят во главу угла рост товарооборота, технические задания составлялись бы иначе.

В большинстве случаев покупкой осветительного оборудования занимаются организации, которые в первую очередь учитывают энергоэффективность и стоимость световых приборов.

Участники тендерных торгов стараются предложить самую привлекательную цену, подтверждают качество своих светильников, делают технические расчеты тестовых зон и т.д. В результате анализа пакета документов поставщик

выбирается исходя из принципа рациональности по соотношению «цена-качество».

Но оптимальный выбор светильника – это не самый главный фактор обеспечения эффективности. Во-первых, использование светодиодных решений уже предполагает экономное расходование электричества. Эту «плюшку» потребитель получает автоматически.

Во-вторых, потери электроэнергии от использования традиционных источников света будут менее значительными, чем убыток, причиненный неправильным проектированием, монтажом светового оборудования и его излишним энергопотреблением.

Специалисты рекомендуют обращать внимание не на энергоэффективность отдельно взятого осветительного прибора, а на энергопотребление и функциональность всей концепции освещения магазина. Именно здесь прячутся те «подводные камни», которые поджидают даже крупных ритейлеров.

Следует тщательно проанализировать взаимное расположение светильников, рассчитать эффект от использования акцентного освещения, определить, где лучше установить осветительные приборы с оптикой, а где – с рассеивателем. Без глубокого, детального анализа, даже закупив качественные недорогие источники света, магазин понесет колоссальные потери.

#### **Ошибка № 2. Неправильный подбор осветительного оборудования.**

Некоторые ритейлеры устанавливают LED-светильники в алюминиевом корпусе, оснащенные опаловым рассеивателем. Если говорить о технологиях пяти-семилетней давности, то такое решение было вполне оправданным.

Но современная диодная светотехника не нагревается так, чтобы было необходимо использовать алюминий. С поставленной задачей отлично справляются осветительные приборы в стальном корпусе с покраской.

Для освещения торговых залов можно использовать светильники с оптическими системами, которые способны оптимально перенести свет и обеспечить необходимый уровень освещенности меньшей мощностью. По сравнению с «призмой» или «опалом» цена «оптики» не так высока, а разница в эффективности может достигать 20%.

**Ошибка № 3. Неэффективное выделение специальных зон.** В продуктовых магазинах необходимо правильно выделять специальные зоны (выпечку, свежие фрукты и овощи, рыбу, мясо, алкоголь и т.п.). На этапе проектирования таких мест важно учитывать использование акцентного света и влияние на него общего освещения.

В одном из российских магазинов проектировщики расположили рядом



## В современных магазинах достаточно часто можно увидеть такое решение, как осветительные приборы, подвешенные на лотках.

мощные линейные светильники с цветовой температурой 4000 К и акцентные (2700 К). Из-за некомпетентности авторов проекта общее освещение полностью перебивает акцентный свет, поэтому эффект выделения зоны не достигнут: преимущества товарной категории не подчеркнуты, контакт с покупателем усилить не удалось.

Ритейлеры нередко допускают ошибки при использовании специальных спектров для освещения витрин с товарами определенной группы. Например, для освещения мясного отдела подходят световые приборы с низким световым потоком и примерно в два раза слабее обычных акцентных светильников, поскольку спектр в них усечен.

В витрины с мясом следует устанавливать либо узкую оптику, либо локальную подсветку. Это позволит создать внутри торгового оборудования высокий уровень освещенности. Но чтобы эффект подсветки был заметен покупателю и привлекал его внимание к товару, необходимо во всех выделяемых зонах убрать линейное освещение, создав при этом небольшую затененность и усилив локальный свет.

**Ошибка № 4. Использование лишнего оборудования.** Проектные и монтажные компании, заинтересованные исключительно в получении суперприбыли, прилагают массу усилий для того, чтобы в ходе реализации проекта было использовано как можно больше светотехнического оборудования и дополнительных элементов крепления.

В современных магазинах достаточно часто можно увидеть такое решение, как осветительные приборы, подвешенные на лотках. Это добавляет в смету множество ненужных инструментов и операций, которых при монтаже современного осветительного оборудования можно избежать.

К примеру, чтобы создать из светильников ровную линию, не обязательно крепить их к лотку. Достаточно обеспечить жесткое крепление между световыми приборами, внутри которых прокладывается транзитный кабель.

Также нет необходимости как в использовании некоторых видов оборудования (лотков, монтажных спиц, рас-

паячных коробок), так и в проведении монтажных работ, связанных с монтажом светильников к лоткам, спиц – к потолку, лотков – к спицам.

**Ошибка № 5. Просчеты, допущенные при монтаже.** Их можно обнаружить даже при реализации самых тщательно разработанных проектов. Список наиболее распространенных

ошибок возглавляет отсутствие фокусирования света осветительного прибора на товаре.

Как правило, светотехника устанавливается до начала сборки стеллажей. В проектах освещения магазина отсутствует привязка к конкретному торговому оборудованию. Поэтому после расстановки полок, витрин и холодильных камер обнаруживается, что акцентный светильник и стеллаж, на который он должен быть направлен, не совпадают по расположению.

Ритейлеры редко настаивают на переустановке осветительного оборудования. Ведь это предполагает двойную оплату работы подрядной организации. Поэтому ошибки в освещении не устраняются, что негативно отражается на прибыльности бизнеса.

Таких проблем можно избежать. Для этого к монтажу светотехнических



устройств следует приступать только после того, как уже расставлено торговое оборудование. При этом важно учитывать, какие товарные позиции, зоны и стеллажи должны быть выделены с помощью света.

Корректно подвешенный акцентный светильник эффективно справляется с поставленной задачей, вписывается в концепцию, помогает производить положительное впечатление от оформления торгового пространства, привлекает покупателей в магазин. Когда эти цели достигнуты, деньги ритейлера потрачены не напрасно.

Еще один способ, с помощью которого можно избежать ошибок при монтаже осветительного оборудования, предполагает создание гибкой системы освещения. Это позволяет безошибочно смонтировать светильники, а в дальнейшем эффективно их эксплуатировать, поскольку даже в случае необходимости

## Список наиболее распространенных ошибок возглавляет отсутствие фокусирования света осветительного прибора на товаре.

перезонирования торгового пространства свет сможет настраиваться с учетом любых изменений.

**Освещение дискаунтеров.** К освещению магазинов, предлагающих широкий выбор товаров по ценам ниже среднерыночных, предъявляются несколько иные требования. В торговых залах дискаунтеров не так важно создавать яркое освещение и использовать акцентный свет, как в бутиках и супермаркетах,

поэтому затраты на освещение здесь минимальны.

Чаще всего проектировщики используют встроенные LED-светильники типа «Армстронг» с размером ячейки 600x600 мм. По оценкам экспертов, для качественного освещения стеллажа длиной 3 метра с потолка высотой 3,2 метра потребуются пять-шесть таких осветительных приборов.

Потребляемая мощность светодиодных светильников и панелей «Армстронг» составляет 36-40 Вт. Умножаем этот показатель на количество светотехнических устройств и получаем 216-240 Вт общего энергопотребления. На уровне «золотой полки» это обеспечит освещенность в пределах 800-1000 lux.

Если для освещения этого же стеллажа использовать линейный светильник с оптикой, то ему потребуется около 72 Вт мощности, а уровень освещенности возрастет до 1 200 lux. При равных затратах на покупку светотехнического оборудования энергопотребление сокращается в три раза.

Ритейлеры думают, что могут хорошо сэкономить, установив сравнительно недорогие модели светильников типа «Армстронг», но в действительности они будут оплачивать более высокое энергопотребление во время эксплуатации системы освещения своего магазина.

В случаях, когда энергоснабжение гипермаркета не рассчитано на реализацию энергоемких решений, может потребоваться выдача дополнительной мощности, покупка генераторов или даже строительство питающего центра. Такие проекты стоят дорого. Тогда о какой энергоэффективности может идти речь?

## Энергоэффективность & ЖКХ и уличное освещение

Вопросы повышения энергоэффективности были и по-прежнему входят в список наиболее актуальных задач российской экономики. Энергоэффективность остается одним из приоритетов государственной политики. Это вектор, который объединяет всех участников рынка энергетики.



Более того, сегодня энергосбережение выступает в качестве одного из ключевых антикризисных инструментов, а энергоэффективность прописана в качестве обязательной составляющей большинства инновационных технологий.

Ближе других к этой реальности оказалась сфера жилищно-коммунального хозяйства, поскольку все энергопотери в ней наглядны и оплачиваются рядовыми россиянами – потребителями услуг.

14-15 июня в Санкт-Петербурге прошло Всероссийское совещание центров энергосбережения. Форум состоялся в пятый раз. На совещании присутствовали представители более 50 регионов России.

В мероприятии приняли участие руководители и специалисты федеральных и региональных ведомств, в чью компетенцию входит курирование вопросов энергосбережения.

Эксперты уделили внимание климатической повестке Российской Федерации, обсудили текущие тенденции и государственную программу энергосбережения и энергоэффективности до 2035 года, рассмотрели меры господдержки реализации энергоэффективных мероприятий.

Одной из главных тем, обсуждавшихся на совещании, стала энергетическая эффективность в сфере жилищно-коммунального хозяйства. По мнению специалистов, именно этот сектор обладает наибольшим потенциалом к снижению энергозатрат. К примеру, только в Санкт-Петербурге на его долю приходится около 47% от конечного потребления энергоресурсов.

Участники мероприятия не обошли вниманием такую животрепещущую тему, как готовность российских заводов – изготовителей оборудования к полному импортозамещению, рассмотрели варианты возможных мер поддержки при реализации энергоэффективных проектов в сегодняшних реалиях.

В рамках форума прошел круглый стол «Энергоэффективность в светотехнике: настоящее и будущее». В ходе беседы специалисты обсудили риски снижения качества светотехнического оборудования, применяемые методы проверки соответствия фактических параметров продукции техническим стандартам, а также обменялись опытом модернизации систем освещения в разных регионах Российской Федерации.

Одним из докладчиков на заседании круглого стола стал генеральный директор «ЕЭС-Гарант» Юрий Дудин. В своем выступлении он рассказал об энергосервисном рынке, новых тенденциях энергосберегающих технологий в текущих условиях, уделил внимание ли-

зингу как наиболее востребованному формату.

«Сегодня актуален переход от рынка энергосбережения к рынку комплексных решений. Ему свойственно стремление к многофункциональности. Например, на фоне активного распространения электрокаров повышается спрос на зарядные станции, совмещенные со светильниками. В качестве еще одного примера такой универсальности можно привести интеграцию солнечных панелей в системы уличного освещения», – сказал Юрий Дудин.

В России много мест, где необходима организация уличного, дорожного и садово-паркового освещения, но нет возможности или существуют трудности подключения к магистральным источникам электроэнергии. Для решения этих задач как нельзя лучше подходят автономные установки на фотоэлементах.

Солнечные батареи, которые используются во многих уличных светильниках, созданы по технологии сбора и преобразования энергии солнца в электричество.

Для этого осветительные приборы оснащаются фотоэлектрическими преобразователями, передающими солнечную энергию на специальные аккумуляторы, которые, в свою очередь, в темное время суток включают светильники и обеспечивают их работу до наступления рассвета.

Современные модели солнечных элементов в уличных фонарях полностью автономны и способны полноценно функционировать без участия человека. Они могут заряжаться даже в пасмурную погоду и в осенне-зимний период.

Важно, что контроллер отслеживает состояние батареи и обеспечивает, чтобы аккумулятор не выходил из строя



при превышении количества энергии в солнечные дни, а также не разряжался полностью и осветительный прибор не прекращал свою работу.

Конструкция стандартного солнечного LED-светильника состоит из четырех основных элементов:

1. Солнечная батарея, преобразующая световой поток в электрический ток при помощи фотоэлектрического элемента.
2. Электрический аккумулятор.
3. Светодиодные лампы.
4. Датчик освещенности, который включает осветительный прибор с наступлением сумерек и отключает его утром.

Важно также и то, что фотоэлементы, установленные в уличных светильниках, отличаются небольшими размерами, что позволяет производителям выпускать светотехнику разных габари-

ритов – от массивных фонарей до компактных декоративных светильников.

Внедрение фотоэлектрических панелей в системы уличного освещения выгодно еще и тем, что для их работы не требуется подключение к электрической сети и прокладка специального кабеля.

Для организации уличного освещения в местах, где отсутствует магистральное энергоснабжение, предназначена автономная ветросолнечная установка «Подорожник», созданная российским предприятием.

Такое оборудование уже используется для освещения пешеходных переходов на автодороге М2 «Крым» в Курской и Тульской областях.

Осветительная установка способна обеспечивать автономную работу LED-светильника в течение трех-четырех суток в неблагоприятных погодных

условиях (в пасмурную погоду и при отсутствии ветра).

В базовую комплектацию входят:

- МРРТ-контроллер заряда солнечных батарей, который представляет собой связующее звено между аккумуляторной батареей и панелью из фотоэлементов. Устройство поддерживает функцию программирования освещения (более 10 возможных вариантов), что позволяет выбирать оптимальный режим работы установки в зависимости от особенностей поставленной задачи;
- маломощный ветрогенератор, поддерживающий заряд аккумулятора и обеспечивающий запитывание осветительной установки в пасмурную погоду и в ночное время суток. Наличие этого компонента дает преимущество при использовании установки в местности с большим ветровым энергопотенциалом, где периоды полного штиля случаются крайне редко;
- светодиодные источники света с потреблением 160 Вт и световым потоком 15000 Лм.

Управление работой установки реализовано с помощью системы АСНУО «Рассвет» с возможностью удаленного мониторинга состояния и дистанционного управления по каналам мобильной связи.

Принцип работы «Подорожника» заключается в выработке электричества с помощью фотоэлектрических элементов и ветрогенератора с дальнейшим накоплением энергии в аккумуляторных батареях. С наступлением сумерек «умный» контроллер с двумя таймерами управления осветительным прибором автоматически активирует систему освещения.

Если аккумулятор заряжен полностью, а нагрузка на систему отсутствует, то контроллер подключает к генератору балластное сопротивление. Совсем без нагрузки ветроэлектрическую установку эксплуатировать не разрешается, поскольку в таком случае скорость вращения ветрового колеса может увеличиться настолько, что это приведет к разрушению устройства.

Аккумулятор выполняет функцию буфера, который сглаживает колебания выходной мощности генератора. Преобразование постоянного напряжения 12 В в переменное 220 В осуществляется инвертором. LED-светильник можно питать от 12 В без инвертора, напрямую, что удешевляет устройство и упрощает его эксплуатацию.

Для освещения остановок общественного транспорта, наземных пешеходных переходов и организации уличного освещения в местах, где отсутствует возможность подвода питания, предназначен автономный осветитель-



ный комплекс с питанием от солнечной батареи GALAD SOL-40 LED. Включение и выключение установки осуществляется автоматически.

Комплекс состоит из светотехнического устройства «GALAD Волна Мини LED-40-ШБ1/У50», опоры и мощных фотоэлектрических модулей. Оснащен двумя аккумуляторами суммарной емкостью 200 А\*ч. Оборудование готово к эксплуатации сразу после монтажа, не требует дополнительной настройки и программирования.

Технические характеристики:

- Номинальная мощность – 40 Вт;
- Класс защиты от поражения электрическим током – III (защита обеспечивается рабочей изоляцией, прибор работает при питании малым напряжением);
- Световой поток – 4 400 лм;
- Диапазон цветовой температуры – 4 000 К;
- Световая отдача светильника – 110 лм/Вт;
- Тип КСС – широкая боковая 1;
- Индекс цветопередачи – 70;
- Срок службы источника света при температуре окружающей среды 25° – 100 000 часов;
- Климатическое исполнение – У1;
- Степень защиты светильника и оптического отсека – IP65;
- Тип рассеивателя – прозрачный;
- Габаритные размеры – 1 250 x 1 700 x 9 000 мм;
- Срок службы осветительного прибора – 12 лет.

В 2021 году итальянский стартап Fly Solartech Solutions представил свою разработку – легкий цилиндрический модуль, предназначенный для монтажа на фонарных столбах, который способен обеспечить электропитание ламп уличного освещения за счет солнечного света.

Устройство диаметром около 35 см поставляется в комплекте с крепежными элементами, позволяющими монтировать его на любом столбе диаметром 10-25 см. Как отмечает производитель, конструкция системы предполагает наличие воздушного зазора между опорой и модулем для создания эффективного естественного охлаждения.

Модель доступна в трех вариантах, которые отличаются друг от друга выходной мощностью (100, 120 и 240 Вт). Самая производительная состоит из 84 половинчатых монокристаллических фотоэлементов с КПД 23%.

Особенностью конструкции модуля является цилиндрическая форма. Эта характерная черта делает его устойчивым к порывам сильного ветра. Кроме того, вертикальное размещение сводит к минимуму накопление на поверхности устройства пыли, загрязнений и снега.

В числе других преимуществ разработки специалисты называют возможность установки устройства на существующих опорах и минимальное влияние на облик окружающей среды. В качестве опции для фотоэлектрических модулей разработчик предлагает использовать антибликовое покрытие. Оно необходимо, например, при размещении устройств на столбах вдоль автомобильных дорог.

Модель раскладывается на две половины, которые при соединении обхватывают столб. Каждая из этих частей включает две независимые цепочки фотоэлементов с индивидуальными распределительными коробками.

Благодаря такой конфигурации, при установке на одной опоре нескольких модулей становится возможным последовательное подключение друг к другу вертикальных цепей фотоэлектрических панелей, повернутых в одну сторону. Это обеспечивает максимальную общую отдачу солнечных батарей за счет многоканального отслеживания точки максимальной мощности.

## Энергоэффективность & наружное освещение частного дома

Цены на электроэнергию, перебои в энергоснабжении, стремление более экономно расходовать энергоресурсы и забота об экологии требуют нового подхода к организации наружного освещения в частном доме или на даче.

В вечернее и ночное время придомовая территория частного дома должна быть хорошо освещена. Прежде всего, это необходимо для обеспечения безопасности жителей. Во-первых, далеко

не каждый злоумышленник осмелится проникнуть на освещенный участок. Во-вторых, садовые дорожки в темное время суток могут таить в себе незваных гостей в виде змей и других хищных представителей фауны.

Кроме того, на освещенной лужайке приятно проводить время с друзьями или в кругу семьи: плавать в бассейне, жарить шашлык или организовать барбекю-вечеринку.

Наружное освещение частного дома – это сложная система, которая делится на несколько составляющих:

- **Охранное освещение** должно работать всегда, поскольку от него напрямую зависит безопасность обитателей дома. Как правило, светильники освещают ограду, ворота, входную калитку и, в некоторых случаях, участок перед входом;
- **Дежурное освещение** включает периодически, когда это необходимо. К примеру, с помощью дежурного освещения освещается подъездная дорожка, когда по ней едет автомобиль или идет человек; баня, когда в ней кто-то принимает банные процедуры; хозяйственные постройки, к которым надо подойти в темное время суток;
- **Декоративное освещение** помогает разделить пространство участка на функциональные зоны и визуально изменить размеры территории. Как правило, для организации локального освещения используются светодиодные светильники в форме столбика или любой другой фигуры. Для подсветки крупных архитектурных объектов предназначены LED-проекторы. Такие светотехнические устройства формируют направленный луч света, способны осветить территорию до 20 метров впереди



себя, могут поддерживать функцию чередования цветов, что позволяет создавать целые световые спектакли. Для контурной подсветки фрагментов здания идеально подходят светодиодные ленты и шнуры. Чаще всего декоративное освещение на ночь выключается;

- Функциональное освещение обеспечивает подсветку всех важных элементов территории и основных дорожек. С его помощью решаются две важные задачи – повышение безопасности передвижения и создание психологически благоприятной обстановки. Если по какой-либо причине вопрос освещения границ и важных объектов на участке не решен, то человек может испытывать чувство дискомфорта. Режим работы функционального освещения может быть разным. Например, с вечера до утра, а может – только в вечернее время или по мере необходимо-

сти (при позднем возвращении домой).

Не обязательно все эти составляющие присутствуют в системе освещения каждого частного дома или дачи. Но все они могут быть переведены на питание от фотоэлектрических панелей.

Наружное освещение на солнечных батареях можно организовать двумя способами:

- Первый способ предполагает установку на участке светодиодных фонарей и светильников с вмонтированными фотоэлементами и аккумулятором. Реализация этого варианта не требует больших затрат. Однако мощность солнечной батареи и емкость аккумулятора в таких осветительных приборах относительно невелики. Как правило, при полном заряде запаса энергии хватает на 10-14 часов работы. Подключение светильников с фотоэлементами не требует выполнения

предварительных проектных работ и получения соответствующей разрешительной документации. Достаточно просто выбрать модель, дизайн которой соответствует концепции ландшафтного дизайна, принести на свой участок, выбрать подходящее солнечное место, надежно зафиксировать в почве или на стене – и уже вечером можно будет наслаждаться приятным светом.

Приятный бонус состоит в том, что солнечные батареи в уличных светильниках позволяют устанавливать светотехнику на приусадебной территории в любом месте. Например, их можно расставить на траве, гравии, разместить вдоль дорожек, на мостике, а некоторые модели будут прекрасно смотреться в ветвях деревьев или плавать в воде. Также светильники можно зафиксировать на стенах – у входной двери, на веранде или в беседке.

- Второй способ – это целая система. Для его реализации необходимо приобрести солнечные батареи определенной емкости и аккумулятор для запаса электричества в случае пасмурной погоды. Чтобы продлить срок службы аккумуляторных батарей (АКБ), следует выбрать оптимальный контроллер, который помогает избежать глубокого разряда или перезаряда при превышении количества энергии в солнечные дни. Это требует дополнительных инвестиций, однако при правильном расчете качественное освещение территории будет гарантированным.



## Как определить энергоэффективность гелиосистемы?

Освещение на солнечных батареях само по себе имеет ряд преимуществ, которые отсутствуют при подключении к электросети, а именно:

- Простота монтажа. Благодаря этому к процессу установки не нужно привлекать специалистов и оплачивать их труд;
- Независимость от подачи электрической энергии;
- Минимум затрат на обслуживание системы освещения;
- Возможность установки осветительных приборов в труднодоступных местах (при условии наличия достаточного количества солнечного света);
- Финансовая выгода, которую получает владелец гелиосистемы в результате снижения затрат на оплату электричества, потребляемого из центральной энергосети;

## Освещение на солнечных батареях само по себе имеет ряд преимуществ, которые отсутствуют при подключении к электросети.

- Отсутствие необходимости в последующей переработке и в специальных мерах по утилизации светодиодных светильников.

Насколько выгодно использовать солнечные технологии для освещения территории частного дома? Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо детально рассматривать каждый отдельно взятый случай. Поскольку эффективность освещения с применением фотоэлектрических панелей зависит от региона и количества солнечных дней в году, а экономическая выгода – от тарифов на электричество.

Если систему уличного освещения на солнечных батареях решено организовать с использованием аккумуляторов, прежде всего необходимо заменить все осветительные приборы на светодиодные, которые работают от 12 В.

Почему следует поступить именно так? Потому что аккумуляторные батареи выдают постоянное напряжение, и некоторая их часть – именно 12 В. От этой системы можно питать светотехнику на 220 В, но для этого потребуются еще инвертор, который преобразует 12 В в 220 В. Это неизбежно приведет к росту расходов на закупку оборудования. Поэтому целесообразно приобрести именно такие светотехнические устройства.

### Определение мощности и количества фотоэлектрических панелей.

Чтобы система была надежной, следует рассчитать мощность солнечных батарей и емкость аккумуляторов, предназначенных для ее обеспечения. Алгоритм расчета следующий:

1. Сначала необходимо определить мощность всей нагрузки. Для этого подсчитывается суммарная мощность всех источников света.
2. Высчитать продолжительность самого длительного периода работы системы освещения.
3. На основании данных, полученных при расчетах в п.п. 1 и 2, определить количество энергии, которое необходимо для обеспечения работы оборудования в сутки (для этого цифры следует перемножить).
4. Найти самый низкий уровень инсоляции в году (среднемесячный) для региона, в котором будет установлен-

на система освещения. Как правило, в России самый малосолнечный месяц года – декабрь.

5. Расчетным путем определить минимальную производительность фотоэлектрических панелей в регионе. Для этого необходимо найденный уровень инсоляции (цифра из п. 4) умножить на показатель средней эффективности солнечных панелей (для расчетов берут 17%, следовательно, уровень инсоляции надо умножить на 0,17). Число, полученное в результате умножения, показывает минимальное количество энергии, которое будет выдавать 1 м<sup>2</sup> аккумуляторной батареи.
6. На основании полученных данных следует рассчитать площадь солнечных батарей, которые потребуются для генерации нужного количества электроэнергии. Для этого цифру из п. 3 необходимо разделить на результат расчетов в п. 5.

По завершении всех арифметических действий можно приступать к выбору солнечных батарей. Их количество зависит от площади панелей. Общая площадь приобретенных батарей должна быть не меньше той, что рассчитана математическим путем в п. 6. Специалисты рекомендуют иметь небольшой

запас, поскольку в процессе эксплуатации могут быть периоды с характеристиками ниже средних.

**Расчет емкости аккумуляторов,** которые должны обеспечивать питание осветительных приборов на случай затяжной непогоды. Для этого также потребуются данные метеослужбы. Но в этот раз уже будет нужна информация о продолжительности самого длительного периода плохой погоды. Для расчета также нужна цифра, информирующая о дневном расходе электричества, необходимого для поддержания работоспособности системы освещения (п. 3 в предыдущем расчете).

Алгоритм вычислений прост: дневной расход умножается на количество дней непогоды. В результате получается запас, который должны обеспечивать аккумуляторные батареи.

После этого подбираются аккумуляторы с подходящими характеристиками. При этом следует учесть, что емкость батарей должна быть на 30-40% больше, поскольку полный разряд сокращает срок их эксплуатации. Поэтому сильно разряжать аккумуляторы нежелательно.

Некоторые производители в инструкции по эксплуатации указывают только возможный запас энергии, который исчисляется в ампер-часах (А\*ч). Эту величину можно перевести в ватт-часы (Вт\*ч). Для этого ее следует умножить на напряжение работы аккумулятора. Эта информация прописывается в характеристиках.

Например, аккумулятор Ventura GP 12-26 – напряжение 12 В, емкость 26 А\*ч. Расчет перевода в ватт-часы выглядит так: 12 В x 26 А\*ч = 312 Вт\*ч.

**Выбор контроллера.** В этой системе без контроллера не обойтись. Он служит связным звеном между солнеч-



ными элементами и аккумулятором. Если подключить фотоэлектрические панели напрямую к аккумуляторной батарее, при подаче электричества она начнет заряжаться. При достижении предельного напряжения заряда ее надо отключить.

Если этого не сделать или отключить несвоевременно, это приведет к закипанию электролита, что сокращает срок службы аккумулятора. Безусловно, батарею можно отключать вручную. Но каждое опоздание чревато негативными последствиями, поэтому лучше установить контроллер, который помогает избежать как перезаряда, так и глубокого разряда.

Контроллеры заряда солнечных батарей бывают трех типов:

- ON/OFF. Это самый простой контроллер из всех существующих. Устройство отслеживает величину заряда. При достижении предельного напряжения (для 12-вольтовых батарей это 17 В), оно просто отключает источник заряда, прекращая поступление электричества от солнечной батареи. Это решение самое дешевое, но такой контроллер имеет существенный недостаток. На самом деле при достижении предельного напряжения батарея заряжена не полностью, а только на 70%. Постоянный недозаряд способствует сокращению ее срока службы. Батарея быстро приходит в негодность.
- ШИМ или PWM – контроллер обеспечивает ступенчатую зарядку аккумулятора путем переключения между различными режимами заряда. После достижения предельного напряжения он не отключает АКБ, а с помощью преобразования понижает напряжение до требуемого значения и еще какое-то время дозаряжает батарею.

## Если подключить фотоэлектрические панели напрямую к аккумуляторной батарее, при подаче электричества она начнет заряжаться.

Недостатком такого контроллера специалисты называют потери при зарядке аккумулятора, которые могут достигать 40%.

- МРРТ-контроллер. Наиболее экономичный и современный способ организовать зарядку аккумулятора от солнечной батареи. Как и PWM, он полностью заряжает аккумулятор, но делает это быстрее (при равных условиях) за счет использования всей мощности солнечной батареи.

В каждый момент времени контроллер сравнивает напряжение, подаваемое от фотоэлектрических панелей, с напряжением на АКБ и выбирает оптимальные преобразования для того, чтобы получить максимальный заряд батареи.

Какой контроллер выбрать? На самом деле ответ прост. ON/OFF лучше не покупать, поскольку он совсем не подходит для длительной эксплуатации. Если он уже есть, его можно использовать для тестирования работы системы, но после этого заменить на устройство другого типа.

Лучший вариант – МРРТ, неплохой – ШИМ. Технология МТТР предусматривает КПД устройства на уровне 93-97%, тогда как PWM дает только

60-70%. Если учитывать стоимость фотоэлектрических панелей, то покупка более дорогого контроллера оправдывается эффективностью их использования.

При выборе контроллера специалисты рекомендуют обращать внимание на то, чтобы устройство могло подстраивать параметры системы с учетом температуры АКБ. Для этого оно должно быть оснащено тепловым датчиком. Датчик может быть как встроенный, так и выносной. По оценкам экспертов, выносные модели показывают более корректные данные, поэтому предпочтение стоит отдавать им.

**Пример расчета системы.** Для наглядности расчета системы освещения с использованием солнечных элементов и аккумуляторных батарей можно привести пример. Необходимо обеспечить питание светодиодных осветительных приборов общей мощностью 10 Вт напряжением 12 В. Самый продолжительный период работы светотехнического оборудования составляет 14 часов, самый низкий уровень инсоляции в году – 1,21 кВт\*ч/м<sup>2</sup>/сутки. Самый длительный период плохой погоды – 8 дней.

Расчет выглядит следующим образом:

1. Необходимо определить количество потребляемой электроэнергии в день. 10 Вт x 14 часов = 140 Вт\*ч в сутки.
2. Рассчитываем производительность фотоэлектрических панелей в месяц с самой низкой инсоляцией. 1,21 кВт\*ч/м<sup>2</sup>/сутки x 0,17 = 0,2057 кВт/сутки

Результат расчета показывает, что в сутки 1 м<sup>2</sup> батареи с такими параметрами будет выдавать 200 Вт. Следовательно, можно приобрести батарею именно с метровой площадью. Они способны обеспечить небольшой запас для эксплуатации в худших условиях.

3. Следует определить необходимую емкость аккумуляторной батареи. 140 Вт\*ч в сутки \* 8 дней = 1 120 Вт\*ч. Для обеспечения работы системы освещения в осенне-зимний период и в пасмурную погоду АКБ емкостью



100 А\*ч будет недостаточно. Лучше приобрести аккумулятор на 150 А\*ч или даже на 200А\*ч.

## Как снизить затраты на организацию наружного освещения?

Одна из основных задач бюджетных организаций и частного бизнеса заключается в снижении и оптимизации расходов. За счет чего можно сэкономить? Прежде всего, за счет затрат на электроэнергию.

Если в офисах эта задача решается внедрением энергосберегающих технологий в сочетании с максимальным использованием естественного освещения, то при организации уличного освещения оптимальным решением является применение более энергоэффективной светотехники.

А поскольку в России темное время суток достаточно продолжительно, особенно в осенне-зимний период, то и экономия может быть существенной.

Использование светильников с солнечными батареями. Правда, в этом случае необходимо учитывать, какие еще функции будут возложены на осветительные приборы.

Если устанавливать светодиодные фонари или светильники со встроенными аккумуляторными батареями, то использование какого-либо другого оборудования не потребуется.

Такие светотехнические устройства полностью автономны. Их монтаж не требует прокладки кабелей, соединяющих отдельные источники света в одну систему, а это большой объем работ и приличная статья расходов.

Минусом такого решения является недостаточная надежность для того, чтобы сделать, например, охранное освещение.

**Особенности устройства осветительных устройств на солнечных элементах.** В зависимости от конструкции осветительного прибора и мощности источника света, фотоэлектрическая панель может быть установлена на верхней части плафона (как на компактных садовых светильниках) или вынесена немного в сторону (как на фонарях с мощными лампами, которые нуждаются в значительной мощности заряда).

Рядом с корпусом светильника или внутри него располагается аккумулятор. Они могут быть нескольких типов. В более дешевых моделях устанавливаются никель-кадмиевые элементы (Ni-Cd), в более дорогих ставятся никель-металлогидридные (NI-MN) и литиевые.

Преимущества Ni-Cd аккумулято-

- Сравнительно невысокая стоимость;
- Способность отдавать наибольший ток нагрузки при той же емкости;
- Возможность быстрой зарядки батареи;
- Сохранение высокой емкости аккумулятора при эксплуатации в условиях низких температур (до -20 °С);
- Большое количество циклов «заряд-разряд» (до 1000).

К числу недостатков технических решений с использованием Ni-Cd аккумуляторов относятся:

- Аккумуляторная батарея теряет до 10% емкости в первые сутки после полного заряда (если при этом не находится в состоянии постоянной подзарядки);
- Аккумулятор требователен к условиям хранения. Он теряет до 10% заряда ежемесячно в режиме StandBy;
- После длительного хранения требуется восстановление емкости ба-

тареи. Как правило, это происходит после нескольких циклов разряда-заряда;

- Наличие «эффекта памяти», при котором устройство «помнит» уровень остаточного заряда, с которого его полностью зарядили. При зарядке не полностью разряженной батареи снижается ее емкость;
- В аккумуляторах этого типа содержится кадмий – тяжелый металл, который относится к токсичным микроэлементам, загрязняющим окружающую среду и оказывающим негативное воздействие как на здоровье человека, так и на экосистему.

Что можно сказать о никель-металлогидридных аккумуляторах? К преимуществам этих устройств относятся:

- Более компактные размеры и меньший вес по сравнению с Ni-Cd той же емкости;



- Большая энергетическая плотность (на 30-50%);
- Меньший «эффект памяти» (или полное его отсутствие). Нет необходимости полностью разряжать и заряжать батарею;
- Более продолжительный срок службы;
- Быстрая зарядка;
- Экологичность. В аккумуляторах этого типа содержится меньше вредных веществ. Они содержат только умеренные токсины с возможностью вторичной переработки.

Основные недостатки NI-MN аккумуляторных батарей:

- Меньшее количество циклов «заряд-разряд». После 300 циклов емкость снижается;
- Более высокая стоимость;
- «Бояться» глубокого разряда.

В последнее время более активно начинают использоваться литий-

ионные аккумуляторы (Li-Ion). Намечившаяся тенденция обусловлена их специфическими достоинствами:

- Сравнительно небольшой вес;
- Высокая емкость;
- Практически незаметный «эффект памяти». Поэтому аккумуляторные батареи этого типа можно заряжать или подзаряжать по мере необходимости;
- Низкий уровень саморазряда (не более 5% емкости в месяц);
- Быстрый подзаряд.

К числу недостатков литий-ионных аккумуляторов эксперты относят:

- Невысокие показатели в случае эксплуатации при температуре ниже 0 °С;
- Ограниченный срок службы, который не зависит от циклов «заряд-разряд»;
- Высокую стоимость.

Чтобы осветительные приборы работали дольше, специалисты рекомен-

дуют устанавливать светотехнику с аккумуляторами второго и третьего типа. Правда, их цена выше, но они сделаны из более дорогих материалов и собраны качественнее.

В продолжение разговора об отличиях аккумуляторов разных типов следует отдельно остановиться на элементах для аварийного освещения. В частности, необходимо отметить неоднозначно трактуемый рынком ГОСТ 60598-2-22-2012 «Светильники для аварийного освещения», введенный в действие с 01.01.2015 года.

В п. А.1 обязательного Приложения «А» «Аккумуляторы для светильников» говорится, что в состав светильников должны входить герметичные никель-кадмиевые или свинцово-кислотные аккумуляторы с регулируемым клапаном.

В примечании к этому пункту сказано: «Допускаются аккумуляторы другого типа, если они удовлетворяют требованиям действующих стандартов безопасности и области применения, а также требованиям настоящего стандарта».

По сути, при разработке аварийного светильника ГОСТ отдает предпочтение Ni-Cd аккумуляторам, но при этом он не запрещает использовать другие элементы. Юридически это означает равные возможности в применении аккумуляторов разных типов.

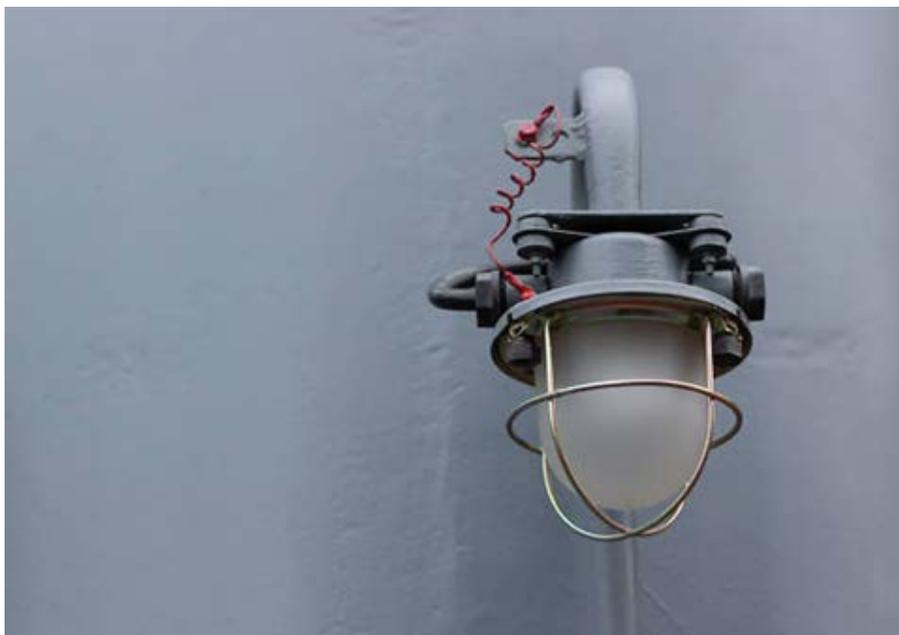
Исходя из этого во время дискуссии о технической применимости тех или иных элементов аккумуляторных батарей каждая из сторон обязательно найдет доводы в пользу своего выбора и недостатки в аргументах оппонента.

При принятии окончательного решения необходимо руководствоваться особенностями поставленной задачи. Как правило, срабатывание аварийного светильника – это почти всегда чрезвычайное происшествие, последствия которого хочется минимизировать. Поэтому следует внимательно относиться к условиям эксплуатации осветительного прибора и с учетом этого правильно выбирать аккумулятор.

**Уличные светильники с датчиком движения практичны и экономичны.** Они дают рассеянный поток света, экономят электроэнергию и выполняют охранную функцию. Кроме того, такие устройства удобны в использовании, поскольку автоматически реагируют на передвижение в радиусе их действия и только в темное время суток (датчик фиксирует уровень освещенности и включает активацию лампы, если на улице светло).

Перед покупкой следует обратить внимание на несколько важных аспектов:

- Мощность и цветовую температуру светового потока. В зависимости от поставленной задачи можно



## Последние 10 лет подходы к энергоснабжению и освещению офисов стремительно меняются.

выбрать вариант с мягким и тёплым или ярким и холодным светом;

- Стойкость к действию окружающей среды (степень защиты, которую обеспечивает корпус светильника от доступа к опасным частям, попадания внутрь оболочки влаги, пыли и твердых предметов);
- Степень чувствительности датчика (чем она выше, тем дальше прибор будет улавливать движение);
- Время действия светового пучка после реагирования (могут быть уже запрограммированные устройства или с возможностью самостоятельной регулировки).

Светодиодные светильники с датчиком движения позволяют экономить электроэнергию без дополнительных затрат на монтаж оборудования.

**Внешний вид и материал.** На рынке представлен широкий выбор светодиодных светильников на солнечных батареях. Разнообразие стилей и дизайнов поистине впечатляет. Здесь можно найти осветительные приборы на любой вкус. Но эксперты рекомендуют отдавать предпочтение простым линиям, поскольку, как показывает практика, чем проще форма, тем светотехническое оборудование надежнее.

Для нормальной работы корпус светильника для наружного освещения должен быть герметичным, чего при сложной форме добиться сложно. Поэтому, выбирая между вычурным дизайном и лаконичным минимализмом, лучше отдать предпочтение второму.

Корпус и ножка фонаря могут быть изготовлены из пластика или металла. Пластиковые модели – самые дешевые. Большинство таких светильников импортируется из Китая. Нередко их качество оставляет желать лучшего. Чаще всего они освещают не пространство, а исключительно самих себя. Кроме того, недорогие приборы быстро выходят из строя. Поэтому рассчитывать на длительный срок эксплуатации не стоит.

Стоимость светотехники в металлическом корпусе на порядок выше. Но такие варианты более долговечные. Для их изготовления производители используют более дорогостоящие

материалы, качественные светоизлучающие диоды и солнечные панели. Инвестиции в покупку качественного осветительного оборудования окупаются за счет длительного срока службы.

**Технические параметры.** После того, как выбран внешний вид светильника, пора обратить внимание на его технические характеристики. Важна мощность прибора, тип и емкость аккумулятора. Нормальные бренды в сопроводительной документации указывают количество диодов и их общую яркость.

Чем выше показатель мощности светильника, тем большую площадь он сможет осветить. Но при этом в выборе должен быть установлен и более мощный аккумулятор. Только в таком случае будет обеспечено требуемое время работы.

При полном заряде многие светотехнические устройства могут работать по 8-10 часов. Эксперты отмечают, что потребность в таком длительном свечении есть не всегда.

Когда ночи короткие, уличное освещение может работать 5-6 часов. Для того, чтобы светильники светили только тогда, когда это действительно нужно, в фонари встраиваются датчики

этому при выборе светотехники на нее также стоит обратить внимание.

**Условия эксплуатации.** Многие модели уличных светильников на солнечных батареях плохо переносят низкие температуры. Как правило, это в первую очередь относится к светотехническим устройствам низкого и среднего ценового сегмента.

Если такую светотехнику использовать при температуре ниже +25 °С, срок ее службы значительно снижается. Ещё быстрее могут выйти из строя светильники, которые работают на морозе.

Если предполагается, что система уличного освещения на фотоэлектрических элементах будет функционировать круглый год, следует обратить внимание на «морозостойкие» модели. Их не сложно найти в более высоком ценовом диапазоне.

В таких осветительных приборах устанавливаются стойкие к низким температурам солнечные панели и аккумуляторные батареи, выполненные из стали. Соответственно, их стоимость выше.

Еще одна особенность освещения улиц, мостов и автомагистралей состоит в том, что светильники зачастую никем не охраняются. Поэтому, учитывая возможность вандализма и попыток преднамеренной порчи имущества, производители выпускают светотехнику в антивандальном исполнении с креплениями, которые исключают несанкционированный демонтаж.

## Энергоэффективность & офисное освещение

Последние 10 лет подходы к энергоснабжению и освещению офисов стремительно меняются. В первую очередь это связано с внедрением светодиодных технологий и переоценкой функций



офисных работников под влиянием опыта удаленной работы.

Кроме того, трансформация происходит на фоне популяризации эргономики и новых интерьерных решений: в современных офисных помещениях присутствует не только рабочая зона, но и специальные помещения для отдыха персонала.

С одной стороны, в офисах руководствуются общими принципами построения световых сцен, основанными на типах и слоях освещения. С другой – считается, что выполнять только требования стандартов по уровню освещенности и цветовой температуре уже недостаточно.

Ситуация с пандемией Covid-19 подстегнула интерес компаний к интел-

лектуальным технологиям. Некоторые современные офисы стали больше напоминать коворкинги, куда работники приходят только на период выполнения ими совместной работы. Это стимулирует создание энергоэффективного эргономичного освещения, которое должно управляться в зависимости от присутствия сотрудников на конкретных рабочих местах.

Прогрессивные работодатели позаботились о том, чтобы сотруднику было комфортно на рабочем месте, раз уж ему необходимо находиться в офисе. С этой целью используются гибкие решения для освещения персональных рабочих мест светом, подстраивающимся под конкретного пользователя и меняющимся в зависимости от времени

суток, освещенности и просто пожеланий работника.

Более активному внедрению «умного» освещения может способствовать изменение отношения к самому освещению. По оценкам специалистов, сейчас многие офисы освещаются некачественно потому, что существует устойчивое противостояние между арендаторами и арендодателями: одни хотят меньше платить за аренду, а другие – сэкономить и не вкладываться в дорогие технологии.

Проблема в том, что пока не все знают о прямой связи между качественным светом в офисном пространстве и влиянием этого фактора на эффективность бизнеса. Те компании, которые прописывают в техническом задании на обустройство системы освещения именно это – получают эффективные «умные» светотехнические решения по управлению светом во всех зонах офиса.

Оптимальные условия для зонирования офисного пространства создаются с помощью комбинированного искусственного освещения. Кроме того, оно сглаживает недостатки рассеянного и направленного освещения, совмещая в одном решении преимущества обеих систем.

Комбинированное освещение не зависит от погодных условий и обеспечивает комфортную обстановку в любое время суток. С его помощью несложно выделить отдельные зоны или обеспечить нужную яркость света. Это позволяет оптимизировать освещение и адаптировать его под конкретные задачи.

Изначально в офисе может быть установлено только общее освещение. Однако его несложно дополнить новыми светильниками и внедрить энергосберегающие технологии, которые на практике показали свою эффективность.

Снижение затрат на электричество возможно при условии правильного проектирования системы освещения. На этом этапе важно обратить внимание на несколько моментов.

- Учет специфики помещения и характер выполняемых работ. С учетом зонирования офисного пространства подбираются оптимальные нормы освещения, которые регулируются следующими документами:
  - ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»;
  - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;
  - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
 Дополнительно могут быть



использованы отраслевые нормативные акты (при их наличии);

- В вопросах проектирования системы освещения лучше обратиться за помощью к профессионалам. Важно разработать детальный проект с указанием месторасположения осветительных приборов, их типа и мощности;
- Можно использовать различные методы разработки проекта. Например, подбирать светотехническую продукцию исходя из норматива освещенности. Если осветительные приборы уже есть и нужно использовать оборудование определенного типа, то рассчитывается необходимое количество источников света и продумывается их расположение в офисе;
- При планировании следует производить определенные расчеты, поскольку уровень освещенности зависит не только от используемых светильников. На него непосредственное влияние оказывает цвет стен и потолка, а также наличие естественного освещения и расположение окон.

В сегодняшних непростых экономических условиях все компании заинтересованы в оптимизации расходов на электроэнергию. Однако не все виды осветительных приборов, представленные на рынке, рекомендуются устанавливать в административно-офисных зданиях.

Выбор офисных светильников зависит от множества факторов, среди которых (кроме технических характеристик) важная роль отводится размещению осветительных приборов. Поэтому на этапе разработки проекта и при покупке светотехнического оборудования следует учитывать конструкцию как потолка и стен, так и самих светильников.

Следует отметить, что требования к офисному свету не предусматривают каких-либо ограничений с точки зрения способа монтажа осветительных приборов. Главное, чтобы организованная система освещения была энергоэффективной, обеспечивала достаточный уровень освещенности в помещении и создавала комфортные условия для работы.

#### **Типы офисных светильников по способу монтажа:**

- **Накладные.** Осветительные приборы накладного типа пользуются наибольшим спросом на рынке офисной светотехники. Они просты в установке, отличаются многофункциональностью и надежностью, могут быть установлены на стены или потолок любого типа с помощью монтажных планок. В комплекте с этими устройствами поставляются специальные крепежные элементы. Монтирующиеся таким образом осветительные приборы могут иметь различные формы и габаритные размеры;

- **Подвесные.** Светотехническое оборудование подвесного типа устанавливается в больших по площади офисах с высокими потолками. Преимущественно используется для организации общего освещения. Для крепления светильников применяются специальные крепежные элементы – анкерные крюки. При монтаже светотехники можно регулировать высоту положения осветительного прибора относительно рабочей поверхности;
- **Трековые светильники** – это актуальное и функциональное решение для освещения рабочих мест. Трековые конструкции подходят для монтажа на потолок любого типа: стандартного, гипсокартонного, натяжного и реечного. Также доступны четыре

варианта крепления трековой рейки: на плоскость потолка, через крепежные скобы, клипсы и с помощью подвеса. Зачастую с их помощью удается решить проблему плохой освещенности, особенно если помещение арендуется и демонтаж потолка невозможен.

- **Встраиваемые.** Осветительные приборы этого типа устанавливаются в подвесной потолок или встраиваются в стену с помощью скрытого крепления. Они равномерно рассеивают свет, подходят для локальной подсветки;

В процессе перехода от традиционных систем освещения к светодиодным, большую часть офисных светильников с люминесцентными лампами замени-



ли на LED-аналоги. Для упрощения поставленной задачи были оставлены без изменений размеры и способы установки осветительных приборов. Поэтому, несмотря на разные габариты и форм-факторы, светодиодные светильники имеют схожую конструкцию:

- Корпус изготавливается из листа металла, разрезанного и собранного в короб, где вместо одной стенки устанавливается светорассеивающий экран;
- Источник света выполнен в виде линейки из светоизлучающих диодов различного типоразмера, которые крепятся к задней стенке короба;
- Драйвер питания. В большинстве случаев он расположен внутри корпуса. По сути, это аналог дросселя и стартера у люминесцентных светильников;
- Рассеивающий экран оказывает непосредственное влияние на эффект

свечения. Например, матовый экран («опал») способствует формированию однородного светового потока, в котором не видны точки от диодов. Если на светильнике установлен прозрачный экран («призма»), то на его поверхности видны светящиеся источники света;

- Блок дежурного освещения предназначен для обеспечения автономной работы на неполной мощности от встроенной аккумуляторной батареи в случае отключения питания (устанавливается по необходимости).

В сегменте офисного освещения большим спросом пользуются светодиодные панели. Они установлены в подавляющем большинстве офисов кабинетного типа и рабочих пространств в коворкинге.

Во многих офисах функцию общего освещения выполняют потолочные

светильники, монтируемые в секции подвесного потолка «Армстронг» – светодиодные аналоги люминесцентных ЛВО/ЛПО 4x18 габаритами 600x600 мм. Они излучают рассеянный свет и подходят для помещений разных площадей.

Это самый популярный вид светильников для коммерческих помещений. Зачастую именно они устанавливаются в бизнес-центрах, где офисы сдаются в аренду другим компаниям. Со своей основной задачей такие осветительные приборы справляются – обеспечивают соответствие освещения требованиям действующих стандартов по освещенности офисного пространства. В этом случае дизайн ключевой роли не играет.

Монтаж подвесных потолков «Армстронг» в административных зданиях позволяет упростить процесс установки осветительного оборудования, обеспечивая при этом:

- Простоту установки обслуживания и замены;
- Возможность «прикрыть» неприглядные элементы конструкции потолка;
- Свободный доступ к отдельным секциям.

Также для освещения офисов активно используются LED-светильники линейного типа. Они помогают решить три основные задачи: обеспечивают нужную цветовую температуру, достаточный уровень освещенности и энергоэффективность.

Линейные светильники отличаются элегантным дизайном. Протяженная форма светотехнического устройства создает комфортный уровень освещенности, а широкий выбор цветовых температур позволяет подобрать оптимальный свет для разных офисных зон.

Из других особенностей и преимуществ линейных осветительных приборов можно отметить следующие:

- Разнообразие методов крепления позволяет реализовать любой проект освещения офиса, в том числе нестандартные дизайнерские решения;
- Возможность соединения нескольких светильников в единую композицию. Это могут быть как прямые линии неограниченной длины, так и сложные конструкции (асимметричные или симметричные). За счет этого создаются различные эстетические эффекты;
- Сочетание насыщенного светового потока с широким ассортиментом рассеивателей способствует совмещению функций прямого и рассеянного света.

Следует отметить, что в последнее время при разработке проектов систем освещения новых, более современных, офисов светодизайнеры отказываются от использования потолка «Армстронг»



## В архитектурном освещении российских городов

### до сих пор используется точечный метод.

и соответствующих ему осветительных приборов. Они отдают предпочтение встраиваемым LED-светильникам, светодиодным панелям, профильным и трековым системам.

Светодиодные панели могут быть круглой, квадратной и прямоугольной формы. Они подходят для установки как в маленьких, так и в огромных помещениях. Высота потолков также значения не имеет. Мягкий рассеивающий свет таких панелей визуально расширяет офисное пространство.

На рынке представлены светотехнические устройства разной мощности, размера и вида подсветки, которые можно крепить горизонтально (к потолку) или вертикально (на стены). Особенности конструкции панелей дают возможность устанавливать их так, что образуется единая, цельная осветительная поверхность без каких-либо перепадов и изменения высоты.

Преимущества использования LED-панелей:

- Большой выбор конфигураций, цвета и размера;
- Энергоэффективность;
- Отсутствие необходимости в частой замене источников света;
- Высокий КПД;
- Могут быть использованы для организации основного освещения или мягкой подсветки;
- Не требуют особого ухода, поэтому их можно устанавливать в труднодоступных местах;
- Возможность комбинирования с другими осветительными приборами для создания системы энергоэффективного, функционального офисного освещения.

Современные тенденции освещения коммерческих пространств предполагают использование светильников, которыми можно управлять индивидуально. Например, настраивать световой поток у лампы, расположенной над рабочим столом. Условия работы – один из главных факторов при выборе работодателя и фактор, который определенно влияет на качество выполняемой работы.

При этом потребности у сотрудников бывают разными: кому-то нужно,

чтобы в офисе было светло, а кому-то комфортнее работать в более приватной обстановке. Для этих случаев есть светильники, которые управляются не только системой управления через интерфейс, но и могут диммироваться индивидуально.

Световые сцены очень важны, если в системе освещения используется «мощная» светотехника. Например, световые потолки или крупногабаритные светильники. Автоматическая настройка яркости осветительных приборов с учетом уровня общей освещенности и режима работы помещения – обязательное условие для разумного потребления электроэнергии и создания необходимых условий освещенности офисного пространства. Запрограммировав определенные параметры системы освещения, например, поддержание требуемой яркости освещения рабочего стола, можно забыть о настройках, всё будет работать само.

Сегодня «умное» управление освещением административных зданий строится в зависимости от бюджета проекта: либо на датчиках присутствия и движения с локальным управлением, либо на сочетании технологий DALI и KNX – наиболее распространенных

решений для систем автоматизации различных помещений.

Большинство современных систем интеллектуального освещения основано на облачных технологиях. Случается, что речь идет об «облаке», размещенном на зарубежном сервисе.

Однако, как показывает практика, российские предприятия всё еще настороженно относятся к облачным технологиям, справедливо учитывая риски передачи данных на сторонние серверы. Чаще они предпочитают разворачивать частные «облаков» внутри локальной сети компании и с ограничением доступа извне.

Такой проект может быть реализован на базе MasterSCADA – одной из ведущих российских SCADA- и SoftLogic-систем для АСУТП и MES. Платформа идеально подходит для задач учета, автоматизации и диспетчеризации объектов во всех отраслях промышленности.

### Энергоэффективность & архитектурное освещение

В архитектурном освещении российских городов до сих пор используется точечный метод. Из темноты «выхватываются» какие-то знаковые объекты, хотя такое новое явление, как световой урбанизм, разработка световых генпланов достаточно активно развивается в других странах.

Вопрос с энергоэффективностью невозможно решить только применением светодиодных технологий. Существует еще одна серьезная проблема – световое загрязнение неба, которое разрушает экосистемы, негативно влияет на здоровье человека и вхолостую расходует энергию.

Световое загрязнение возникает вследствие безответственного отношения



к окружающей среде или малограмотного подхода к размещению светотехнических установок. В результате чего свет обращенных вверх светильников, которые должны подчеркивать красоту архитектурного сооружения, паразитно засвечивает небо.

Эксперты утверждают, что значительная часть света от световой рекламы и установок наружного освещения уходит в небо бесцельно. Проблему в одночасье не решить. Но если будет поставлена целенаправленная задача, можно будет принять соответствующие меры.

Во-первых, необходимо наладить выпуск светильников с требуемым светораспределением. Во-вторых, нужны правила и принципы грамотной установки светотехнических устройств (светодизайнерское проектирование). В-третьих, требуется правильная эксплуатация осветительных установок.

Правда, существует одна нерешаемая проблема. Большая часть территории России расположена в умеренных широтах. Когда выпадает снег, отражательная способность земли повышается в семь-восемь раз. При этом поток света, правильно направленный в землю, отражается от заснеженной поверхности и устремляется в небо. С этим ничего не поделаешь.

Многие крупные здания излучают колоссальные потоки света в окружающую среду за счет перекрытия ярко освещаемых атриумов. В качестве примера можно привести Гостинный двор в Москве.

Внутри торгово-выставочного комплекса находится двор площадью более 12 тыс. м<sup>2</sup>, накрытый безопорным прозрачным сводом. Уровень освещенности внутри купола достаточно высокий. В вечернее время этот свет, отражаясь

## Фасадная подсветка решает две основные задачи:

### функциональную и декоративную.

от поверхности интерьера, устремляется ввысь.

По мнению экспертов, вдоль свода можно было бы установить специальные жалюзи и закрывать их в темное время суток. Также можно применить тканевые занавески, которые будут закрываться с наступлением сумерек, одновременно с включением искусственного освещения.

Это позволит сократить количество осветительных приборов или их мощность, поскольку функционально-декоративные занавески будут возвращать потоки света обратно в помещение. То же самое можно сказать и о мансардных окнах и всех светопроемах, обращенных в небо.

Весомый вклад в световое загрязнение окружающей среды вносят светильники, которые светят во все стороны. Например, светотехнические устройства, выполненные в форме шара. Их используют для освещения частных домов, площадей, парковых алей, стоянок, улиц и проспектов.

По оценкам аналитиков, около 50% света таких фонарей уходит в небо, а это совершенно напрасный расход электричества. Есть светильники, верх-

няя полусфера которых непрозрачна. Внутри она зеркальная. Благодаря особенности конструкции плафона свет направляется вниз.

Такие светотехнические решения позволяют повысить энергоэффективность уличного освещения. Потенциал в этом несомненно есть.

Архитектурное освещение – это один из способов создать качественный дизайн, подчеркнуть все особенности архитектуры и выделить отдельные элементы фасада. Его реализация требует точных расчетов, использования качественных осветительных приборов и «умных» технологий.

Фасадная подсветка решает две основные задачи: функциональную и декоративную. Для этого используются осветительные приборы разных типов и конструкций, которые отличаются друг от друга как по техническим характеристикам, так и по принципу действия.

Функциональное освещение позволяет сделать видимым сам фасад здания в темное время суток и улучшить видимость на прилегающих к нему участках. Прежде всего у входа и на подъездных аллеях. Декоративная подсветка дает возможность преобразить внешний вид строения, сделав его полноценным элементом городского пространства.

Грамотно спроектированное и правильно реализованное освещение фасада не пересвечивает объект, а акцентирует внимание на его достоинствах, при этом не растрачивая энергию впустую.

По своему типу архитектурная подсветка бывает:

- *Заливающая (заливная, общая)*. Предназначена для того, чтобы полностью осветить фасад. Используется для освещения больших объектов (храмов, памятников, исторических зданий). Проектируется в случаях, когда установка светотехнического оборудования на самом строении невозможна. Не подходит для освещения сооружений из стекла.

Для организации заливной подсветки используются мощные прожекторы направленного света, которые размещаются на земле (грунтовые), стой-



ках (опорах) и близлежащих зданиях. Свет выделяет элементы, которые днем остаются в тени, тем самым помогая по-новому взглянуть на, казалось бы, хорошо знакомый объект.

- **Контурная.** Часто применяется для освещения современных зданий, в том числе из стекла. С помощью света светодизайнеры подчеркивают геометрию форм, выделяют внешние контуры строения, карнизы и проемы, а также привлекают внимание к интересным элементам архитектуры. Выделенные элементы словно парят в невесомости, отрываясь от основания.

Контурная подсветка выполняется с помощью светодиодных лент, линейных светильников и прожекторов. Чередование световых решений и тени задает ритм, выстраивает уникальный художественный образ, в отдельных случаях придавая зданию совершенно футуристический вид.

- **Локальная (зональная, акцентная)** используется для выделения светом уникальных элементов, оставляя в тени менее привлекательные (менее значимые) фрагменты фасада. С ее помощью подчеркивают красоту барельефов, лепнины, арок и колонн. Для локальной подсветки используются источники направленного света с узким углом рассеивания. Их монтируют на фасад и располагают так, чтобы световые потоки не перекрывали друг друга.
- **Фоновая.** Это один из наиболее сложных, но эффективных приемов архитектурного освещения, когда формы здания проявляются за счет освещения фона.

Для создания нужного эффекта светотехника устанавливается за объектом, а световой поток направляется на фасады сооружения таким образом, что создается впечатление некой пустоты.

Фоновая подсветка зданий создает уникальный световой эффект – сооружение появляется из темноты, а другие объекты вокруг него отсутствуют. Особенно эффектно смотрится на зданиях с колоннами.

Может служить основой, на которую будет нанесена более яркая подсветка.

- **Динамическая.** Представляет собой уникальный монохромный или разноцветный светодизайн. Для создания анимированного, постоянно меняющегося декоративного освещения используется комплекс осветительных элементов с программируемым управлением и управляющее оборудование.

Динамическая подсветка используется в тех случаях, когда требуется привлечь к объекту максимум внимания. Чаще всего применяется

для декорирования фасадов торговых-развлекательных центров, ресторанов, ночных клубов, спортивных комплексов и других зданий (даже исторических) во время проведения культурно-массовых мероприятий.

Освещение фасадов должно быть энергоэффективным, безопасным и достаточно комфортным для окружающих. Каждый светодизайнер должен соблюдать эти требования. Поэтому, прежде чем приступить к монтажу осветительного оборудования, необходимо выполнить большой объем проектных работ, тщательно продумать расположение источников света и направление световых потоков.

В архитектурном освещении широко используется технология настраиваемого белого цвета Tunable White. Применение светильников в таком исполнении позволяет получить сразу

несколько режимов и концепций освещения одного фасада.

Регулирование интенсивности холодного и теплого свечения светоизлучающих диодов дает возможность комбинировать цветовое оформление архитектурной подсветки в зависимости от времени суток, погодных условий и сезона.

Значительную долю энергопотребления современных городов составляют затраты энергии на освещение. Это освещение помещений, улиц, парков, зон отдыха, архитектурная подсветка городских объектов и световая реклама. Расход электроэнергии можно снизить за счет применения энергосберегающих осветительных приборов и «умных» технологий. Благодаря комплексному подходу решается основная задача освещения, а энергия не растрачивается впустую.



# Энергоэффективные решения в светотехнике

Тема сегодняшнего круглого стола – «Энергоэффективные решения в светотехнике».

На наши вопросы о том, что происходит в отрасли в этом направлении, отвечают наши сегодняшние эксперты. Какие существуют проблемы, на какие решения обратить внимание, что важно знать потребителям светотехники...

На наши вопросы отвечали:

**Алексей Юсупов**, руководитель направления светодиодных светильников TM LEDeo и систем управления освещением ООО «ТСН-электро»

**Игорь Моравский**, руководитель отдела продаж энергосервисных контрактов компании FAROS LED

**Кирилл Седых**, заместитель директора по маркетингу ООО «АЛБ»

**Олег Шевцов**, генеральный директор АО «Трансэнерком»

**Александр Гончаров**, руководитель светотехнического отдела ООО «Арлайт Рус» (Arlight)

**Евгений Алексеев**, технический директор ПАО «Европейская Электротехника»

**Александр Карев**, директор по науке компании «Световые Технологии»



**Алексей Юсупов**,  
руководитель направле-  
ния светодиодных  
светильников  
TM LEDeo и систем  
управления  
освещением ООО  
«ТСН-электро»



**Игорь Моравский**,  
руководитель  
отдела продаж  
энергосервисных  
контрактов компании  
FAROS LED



**Кирилл Седых**,  
заместитель  
директора  
по маркетингу  
ООО «АЛБ»



**Олег Шевцов**,  
генеральный директор  
АО «Трансэнерком»



**Александр Гончаров**,  
руководитель  
светотехнического  
отдела ООО  
«Арлайт Рус» (Arlight)

– *Что сегодня происходит в сфере энергоэффективных решений в светотехнике?*

**Алексей Юсупов:** Практически ни один проект не обходится без автоматизированных систем управления освещением. Время простой замены неэффективных источников света (ртутных и люминесцентных) на светодиодные ушло в прошлое. Клиенты формируют четкую задачу: полный контроль параметров энергоэффективности с возможностью расширения или внесения изменений в систему освещения при эксплуатации.

**Игорь Моравский:** В 2009 году Правительством РФ был принят ряд законов, направленных на разработку и внедрение комплексных мер по энергосбережению различных ресурсов. Исполнение данных норм должно и способно применяться в любой сфере жизнедеятельности человека и, более того, планомерно и существенно повышать качество этой жизни.

**Кирилл Седых:** В настоящий момент на рынке светотехники все чаще заказчик выбирает рациональные решения, которые обеспечивают необходимое качество освещения и низкое электропотребление, при этом цена остается важным критерием выбора. Важно отметить, что развитие законодательной и нормативной базы повышает требования к светотехническому оборудованию, в том числе повышаются требования к эффективности.

Так при реализации энергосервисных контрактов сейчас востребованы высокоэффективные и экономически целесообразные решения. Чаще всего это проекты модернизации освещения улиц городов и крупных промышленных предприятий, срок окупаемости которых составляет пять-семь лет.

Для реализации таких проектов одинаково важны энергоэффектив-



**Евгений Алексеев**,  
технический директор  
ПАО «Европейская  
Электротехника»



**Александр Карев**,  
директор по науке  
компании  
«Световые Технологии»

ность, надежность и оптимальная стоимость оборудования. Это позволит достичь реальной экономии электроэнергии, которая окупает затраты на модернизацию системы освещения. Если при выборе оборудования пренебрегать одним из этих параметров, условия энергосервисного контракта могут быть не выполнены.

Высокие требования к эффективности предъявляются в промышленном освещении.

При строительстве новых производственно-логистических комплексов для собственных нужд бизнесу важно снизить общую стоимость владения на протяжении 5-10 лет, это позволит достичь минимальных сроков окупаемости. В этом случае также важны энергоэффективность, надежность и оптимальная стоимость светотехнического оборудования.

При заключении крупных сделок на аренду производственно-логистических комплексов арендаторы предъявляют требования к освещенности помещений и эффективности освещения, что побуждает к модернизации систем освещения.

Также хочется отметить, что при реализации любого светотехнического проекта необходимо производить инженерные расчеты освещенности, это позволяет учитывать особенности объектов, оптические преимущества современных светодиодных светильников и, главное, достичь наибольшей энергоэффективности.

**Александр Гончаров:** На сегодняшний момент запрос потребителя к рынку светотехники – получить не просто эффективные решения, характеризующиеся только лишь большим световым потоком на единицу мощности. В свою очередь рынок должен предложить готовые проектные решения на основе светотехнического оборудования, отвечающие требованиям качества, эргономики и комфорта. Рынку важно показать, что на основе оборудования можно создавать не только энергоэффективные решения, но и решения, которые соответствуют требованиям комфортной световой среды.

Развитие светодиодных технологий дало толчок для становления этого яркого направления, бурный рост которого можно отнести к периоду начиная с 2010 года. Светодиоды нашли применение там, где раньше не было освещения, что побудило к решению множества проблем в архитектуре и светотехнике.

**Александр Карев:** Российская светотехника принимает все инновационные решения, позволяющие повысить энергоэффективность осветительных установок, с чувством глубокого удовлетворения. Данные решения позволяют конечному пользователю достичь экономии средств при эксплуатации осветительного оборудования и направить образовавшиеся излишки на закупку, например, дополнительного количества новых осветительных приборов.

– *Какие тренды в этом направлении вы могли бы отметить?*

**Алексей Юсупов:** Современная энергоэффективная система управле-

ния освещением позволяет на своей базе, помимо контроля за такими параметрами, как: потребляемая мощность, время работы светильников, освещенность помещений, дополнительно обеспечить контроль за качеством воздуха, температурой, несанкционированным доступом в помещение. Это становится возрастающим и устойчивым трендом в новых проектах.

**Олег Шевцов:** Трендами в сегменте освещения являются умное управление подачей электроэнергии и проектное освещение зданий, помогающие создавать оригинальные архитектурные концепции в городах. В 2021 году в России около 40% систем освещения были заменены на светодиодные, что говорит о высоком уровне спроса на энергосберегающие технологии в светотехнике. В 2022 году спрос на LED-лампы и светильники будет увеличиваться за счет долгого срока службы светодиодов. Ожидается, что в ближайшие годы осветительные приборы будут дополняться умными датчиками для контроля потребления электроэнергии, а основными заказчиками энергоэффективной светотехники станут поставщики продукции и услуг для коммерческого, жилого, уличного и промышленного освещения.

**Александр Гончаров:** На сегодняшний момент к основным трендам энергоэффективных решений в светотехнике можно отнести следующие направления:

1. Биодинамическое освещение.
2. Автоматизированные «умные» системы управления освещением.
3. Освещение фасадов зданий и других сооружений при помощи проекционных систем освещения.

**Евгений Алексеев:** Есть федеральный закон об энергосбережении и повышении энергоэффективности, и в самом названии этого закона заложены два основных момента.

Энергосбережение – это комплекс мероприятий, позволяющий достичь определенных результатов и повышения энергоэффективности. Это второй важный фактор, и их нужно рассматривать отдельно. Критерий энергоэффективности вытекает из этой формулировки. В каких-то случаях нужно обеспечить наименьшие затраты энергоресурсов – первый критерий энергоэффективности. Он реально есть и работает. Второй критерий, вторая часть закона: достижение наибольшего результата деятельности без излишнего перерасхода энергоресурсов или при фиксированных затратах. Иными словами, второй критерий определяет достижение наибольшей производительности труда, наибольшей эффективности целевых показателей работы

предприятий без излишней траты энергоресурсов.

Если посмотреть, как современная светотехника откликается на достижения максимальных показателей этих критериев, можно выделить следующие тренды.

О чем традиционно говорят в первую очередь: достижение максимальной эффективности светильников либо систем освещения. Точнее, светильников, потому что говорят о достижении максимальной величины лм/Вт. То есть подать какую-то определенную мощность и получить наибольшее значение светового потока при этой фиксированной мощности. Да, это так. Но при этом, если рассматривать только этот показатель, мы теряем очень важные вещи. У светильника может быть очень высокий КПД, но при этом не будут достигаться цели освещения либо производительность труда будет снижаться. Поэтому лм/Вт – это не единственный показатель, и оценивать светильники, энергоэффективные они или нет, – это абсолютно неправильно.

Следующий показатель – применяется или нет система управления освещением. На сегодняшнем этапе это очень важный фактор, без системы управления невозможно всерьез говорить о достижении какой-то энергоэффективности. Светодиоды – это цифровой источник света. Им легко управлять, и современная светотехника фактически неотделима от системы управления освещением. И у нас многие объекты начинаются с того, что мы понимаем, какая целесообразная система управления освещением на этом объекте, разрабатываем протоколы, регламенты, а потом уже подбираем то световое оборудование, которое оптимальным образом подходит для выбранной системы управления.

Это второй тренд, который сегодня проявляется четко, отчетливо, и большинство объектов нашей компании выполняются вот так комплексно.

Следующий тренд, который на каких-то объектах более выражен, на каких-то – менее явно, но он существует. Если есть естественное освещение на современных (я подчеркиваю, на современных) промышленных предприятиях, это часто закладывается в конструкции здания. Какие-то атриумы, верхний свет, зенитные окна, фонари и так далее, то есть остекление в верхней части здания, которое пропускает естественный солнечный свет. Это система управления, которая обязана учитывать наличие этого естественного света. Больше естественного света датчики освещенности обрабатывают и снижают световой поток на светильниках, либо выключают часть светильников, либо совсем их выключают.

Всё зависит от той освещенности, которую нужно получить, и от конкретных значений естественного света, которые есть на данном объекте.

Следующий тренд – он, на мой взгляд, наиболее важен – при достижении показателей в части производительности труда, потому что снизить затраты на освещение – это, конечно, важная вещь, но это не самоцель. Основной целью для любого производства является повышение производительности труда. Если повышение производительности труда сопровождается при этом снижением расходов на электроэнергию, это и есть оптимальный результат. Поэтому этот тренд и стоит рассматривать на сегодня, на наш взгляд, как основной и двигаться именно в этом направлении.

**Александр Карев:** Новое направление, реально определяющее прогресс в этом направлении, – цифровизация и информационные технологии. Технологии светодиодного освещения отлично вписываются в современные бизнес-процессы управления, позволяя в конечном итоге повысить производительность сотрудников и рентабельность объекта в целом.

**– Что такое энергоэффективные решения в светотехнике?**

**Олег Шевцов:** Энергоэффективные решения в светотехнике – это комплекс устройств и подходов к обеспечению уличного и внутридомового освещения, позволяющие сэкономить потребительские ресурсы. Самый очевидный пример такого подхода – светильники в подъездах жилых домов, оснащенные датчиками реагирования: когда жильцы дома не используют места общего пользования, свет не включен. Один из эффективных способов энергосбережения в светлое время суток, особенно в тех регионах, где большое количество солнечных дней, – использование трубчатых полых световодов во всех помещениях с низким уровнем естественного освещения. Например, подземные парковки, склады, подземные пешеходные переходы. Трубчатые полые световоды очень востребованы в США и Европе, так как имеют ряд преимуществ перед традиционными светильниками в световом, звуковом и теплотехнических, а также эксплуатационных характеристиках.

**Александр Гончаров:** Энергоэффективные решения – это те решения, которые позволяют экономить электроэнергию. Консультирование по применению светодиодных систем освещения и систем управления на этапе проектирования повышает энергоэффективность.

Стоит отметить, что развитие светодиодных технологий позволило расши-

рить область применения освещения: светодиоды применяются там, где ранее не использовались. Говоря об энергоэффективных решениях, нельзя забывать о сравнительных особенностях других световых приборов на основе «светодиодных» источников света, которые возможно применить в том или ином проекте. Если же сравнивать светодиодные технологии между собой, то применение различных систем управления, например, автоматизированных систем, также позволяет говорить об энергоэффективности.

**Александр Карев:** Светотехника – это очень разнообразная отрасль, работающая на пересечении сотен научных направлений и практических применений. С одной стороны, на каждом сегменте энергоэффективность имеет значение, начиная от производства полупроводниковых структур и заканчивая биомедицинскими аспектами воздействия света на человека и биосферу. С другой стороны, энергоэффективность: ведь основная наша задача – освещать жизнь со вкусом и приносить здоровье и радость! А разве стоит экономить на здоровье и радости?

**– Насколько широко востребованы в России сегодня энергоэффективные решения в светотехнике? В каких отраслях и направлениях деятельности они в первую очередь применяются?**

**Алексей Юсупов:** Перед каждой отраслью промышленности стоит ряд задач. Например, агропромышленная отрасль, производство удобрений и сельхозтехника реализуют внутренние программы по обновлению основного оборудования. Пищевая промышленность работает на замещение ассортимента ушедших брендов. Металлообработка и выпуск металлоконструкций на данный момент максимально обеспечены спросом на свою продукцию. Востребованность товаров российского производства в свою очередь формирует потребность и в модернизации производственных линий с применением энергоэффективных решений.

**Игорь Моравский:** Отечественные промышленные предприятия, используя для собственного освещения газоразрядные лампы устаревшего типа, освещение дорог и федеральных трасс, переосвещение муниципальных объектов (школьные и дошкольные учреждения, больницы) – перечислять этот ряд важных направлений можно до бесконечности, и каждая из этих сфер жизни современного общества имеет острый запрос на качественную светотехническую продукцию.

**Александр Гончаров:** Потребность России в энергоэффективных решениях с каждым годом растет. Востребованы практически все области светотехники: начиная от рекламы и заканчивая решениями на основе систем управления освещением. В России энергоэффективные решения применяются практически во всех сферах деятельности. Можно перечислить следующие: интерьерное освещение жилых помещений, офисов, торговых помещений, экстерьерное освещение (ландшафтное, освещение фасадов, освещение мостов), декоративное освещение.

Стоит отметить, что те характеристики, которыми обладают светодиодные источники света (светотехнические характеристики, характеристики надежности и долговечности), позволяют применять такие энергоэффективные решения практически везде.

**Евгений Алексеев:** Здесь сказать, что да, однозначно на всех объектах они востребованы, нельзя, потому что объекты абсолютно разные и мы сталкиваемся с разными объектами. Если взять, например, склад, то очень востребован этот тип объектов. Точнее даже не склад, а складские комплексы, терминалы. Этот тип объектов очень восприимчив к достижению этих целевых показателей – снижению расходов на электроэнергию и увеличению производительности труда. При этом яркая иллюстрация. Если мы будем увеличивать л/Вт, то мы не достигнем экономии электроэнергии на складе. Есть и другие показатели, которые будут влиять. Например, должна быть правильно подобрана кривая светораспределения. Для того, чтобы не было блескости, должна быть правильная интеграция светильников с датчиками, которые контролируют наличие присутствия людей. Более того, мы столкнулись в своей практике в первый раз с тем, что, когда на складе не было погрузчиков и людей, всё контролировалось с помощью датчиков, погрузо-разгрузка была роботизированная, и нужно было обеспечить освещенность для этих роботизированных комплексов. Очень интересный объект. Такой вызов, по сути дела, для светотехников. Немножко непривычно, ну как блескость – нет людей. Есть роботы, а для них блескость не так критична. Поэтому склады востребованы. Промышленное производство востребовано, энергоэффективность и достижение целевых показателей. Промышленные производства, особенно те, что работают в режиме 24/7, – конечно, важна эта задача, это большие потребители электроэнергии. Особенно если там есть высокие потолки, непрерывное производство, 24/7 режим работы и сложные условия с точки зрения освещения – да, конеч-

но, на этих объектах экономия электроэнергии и решения по повышению энергоэффективности системы управления очень востребованы.

**Александр Карев:** Конечно, мы живем в мире, где правят рациональность и расчет, и, если инновация будет приносить убытки, она не взлетит. А правильно спроектированное энергоэффективное освещение оптимизирует затраты, а то и приносит прибыль, например, в тепличном освещении, где биоэффективный свет реально трансформируется в рубли!

Конечно, освещая аквариум с золотой рыбкой, ставить на первое место энергоэффективность не стоит. Как мы уже отмечали – любовь и радость трудно оценить в рублях. Но вот грамотное освещение гипермаркета может существенно поднять размер среднего чека покупателя, а с другой стороны, снизить расход электроэнергии владельца. Другой пример – наружное освещение! Энергосервисный контракт позволяет городу создать новый светлый облик, мэру – выиграть следующие выборы, жителям – получить комфортную среду, а нам – произвести и продать надежные эффективные осветительные приборы и системы управления!

*– Какие наиболее интересные технические решения в этой сфере сегодня есть?*

**Алексей Юсупов:** Для энергоэффективных решений применяются разнообразные системы управления с настройкой в зависимости от требуемых параметров освещенности, присутствия персонала, наличия дневного света. Интересными и востребованными являются решения с уже проработанными сценариями. Готовые, простые и удобные решения позволяют значительно сократить время на настройку параметров системы освещения и дают возможность использовать ее персоналу с разной квалификацией.

**Игорь Моравский:** Повсеместная и комплексная, всеобъемлющая замена устаревшего люминесцентного/газоразрядного оборудования является наиболее заметным трендом в мире светотехники на данный момент. Потребителю важно не только получить качественное и безопасное освещение с длительным сроком эксплуатации, но и снизить свои длительные финансовые издержки на оплату энергоресурса.

Для достижения максимального экономического и технического эффекта весь рынок светотехнической продукции смотрит в сторону применения светодиодных источников света, дополняя их различными современными

ми модернизационными решениями, такими как: системы управления освещением; датчики, способные самостоятельно регулировать световые потоки и реагировать на изменения внешней окружающей среды (датчики света, движения). Правильно подобранный, настроенный и установленный светотехнический модуль способен существенно снизить затраты на электроэнергию, повысить качество труда и жизни, и при этом иметь гораздо более длительный и положительный экономический эффект, по сравнению с устаревшими системами люминесцентного освещения.

**Александр Гончаров:** Хотелось бы отметить решения, связанные с фитонаправлением. Исследования фитоленты Томского политехнического университета подтверждают фитoeffektivность образцов, показатели которых превышают 2.5 мкмоль/Дж. А спектр излучения универсален для всех стадий роста и развития растений. Наряду с высокой эффективностью исследованная лента является идеальным инструментом для создания компактных облучательных установок различного типа.

Также достойны внимания решения на основе системы управления освещением, которые позволяют без особого труда реализовать такие решения, как светящийся потолок, имитирующий солнечное излучение, или человекоориентированное освещение (Human Centric Lighting). С точки зрения светодизайна все освещение должно быть человекоориентированным, отвечать требованиям эргономики и комфорта, а также способствовать гармоничному психофизическому состоянию человека.

По нашему мнению, освещение должно быть не только человекоориентированным, но и ориентироваться на всю живую природу, включая животных и растения, поэтому правильно говорить о биодинамическом освещении в целом.

**Александр Карев:** Запоминаем «золотой принцип эффективного освещения»: даем свет туда, где он нужен, такой какой нужен и тогда, когда он нужен. Вся палитра современной электроники, цифровых технологий и информатики, включая киберфизические системы, призвана для реализации данного принципа. Это очень интересно!

*– Как обстоят дела с импортозамещением в этой области? Есть ли достойные по качеству и цене предложения от российских производителей?*

**Алексей Юсупов:** Сегодня большинство производителей предлагают

светотехнические решения, полностью аналогичные импортным, которые не всегда отвечают требованиям российской эксплуатации. И только немногие компании выводят на рынок глубоко проработанные решения, максимально адаптированные под применение в России. Те компании, что на шаг впереди, предлагают внедрение цифровой платформы, включающей в себя: светотехническое оборудование, шкафы управления, контроллеры и датчики, а главное – отечественное программное обеспечение с полным функционалом и возможностью работать через облачные сервисы, размещенные в нашей стране.

**Игорь Моравский:** Тема импортозамещения в России сегодня актуальна как никогда, такой запрос остро поставлен и в сфере светотехники. И пока отечественные лаборатории работают в поисках оптимальных решений именно по светодиодам, многие отраслевые компании работают с задачами по частичной или полной локализации производственных процессов и их этапов. Это, например, литье собственных корпусов и других деталей, монтаж плат SMD, запуск в эксплуатацию и техническая модернизация линий производства алюминевых и полимерных изделий, автоматизация работы термoplastавтоматов, покрасочных работ, металлообработки и так далее.

**Александр Гончаров:** Российская Федерация уже много лет является основным стратегическим торговым партнером Беларуси. Так как эти торговые отношения развиваются в рамках Евразийского союза, то целесообразно рассматривать импортозамещение не только российских производителей, но и производителей, входящих в Евразийский союз.

**Евгений Алексеев:** На сегодняшний день, поскольку мы работаем с несколькими крупными производителями светотехники и светильников, я могу сказать из моей практики, что качество нескольких производителей российских нас вполне устраивает. Их продукция ничем не уступает тем иностранным светильникам европейских брендов, которые мы когда-то поставляли, устанавливали. Часто даже превосходят и в плане оптических систем, и в плане ресурса эксплуатационного, и в плане надежности, конечно же. Потому что на сегодня вопрос и энергоэффективного освещения в том числе – это вопрос безопасности и надежности. Если мы уверены в этих параметрах: безопасность, надежность, да, мы можем своему клиенту предлагать такие решения, строить системы освещения на таких светильниках и обеспечивать заранее оговоренные показатели

энергоэффективности и целевые условия для заказчика. Поэтому, что касается датчиков, то все-таки это импортные датчики, которые обеспечивают работу с больших высот, если речь идет о стеллажных складских комплексах и крупных производствах. Что касается системы управления, то здесь никаких проблем с точки зрения использования комплектующих российского производства в принципе нет. Поэтому достойные комплексные системы освещения, которые мы можем предложить, да, они строятся на 80-90 процентов из российских комплектующих.

**Александр Карев:** Была такая шутка: хорошо ли в Одессе с рыбой? Так вот, с рыбой в Одессе хорошо – без рыбы плохо! Так и с импортозамещением! Когда оно работает и российские компании создают достойные по качеству и цене продукты – все отлично.

*– Какие проблемы есть в сфере энергоэффективных технологий в светотехнике и как, на ваш взгляд, их можно решить?*

**Алексей Юсупов:** Стоимость решений остается значительной и создает основной барьер для реализации энергоэффективных решений. Экономия средств наступает с первого дня эксплуатации, но полная окупаемость происходит, как правило, на протяжении трех-пяти лет, в некоторых случаях и больше. Энергосервисные контракты не всегда отвечают интересам заказчиков и порой несут в себе значительное удорожание, если сравнивать с прямой закупкой светотехнического оборудования. Льготное финансирование проектов со стороны кредитных организаций, направленных на энергоэффективность, позволит заказчикам реализовывать наиболее интересные и эффективные проекты.

**Игорь Моравский:** На данный момент одна из основных проблем отрасли светотехники заключается в насыщении рынка некачественными изделиями от таких псевдопроизводителей, которые в желании получить сверхприбыль действуют методами, далекими от принципов честной конкуренции сектора реальной экономики и производства. Конечному потребителю бывает сложно разобратся в обилии предложений, далеко не все из которых являются качественными и надежными. И вообще в технически сложной сфере светотехники потенциальному клиенту без специальных знаний и экспертных консультаций бывает проблематично подобрать оптимальный продукт под свои конкретные цели и потребности.

Как определить, какая продукция является потенциально некачествен-

ной и ненадежной? Есть множество разных методик и правил. Например, если при визуальном осмотре работающих светодиодов вы наблюдаете пульсацию, которая создает эффект мерцания, – это означает, что такой светильник оснащен драйвером с узкой пропускной способностью тока и такое изделие, вероятнее всего, не прослужит долгий срок, быстро выйдет из строя при перепадах напряжения. Крайне малая толщина металла, низкокачественные рассеиватели, дешевый пластиковый корпус, неаккуратная сборка, наличие зазоров, несостыкованных деталей – все эти признаки также с легкостью можно диагностировать визуально и сделать выводы относительно недостаточного качества светильника. Такое изделие не будет исполнять свой функционал на требуемом уровне и, в конечном итоге, не прослужит вам долго.

На сегодняшний день многие комплектующие на светильники поставляются в Россию преимущественно из Китая. И именно китайская промышленность обладает накопленными компетенциями в процессах выращивания весьма качественных и доступных светодиодов. Одна из целей российских компаний в этом направлении – обеспечивать собственными силами и под полную ответственность своего бренда добросовестный и жесткий входной контроль качества комплектующих и их последующей сборки, включая лабораторные испытания и соблюдение всех сертификационных норм.

**Александр Гончаров:** На наш взгляд, одной из важных проблем в сфере энергоэффективных решений является определение класса энергетической эффективности. Исходя из нового европейского стандарта, определение класса энергетической эффективности сводится к определению полезного светового потока, расчет которого опирается на характеристики светового прибора. Но полезный световой поток – это характеристика осветительной установки, а без понимания влияния характеристики помещения на световой поток прибора невозможно рассчитать полезный световой поток! Мы убеждены, что критерий определения класса энергетической эффективности требуют особого внимания светотехнического сообщества, а также необходимо осторожно относиться к европейским рекомендациям при разработке отечественных стандартов.

К сожалению, до сих пор практически все отечественные поставщики светотехники осуществляют маркировку продукции по устаревшему и прекратившему действие

стандарту A+++ , вместо которого уже с 2019 года введен новый стандарт A-G (=A+++), и наша компания одна из немногих, которая осуществляет маркировку своей продукции по новому стандарту.

**Евгений Алексеев:** Конечно, проблемы есть. Они идут от недостаточного опыта у заказчика в применении подобных систем управления освещением. Проблемы идут из-за большого количества светильников на рынке, которые не имеют достаточного ресурса и качества блоков питания, драйверов, особенно сложных и современных драйверов. В которые уже заложены интегрированные решения по автоматическому контролю температуры, что важно для промышленности, где температура при производстве стали может достигать 100 градусов. Есть решения, которые обеспечивают работу светодиодных светильников и при этих высоких температурах. Светодиоды и здесь работают, но нужно правильно выбирать светильники с точки зрения теплового менеджмента, материала корпуса, оптических систем и так далее. Но решения в этой части есть. Это один из примеров. Другой пример – низкие температуры. Здесь светодиоды ведут себя лучше и более предсказуемо, но и тут есть проблемы. Бывает сочетание высоких температур и агрессивных сред. В этих случаях нужны комплексные проверенные решения, которые есть в нашем арсенале. Проблема энергоэффективных решений связана с корректностью исходных данных. Далеко не все производители дают требуемые параметры или дают их честно, и в этом тоже есть проблема.

Иногда нужно заказчику обосновать, чем параметры светильника L90 B70 лучше, чем параметры светильника L80 B30. Другие некоторые специфические параметры, которые не всегда найдешь у каких-то производителей. У нас это сразу вызывает дополнительные вопросы, недоверие.

**Александр Карев:** Хороший вопрос: как можно решить проблемы энергоэффективности? Для каждого они свои, и для начала надо их честно определить, понять, что главное, а чем можно пожертвовать. Например, можно ли жертвовать здоровьем сотрудников? А их производительностью можно? А безопасностью в школьном дворе?

Казалось бы, а при чем здесь энергоэффективность? Да при том, что меньше всего потребляет электроэнергии неработающий осветительный прибор.

Так что проблема решается в уме или сердце каждого homo sapiens индивидуально.

## ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

 <p><b>Союз «Московская торгово-промышленная палата»</b></p> <p>107031, г. Москва, ул. Петровка, д. 15, стр. 1 Тел.: +7 (495) 276-12-19 E-mail: mostpp@mostpp.ru www.mostpp.ru ВКонтакте: vk.com/moscow_tpp Telegram: t.me/MostTTPnews</p>	 <p><b>Союз «Торгово- промышленная палата Воронежской области»</b></p> <p>394018, г. Воронеж, ул. 9 Января, д. 36 Тел.: +7 (473) 212-02-99 Факс: +7 (473) 212-02-99 E-mail: tpp@tppvrn.ru www.voronezh.tpprf.ru www.tppvo.ru ВКонтакте: vk.com/tppvrn</p>	 <p><b>Союз «Торгово- Промышленная Палата Ивановской области»</b></p> <p>153022, РФ, Ивановская область, г. Иваново, ул. Лежневская, 114 Тел.: +7 (4932) 93-62-24 E-mail: tpp-ivanovo@yandex.ru www.ivanovo.tpprf.ru ВКонтакте: vk.com/tpp_ivanovoregion</p>	 <p><b>Союз «Торгово- промышленная палата Калужской области»</b></p> <p>248000, РФ, Калужская область, г. Калуга, площадь Старый Торг, д. 9/10 Тел.: +7 (4842) 27-97-00 E-mail: tpp@tppkaluga.ru www.kaluga.tpprf.ru ВКонтакте: vk.com/tppkaluga Telegram: t.me/tpp40news Youtube: youtube.com/tppko</p>
 <p><b>Союз «Торгово- промышленная палата Ярославской области»</b></p> <p>150000, РФ, Ярославская область, г. Ярославль, Ул. Свободы, д. 62 Тел.: +7 (4852) 32-90-74 Факс: +7 (4852) 45-90-62 E-mail: prestpp@yartpp.ru www.yartpp.ru ВКонтакте: vk.com/yartpp</p>	 <p><b>Союз «Тульская торгово-промышленная палата»</b></p> <p>300012, Тула, ул. Михеева, 17 Тел.: +7 (4872) 25-01-08 E-mail: tula@ccitula.ru www.tula.tpprf.ru ВКонтакте: vk.com/tpptula Telegram: t.me/tpptula</p>	 <p><b>Союз «Ногинская торгово-промышленная палата»</b></p> <p>142403, Московская область, г. Ногинск, Аптечный переулоч, д. 2-А Тел.: +7 (496) 515-93-56 E-mail: sn TPP@mail.ru www.noginsk.tpprf.ru ВКонтакте: vk.com/sntpp2016</p>	 <p><b>Союз «Обнинская торгово- промышленная палата»</b></p> <p>249038, РФ, Калужская область, г. Обнинск, улица Гурьянова, дом 19 Тел.: +7 (48439) 5-74-84 Факс: +7 (48439) 5-74-94 E-mail: tpp@obninsk.ru www.obninsk.tpprf.ru/ru/ ВКонтакте: vk.com/tppobninsk Telegram: t.me/obninskbusiness</p>

## ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

 <p><b>Союз «Кузбасская Торгово- Промышленная Палата»</b></p> <p>650002, г. Кемерово, Сосновый Бульвар, 1, оф. 510 Тел.: +7 (384-2) 777-455 E-mail: kc01@kuztpp.ru www.kuztpp.ru ВКонтакте: vk.com/cdo_ktpp Telegram: t.me/ktpp_press</p>	 <p><b>Центрально-Сибирская Торгово-промышленная палата»</b></p> <p>РФ, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Кирова, д. 26 Тел.: +7 (391) 268-15-85 Факс: +7 (391) 268-16-70 E-mail: cstpp@mail.ru www.krasnoyarsk.tpprf.ru/ru/ ВКонтакте: vk.com/cstpp Telegram: t.me/cstpp</p>	 <p><b>Союз «Торгово- промышленная палата Омской области»</b></p> <p>644007, РФ, Омская область, г. Омск, ул. Герцена, 51-53 Телефон: +7 (3812) 25-43-50 Факс: +7 (3812) 23-45-80 E-mail: omsktp@mail.ru www.omsk.tpprf.ru/ru/ ВКонтакте: vk.com/palataomsk Telegram: t.me/omsktpp</p>	 <p><b>Союз «Торгово- промышленная палата Республики Хакасия»</b></p> <p>655019, РФ, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Советская, д. 45А, а/я 725 Тел.: +7 (3902) 22-65-86 Факс: +7 (3902) 22-72-79 E-mail: tpp19@torgpallata.ru www.khakassia.tpprf.ru</p>
 <p><b>Союз Торгово-промышленная палата Томской области</b></p> <p><b>Союз «Торгово-промышленная палата Томской области»</b></p> <p>634041, РФ, Томская область, г. Томск, Ул. Красноармейская, 71А Тел.: +7 (3822) 278-288 E-mail: mail@tomsktpp.ru www.tomsktpp.ru ВКонтакте: vk.com/tomsktpp Telegram: t.me/tomsktpp</p>	 <p><b>Союз «Торгово-Промышленная Палата Восточной Сибири (Иркутская область)»</b></p> <p>664003, РФ, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, д. 16 Тел.: +7 (3952) 33-50-60 Факс: +7 (3952) 34-37-93 E-mail: info@tppvs.ru www.tppvs.ru ВКонтакте: vk.com/tppvs Одноклассники: ok.ru/roup/55217526997233 Telegram: t.me/tpp_vs</p>	 <p><b>Союз «Новосибирская Городская Торгово-Промышленная Палата»</b></p> <p>630099, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. М. Горького, 79, 10 этаж Телефон: +7 (383) 223-80-20 Факс: +7 (383) 223-80-20 E-mail: info@ngtpp.ru www.ngtpp.ru, www.novosibgor.tpprf.ru/ru/ ВКонтакте: vk.com/ngtpp Telegram: t.me/ngtpp</p>	



**Игорь Маковский:  
«Стратегический  
диалог–2022» помог  
сформировать кадровый  
резерв управленцев  
для энергетической  
отрасли**

**2 ноября завершился пятый заключительный модуль корпоративной образовательной программы ПАО «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье».**

Восемь команд проходили тренинги, работали в группах и разрабатывали проекты по стратегическому развитию компаний. В результате экспертному совету, возглавляемому руководителем энергокомпаний Игорем Маковским, были представлены выпускные квалификационные работы в сфере клиентских сервисов и услуг, повышения внутрикорпоративной эффективности и создания новых продуктовых решений.

Модератором «Стратегического диалога–2022» выступил российский бизнес-тренер, профессор Московской школы управления СКОЛКОВО Андрей Шишаков.

Специального приза генерального директора Обществ Игоря Маковского удостоились сразу два проекта: «Управление эффективностью деятельности мастерских участков» и «Клиент 360». Лучшей разработкой по итогу голосования участников признана инициатива «Микрогрид как сервис».

Ярким моментом мероприятия стало выступление путешественника и писателя Федора Конюхова, рассказавшего собравшимся, как ему удалось «спрессовать время», чтобы покорить столько вершин, и чем ему помогли в этом «амбиции и патриотизм».

Генеральный директор ПАО «Россети Центр» – управляющей организации ПАО «Россети Центр и Приволжье» Игорь Маковский поздравил всех участников с завершением Программы и обозначил вектор дальнейшей работы команды изменений: «Сегодня мы должны напрячь все силы, сформировать единый поток «энергии русского духа», чтобы в эпоху беспрецедентного санкционного давления и ограничений совершить скачок, создать принципиально новые суверенные технологические отрасли, сформировать опережающее развитие экономики компании, отрасли и страны».



## Игорь Маковский и Татьяна Диесперова подписали соглашение о развитии энергоэффективных отечественных технологий

В рамках мероприятий Российской энергетической недели-2022 состоялось подписание соглашения о сотрудничестве для развития энергоэффективных отечественных технологий между ПАО «Россети Центр» и НПК АВТОПРИБОР (<https://t.me/avtopribor>). Подписи в документе поставили генеральные директора предприятий – Игорь Маковский и Татьяна Диесперова.

Примером таких технологий являются силовые трансформаторы среднего класса напряжения с сердечником из аморфной стали. Опытно-промышленную эксплуатацию на электросетевых объектах компаний #Россети-Центр и #РоссетиЦентриПриволжье за 1,5 года прошли 18 таких трансформаторов, теперь инновационное оборудование готово к серийным поставкам. Благодаря применению особой стали и треугольной пространственной конфигурации удалось снизить потери холостого хода более чем на 70%. Применение таких трансформаторов на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных путей снижения технических потерь.

«Для НПК АВТОПРИБОР подписание соглашения с «Россети Центр» – важный шаг на пути развития сотрудничества с одной из крупнейших компаний в электроэнергетической отрасли. Реализация подобных совместных проектов создаёт условия для ускорения серийного выпуска инновационного российского оборудования, которое уже имеет подтвержденный опыт применения и позволяет решать реальные задачи энергетики», – заявила Татьяна Диесперова.

«Мы активно внедряем энергоэффективное оборудование и применяем инновационные технологии для снижения потерь в сетях. Это позволяет решать нашу основную задачу по обеспечению качественного и надежного электроснабжения потребителей в 20 регионах России», – подчеркнул Игорь Маковский.

«Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье» стали отраслевыми лидерами в ESG-рейтингах АК&М по итогам 2021 года

Рейтинговое агентство АК&М подготовило группу ESG-рейтингов российских компаний на основании отчетности по итогам деятельности за 2021 год.

ПАО «Россети Центр» и ПАО «Россети Центр и Приволжье» заняли 1 и 6 место соответственно в рейтинге Ответ-

ственности перед обществом в категории «Энергосети».

Общества также вошли в топ-5 рейтинга «Социальной эффективности среди крупнейших российских компаний электросетевого сектора».

Готовность заботиться об окружающей среде отражена в рейтинге «Углеродного следа», в котором участвовала 31 крупнейшая российская компания. Энергетические Общества стали лидерами рейтинга, показав наименьший удельный выброс парниковых газов в атмосферу и заняв второе и третье место.

По результатам исследования по вырубке, проведенного среди 300 крупнейших российских компаний, отчетность ПАО «Россети Центр» и ПАО «Россети Центр и Приволжье» по итогам 2021 года получила рейтинг RESG 2 – высокий уровень раскрытия информации об устойчивом развитии, набрав 76,8 и 78,8 балла соответственно.

«Лидирующее положение в рейтинге свидетельствует о следовании нашей компании принципам устойчивого развития. Мы добиваемся весомых результатов в обеспечении надежности и доступности электроснабжения для потребителей, повышении энергоэффективности, безопасности персонала, защите окружающей среды и борьбе с изменением климата. Наряду с этим мы содействуем экономическому росту и созданию современной инфраструктуры в 20 субъектах Российской Федерации на благо их жителей», – отметил генеральный директор ПАО «Россети Центр» и ПАО «Россети Центр и Приволжье» Игорь Маковский.

Виталий Хоценко и Игорь Маковский отметили высокие результаты работы группировки быстрого развертывания «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье»

Генеральный директор ПАО «Россети Центр» Игорь Маковский принял участие в заседании Штаба по вопросам

подготовки энергокомплекса Херсонской области к работе в осенне-зимний период, которое прошло в Администрации города Мариуполя. Отмечалось, что энергетики выполняют все поставленные перед ними задачи в кратчайшие сроки. Особую признательность со стороны руководства региона получили действия сотрудников ГБР по подключению к сетям 318 многоквартирных и 2600 индивидуальных жилых домов, где проживают более 84 000 человек.

В продолжение работы на территории лагеря группировки быстрого развертывания «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье» глава энергокомпаний и председатель Правительства Донецкой Народной Республики Виталий Хоценко в рамках торжественной пересменки членов ГБР вручили награды наиболее отличившимся сотрудникам Обществ.

За значительный личный вклад в обеспечение жизнедеятельности населения и восстановление объектов инфраструктуры электроэнергетики на территории города Мариуполя Почетной грамотой Правительства ДНР были награждены семь сотрудников. Корпоративный Знак отличия «За отличие и профессионализм, проявленные при реализации специального инфраструктурного проекта» получили 10 работников. Почетной грамоты ПАО «Россети Центр» удостоились 16 человек.

«Мужество энергетиков, их самоотверженный труд в непростых условиях повышенных рисков можно назвать действительно героическими, хотя и неотъемлемыми чертами нашей профессии. Мы выполняем все поставленные перед нами задачи качественно и в сжатые сроки, важнейшие производственные площадки запитаны, а значит – работают социально значимые объекты и в домах жителей региона горит свет. Это и есть наша основная цель, ради которой мы продолжим трудиться несмотря ни на что», – подчеркнул Игорь Маковский.



# Обзор электроэнергетики Центрального федерального округа

Евгений Кузнецов

Несмотря на то, что ЦФО не обладает значительными природными ресурсами, макрорегион занимает лидирующие позиции среди федеральных округов по основным показателям социально-экономического развития.

Здесь развиты машино- и авиастроение, ракетно-космическая и химическая промышленность, металлообработка, разные отрасли ВПК, сельское хозяйство, строительная сфера, ритейл и некоторые отрасли легкой промышленности.

Специализация округа во многом обусловлена мощным производственно-техническим потенциалом, наличием квалифицированных специалистов и развитой электроэнергетической инфраструктурой, поскольку именно она обеспечивает развитие экономики любого региона.

## Структура энергосистемы ЦФО

Объединенная энергосистема округа состоит из 17 региональных энергетических комплексов, обеспечивающих энергоснабжение потребителей 18 регионов России. Режимом работы этих энергосистем, а также режимом энергосистемы Вологодской области – субъекта, входящего в состав Северо-Западного федерального округа, управляет филиал АО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемы Центра» (ОДУ Центра). Режимы работы энергосистем, действующих на территории ЦФО,

управляют 11 филиалов Системного оператора – региональных диспетчерских управлений.

**Владимирское РДУ.** В управлении и ведении филиала находятся объекты электроэнергетики, расположенные во Владимирской области. Площадь операционной зоны превышает 29 тыс. км<sup>2</sup>, в населенных пунктах проживает более 1,34 млн человек.

По состоянию на 01.01.2022 г. под управлением филиала функционирует одна электростанция установленной электрической мощностью 596 МВт – Владимирская ТЭЦ-2. Предприятие энергетики входит в состав ПАО «Т Плюс». Основная функция тепло-

электроцентрали – генерация и распределение тепловой энергии.

К объектам диспетчеризации Владимирского РДУ также относятся:

- 14 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 123 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- Оборудование 1 энергообъекта класса напряжения 750 кВ;
- Оборудование 1 энергообъекта класса напряжения 500 кВ;
- 13 энергообъектов класса напряжения 220 кВ;
- 86 энергообъектов класса напряжения 110 кВ.

Суммарная установленная трансформаторная мощность питающих центров, расположенных в операционной зоне филиала, составляет 10 436 МВА.

**Воронежское РДУ.** Под оперативным диспетчерским управлением филиала Системного оператора работают объекты энергетики, расположенные на территории Воронежской области. Операционная зона охватывает площадь в 52,2 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает 2,3 млн человек.

По данным АО «СО ЕЭС», в управлении и ведении Воронежского РДУ находятся электростанции суммарной электрической мощностью 4 283,624 МВт. Самыми крупными из них являются:

- Нововоронежская АЭС (3778,283 МВт). Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»;
- Воронежская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 378,3 МВт, тепловая – 1 389,3 Гкал/час);
- Воронежская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 127 МВт, тепловая – 785 Гкал/час).

Обе теплоэлектроцентрали входят в состав ПАО «Квадра».



## Костромское РДУ осуществляет функции

## оперативно-диспетчерского управления объектами

## электроэнергетического комплекса

Наряду с объектами генерации электроэнергетический комплекс Воронежской области также формируют:

- 183 ЛЭП класса напряжения 500-330-220-110 кВ. Их общая протяженность составляет 6 524,398 км;
- 167 трансформаторных подстанций и распределительные устройства электростанций напряжением 500-330-220-110 кВ с суммарной мощностью трансформаторов 13 815,7 МВА.

**Костромское РДУ** осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления объектами электроэнергетического комплекса, которые функционируют в составе энергосистем Костромской и Ивановской областей. Площадь операционной зоны составляет 81,5 тыс. км<sup>2</sup>. На территории двух субъектов РФ проживает 1,63 млн человек.

Как следует из данных, опубликованных АО «СО ЕЭС», в управлении и ведении филиала находятся электростанции установленной генерирующей мощностью 4 767,764 МВт (доля энергосистемы Костромской области составляет 3 845,764 МВт). В число самых крупных из них входят:

- Костромская ГРЭС (электрическая мощность 3 600 МВт, тепловая – 450 Гкал/час). Входит в состав Группы Интер РАО;
- Ивановские ПГУ (электрическая мощность 325 МВт, тепловая – 79,1 Гкал/час). Входит в состав АО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- Ивановская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 200 МВт, тепловая – 943,1 Гкал/час). Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»;
- Ивановская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 330 МВт, тепловая – 876 Гкал/час). Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс».

В зоне операционной деятельности Костромского РДУ находятся:

- 213 ЛЭП класса напряжения 110-500 кВ общей протяженностью 6 421,411 км;
- 164 трансформаторных подстанций и распределительные устройства электростанций напряжением 110-500 кВ. Суммарная мощность

трансформаторов составляет 15 784,3 МВА.

**Курское РДУ.** Под оперативно-диспетчерским управлением Курского филиала Системного оператора функционируют энергообъекты, расположенные на территории трех субъектов Российской Федерации – Курской, Орловской и Белгородской областей. Опе-

рационная зона расположена на площади 81,6 тыс. км<sup>2</sup> с населением 3,41 млн человек.

В управлении и ведении филиала находятся электростанции установленной мощностью 3 893,25 МВт. Основной объект генерации – филиал АО «Концерн Росэнергоатом» Курская АЭС (3 000 МВт). 25 июля 2022 года был зафиксирован значимый производственный показатель в истории ее эксплуатации – с момента пуска, который состоялся 19 декабря 1976 года, станция выработала 1 трлн кВт\*ч электроэнергии.

Такого количества достаточно, чтобы обеспечивать электричеством 22 млн человек в течение 45 лет. Выработка Курской АЭС позволила не допустить выбросы парниковых газов в атмосферу в объеме около 500 млн тонн (в эквиваленте CO<sub>2</sub>).

Электроэнергетическую инфраструктуру в зоне операционной деятельности Курского РДУ формируют:



- 257 ЛЭП класса напряжения 110-750 кВ суммарной протяженностью 9 276,451 км;
- 260 трансформаторных подстанций и распределительное устройство электростанций класса напряжения 110 кВ и выше. Общая мощность трансформаторов составляет 25 027,8 МВА.

**Липецкое РДУ.** Филиал АО «СО ЕЭС» осуществляет оперативно-диспетчерское управление энергообъектами, которые обеспечивают энергоснабжение потребителей Липецкой и Тамбовской областей. Территория двух субъектов Российской Федерации составляет 58,8 тыс. км<sup>2</sup>. В операционной зоне Липецкого РДУ проживает более 2,1 млн человек.

В управлении и ведении филиала Системного оператора находятся объекты генерации суммарной установленной мощностью 1 415,6 МВт. Список самых крупных из них возглавляют:

- Липецкая ТЭЦ-2 (электрическая мощность 515 МВт, тепловая – 1 002 Гкал/час). Теплоэлектроцентр входит в состав ПАО «Квадра» (Филиал «Липецкая генерация»);
- Тамбовская ТЭЦ (электрическая мощность 235 МВт, тепловая – 947 Гкал/час). Электростанция входит в состав ПАО «Квадра» (Филиал «Тамбовская генерация»).

Электроэнергетический комплекс Липецкой области также формируют:

- 208 ЛЭП класса напряжения 110-500 кВ;
- 110 трансформаторных подстанций и распределительные устройства объектов генерации класса напряжения 110-500 кВ с суммарной мощностью трансформаторов 14 234,9 МВА.

## Московское РДУ выполняет функции диспетчерского управления объектами электроэнергетики, которые расположены на территории Москвы и Московской области

В электроэнергетический комплекс Тамбовской энергосистемы входят:

- 89 ЛЭП класса напряжения 110-500 кВ;
- 67 трансформаторных подстанций и распределительные устройства электростанций класса напряжения 110-500 кВ. Суммарная мощность трансформаторов составляет 4 758,4 МВА.

**Московское РДУ** выполняет функции диспетчерского управления объектами электроэнергетики, которые расположены на территории Москвы и Московской области. В операционной зоне площадью 46,95 тыс. км проживает 20,3 млн человек.

По данным Системного оператора, электроэнергетический комплекс Москвы и Московской области образуют:

- 50 объектов генерации суммарной установленной мощностью 15 948 МВт (оборудование, которое входит в зону операционной деятельности Московского РДУ, находится на 22 электростанциях);
- 581 подстанция класса напряжения 110-750 кВ (оборудование, относящееся к объектам диспетчеризации филиала, расположено на 404 центрах питания);

- 1 061 ЛЭП класса напряжения 110-750 кВ.

В число самых крупных электростанций Московской энергосистемы входят:

- Загорская ГАЭС (установленная мощность 1 200 МВт). Филиал ПАО «РусГидро»;
- Шатурская ГРЭС (электрическая мощность 1 500 МВт, тепловая – 344,3 Гкал/час). Филиал ПАО «Юнипро»;
- ТЭЦ-20 (электрическая мощность 1 110 МВт, тепловая – 2 557 Гкал/час). Предприятие обеспечивает электрической и тепловой энергией несколько районов юго-запада и центра столицы;
- ТЭЦ-21 (электрическая мощность 1 765 МВт, тепловая – 4 918 Гкал/час). Предприятие расположено на северо-западе Москвы. Является крупнейшим производителем тепловой энергии в Европе;
- ТЭЦ-22 (электрическая мощность 1 070 МВт, тепловая – 3 276 Гкал/час). Теплоэлектроцентр вырабатывает электричество и тепловую энергию для юго-восточных районов Москвы, г. Дзержинского и части населенных пунктов Люберецкого района. Обеспечивает паром Московский нефтеперерабатывающий завод и предприятия Люберецкого района;
- ТЭЦ-23 (электрическая мощность 1 420 МВт, тепловая – 4 530 Гкал/час). Крупнейшая электростанция на территории столицы. Генерирует тепловую и электрическую энергию для Восточного и Центрального административных округов Москвы с населением более 2 млн человек;
- ТЭЦ-25 (электрическая мощность 1 370 МВт, тепловая – 4 088 Гкал/час). Энергообъект обеспечивает электричеством и теплом промышленные предприятия, жилые дома и объекты социальной инфраструктуры запада и юго-запада Москвы;
- ТЭЦ-26 (электрическая мощность 1 840,9 МВт, тепловая – 4 214 Гкал/час). Обеспечивает централизованное теплоснабжение промышленных предприятий, общественных зданий и жилых домов в районах Чертаново,



Ясенево, Бирюлево, Марьино с населением более 2 млн человек;

- ТЭЦ-27 (электрическая мощность 1 060 МВт, тепловая – 1 876 Гкал/час). Электростанция обеспечивает выработку тепла и электрической энергии для более 1 млн потребителей Северного и Северо-Восточного округов столицы, а также города Мытищи.

Все описанные выше теплоэлектроцентрали являются филиалами ПАО «Мосэнерго».

**Рязанское РДУ.** Под оперативно-диспетчерским управлением филиала Системного оператора функционирует энергосистема Рязанской области. Операционная зона расположена на территории площадью 39,6 тыс. км с населением более 1,1 млн человек.

В управлении и ведении Рязанского РДУ находятся электростанции установленной мощностью 3 719,083 МВт. Самые крупные из них:

- Рязанская ГРЭС (электрическая мощность 3 024 МВт, тепловая – 180 Гкал/час). Филиал ПАО «ОГК-2»;
- ГРЭС-24 (электрическая мощность 310 МВт, тепловая – 32,5 Гкал/час). Организационно энергообъект входит в состав Рязанской ГРЭС;
- Ново-Рязанская ТЭЦ (электрическая мощность 429,92 МВт, тепловая – 1 385,26 Гкал/час). Рязанский филиал ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ».

В состав электроэнергетического комплекса Рязанской области также входят:

- 173 ЛЭП класса напряжения 110-500 кВ;
- 122 трансформаторные подстанции и распределительные устройства объектов генерации класса напряжения 110-500 кВ. Суммарная мощность трансформаторов составляет 7 656 МВА.

**Смоленское РДУ** осуществляет диспетчерское управление режимом работы объектов генерации и электросетевого комплекса на территории Смоленской, Брянской и Калужской областей. Территория операционной зоны расположена на площади 114,5 тыс. км<sup>2</sup> с населением 3,1 млн человек.

По данным Системного оператора, в операционной зоне Смоленского РДУ функционируют объекты генерации установленной мощностью 4 160,281 МВт. В число наиболее крупных из них входят:

- Смоленская АЭС (электрическая мощность 3 000 МВт). Филиал ПО «Концерн Росэнергоатом»;
- Смоленская ГРЭС (электрическая мощность 630 МВт, тепловая – 66 Гкал/час). Филиал ПАО «Юнипро»;
- Смоленская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 275 МВт, тепловая – 774 Гкал/час). Филиал ПАО «Квадра» – «Смоленская генерация»;

- Дорогобужская ТЭЦ (электрическая мощность 90 МВт, тепловая – 242,2 Гкал/час).

Также в операционной зоне Смоленского филиала Системного оператора функционируют:

- 4 ЛЭП класса напряжения 750 кВ;
- 7 ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- 11 ЛЭП класса напряжения 330 кВ;
- 52 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 221 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- Трансформаторные подстанции и распределительные устройства объектов генерации с суммарной мощностью трансформаторов 28 276,5 МВА.

**Тверское РДУ** осуществляет оперативно-диспетчерское управление работой объектов электроэнергетики, функционирующих в составе энергетического комплекса Тверской области. Территория операционной зоны филиала расположена на площа-

ди 84,2 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает 1,2 млн человек.

В управлении и ведении Тверского РДУ находятся электростанции суммарной мощностью 6 797,6 МВт. Список самых крупных из них возглавляют:

- Калининская АЭС (электрическая мощность 4 000 МВт). Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»;
- Конаковская ГРЭС (электрическая мощность 2 520 МВт, тепловая – 120 Гкал/час). Собственник электростанции ПАО «Энел Россия»;
- Тверская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 11 МВт, тепловая – 104 Гкал/час);
- Тверская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 170 МВт, тепловая – 694 Гкал/час);
- Тверская ТЭЦ-4 (электрическая мощность 88 МВт, тепловая – 620 Гкал/час).



Все теплоэлектроцентрали, о которых сказано выше, входят в состав ООО «Тверская генерация».

По отчетным данным к объектам диспетчеризации Тверского филиала Системного оператора также относятся:

- 184 ЛЭП класса напряжения 110-750 кВ;
- 144 трансформаторные подстанции и распределительные устройства объектов генерации с суммарной мощностью трансформаторов (без учета мощности блочных трансформаторов электростанций) 10 251,6 МВА.

**Тулское РДУ.** В диспетчерском подчинении филиала находятся энергообъекты, функционирующие в энергосистеме Тульской области. Площадь операционной зоны составляет 25,679 тыс. км<sup>2</sup>, на ее территории проживает более 1,5 млн человек.

Под управлением Тульского РДУ тепловую и электрическую энергию вырабатывают электростанции суммарной мощностью 1 639,208 МВт. Наиболее крупные из них:

- Черепетская ГРЭС (электрическая мощность 450 МВт, тепловая – 172 Гкал/час). Филиал АО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- Новомосковская ГРЭС (электрическая мощность 233,7 МВт, тепловая – 302,4 Гкал/час). Производственное подразделение филиала ПАО «Квадра» – «Центральная генерация»;
- Алексинская ТЭЦ (электрическая мощность 165,2 МВт, тепловая – 231 Гкал/час). Филиал ПАО «Квадра»;
- Ефремовская ТЭЦ (электрическая мощность 135 МВт, тепловая – 436 Гкал/час). Собственником энергообъекта является ПАО «Квадра»;
- Щёкинская ГРЭС (суммарная электрическая мощность 1 065 МВт).

Принадлежит ООО «Щёкинская ГРЭС»;

- ТЭЦ АО «Тулачермет» (электрическая мощность 101,5 МВт, тепловая – 492 Гкал/час);
- Первомайская ТЭЦ (электрическая мощность 125 МВт, тепловая – 674 Гкал/час). Собственник электростанции – ООО «Щёкиноазот».

К объектам диспетчеризации Тульского РДУ также относятся:

- 225 ЛЭП класса напряжения 110-220 кВ;
- 149 трансформаторных подстанций класса напряжения 110-220 кВ. Суммарная мощность трансформаторов составляет 11 206,6308 МВА.

**Ярославское РДУ.** В оперативно-диспетчерском подчинении филиала находятся энергообъекты, расположенные на территории Ярославской области. Площадь операционной зоны составляет 36,177 тыс. км<sup>2</sup>, в городах и населенных пунктах проживает более 1,2 млн чел.

В управлении и ведении Ярославского РДУ находятся электростанции суммарной мощностью 1 586,989 МВт. Наиболее крупными из них являются:

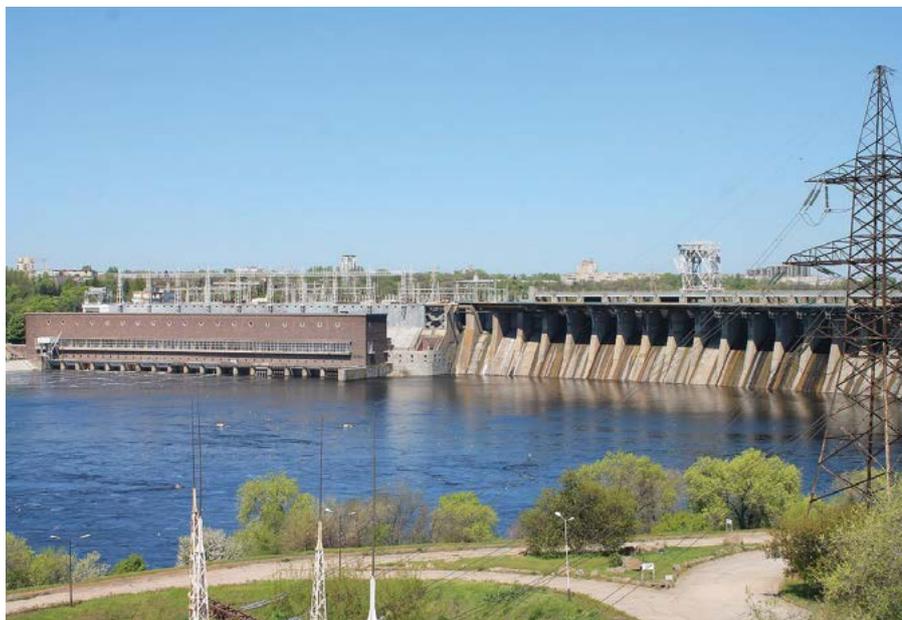
- Ярославская ТЭС (электрическая мощность 463,9 МВт, тепловая – 295,7 Гкал/час). Энергообъект принадлежит ООО «Хуадянь-Тенинская ТЭЦ», 49% акций которого владеет ПАО «ТГК-2», 51% принадлежит китайской корпорации Хуадянь;
- Ярославская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 245 МВт, тепловая – 900 Гкал/час). Объект генерации является обособленным подразделением Главного управления ПАО «ТГК-2» по Ярославской области;
- Ярославская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 2602 МВт, тепловая – 1 308 Гкал/час). Собственник объекта – ПАО «ТГК-2»;
- Рыбинская ГЭС (электрическая мощность 386,4 МВт);
- Угличская ГЭС (электрическая мощность 120 МВт).

Собственником гидроэлектростанций (за исключением судоходных шлюзов) является ПАО «РусГидро».

По отчетным данным к объектам диспетчеризации Ярославского РДУ также относятся:

- 35 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 112 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 104 трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций класса напряжения 110 и 220 кВ с суммарной мощностью трансформаторов 6 562 МВА.

В зоне операционной деятельности ОДУ Центра функционируют электростанции трех типов: тепловые, гидро- и атомные. По данным АО «СО ЕЭС», на 01.01.2022 г. на долю тепловой энергетики в структуре установленной



мощности ОЭС Центра приходилось 34 610,8 МВт (68,95%).

Отличительной особенностью ОЭС Центра эксперты называют самую высокую в ЕЭС России удельную долю атомной энергетики в структуре генерирующей мощности. На 01.01.2022 г. суммарная мощность АЭС составляла 13 778,28 МВт (27,45%).

Оставшиеся 3,6% (1 810,07 МВт) приходится на установленную мощность ГЭС. Объекты альтернативной энергетики в ОЭС Центра отсутствуют.

Энергетический комплекс Центрального федерального округа граничит с объединенными энергетическими системами Средней Волги, Урала, Северо-Запада и Юга. Также налажены электрические связи с энергосистемами Беларуси и Украины.

## Энергосистема ЦФО в 2021 году

**Изменение установленной мощности.** По данным АО «СО ЕЭС», на 01.01.2021 г. суммарная установленная мощность электростанций, функционирующих в составе энергетического комплекса округа, составляла 50 302,89 МВт. В течение года этот показатель снизился на 1 517,73 МВт и по состоянию на 01.01.2022 г. составил 48 785,16 МВт.

В 2021 году изменение установленной мощности энергообъектов произошло за счет ввода в работу нового энергооборудования, вывода из эксплуатации устаревших и изношенных агрегатов, перемаркировки действующих генераторов и других уточнений.

**Ввод в эксплуатацию нового энергогенерирующего оборудования.** 30 августа минувшего года в энергосистеме Центрального федерального округа пущена в работу вторая очередь Клиновской ТЭЦ мощностью 13,191 МВт, строительство которой стартовало в 2019 году.

Газопоршневая теплоэлектроцентраль находится в г. Клинцы Брянской области. Станция является основным централизованным объектом теплоснабжения потребителей города (производственных предприятий, жилых и социальных объектов), обеспечивает подачу теплоносителя в паропровод Клиновского хлебокомбината.

Решение о строительстве электростанции было принято в 1928 году с целью обеспечения электроэнергией потребностей текстильной промышленности, которая в то время активно развивалась в регионе. Для этого Клиновскому текстильному тресту был выделен земельный участок у озера Стодольское.

Спустя девять лет проект был реализован. 17 сентября 1937 года состо-

ялся торжественный пуск теплоцентрали в промышленную эксплуатацию. На протяжении долгого времени в качестве основного топлива на ней использовался фрезерный торф, который подвозили по узкоколейной железной дороге. Позже станция была переведена на природный газ.

До сентября 2014 года теплоэлектроцентраль работала под управлением ОАО «Квадра». В октябре ООО «Клинцовская ТЭЦ» перешло в собственность ПАО «ККС-Групп». Новыми владельцами была разработана инвестиционная программа по технической переоснастке энергообъекта на период 2017-2028 годов.

В 2018 году паросиловое оборудование станции было остановлено и демонтировано, а в эксплуатацию введены газопоршневые установки мощностью 10 МВт. В 2021 году пущены в работу

электрогенераторы с газопоршневым двигателем JMS 624 GS-N.L под стандартными номерами 1Г, 2Г, 3Г.

### **Вывод из эксплуатации энергогенерирующего оборудования.**

По данным АО «СО ЕЭС», в 2021 году в энергосистеме ЦФО выведено из эксплуатации морально устаревшее, изношенное и вышедшее из строя оборудование:

- В январе, в рамках масштабного технического перевооружения, на Губкинской ТЭЦ остановлен турбогенератор № 2 с паровой турбиной Р-10-35/1,2, отработавший на станции более 65 лет. Мощность выведенного из эксплуатации оборудования составляет 10 МВт. Теплоэлектроцентраль находится в городе Губкине Белгородской области. Пуск в работу первой очереди состоялся 31 декабря 1954 года.



В настоящее время установленная электрическая мощность станции составляет 24,8 МВт, тепловая – 157,5 Гкал/час.

Выработка Губкинской ТЭЦ обеспечивает более 52% потребности города в тепловой энергии.

- На площадях Елецкой ТЭЦ выведены из эксплуатации парогазовые установки под станционными номерами 1, 2 и 5. Установленная мощность демонтированного генерирующего оборудования составляет 52 МВт.

Теплоэлектроцентральный расположен в городе Елец Липецкой области. В работе находится с 1955 года.

В настоящее время в качестве основного топлива станция использует природный газ. Мазут выполняет функцию резервного. Перевод Елецкой ТЭЦ на газовую систему гене-

рации значительно повысил надежность работы оборудования.

Установленная электрическая мощность энергообъекта составляет 5 МВт, тепловая – 148 Гкал/час. Станция обеспечивает более 50% потребности города в тепловой энергии.

- В 2021 году выведен из строя единственный турбоагрегат ТЭЦ Ефремовского филиала ОАО «Щекиноазот». На блок-станции эксплуатировалась паровая турбина П-6-35/5М мощностью 6 МВт. Паротурбинная электростанция располагается в городе Ефремове Тульской области, строилась для обеспечения электроэнергией производственных мощностей химзавода.
- На ГРЭС-3 им. Р. Э. Классона (входит в состав территориальной генерирующей компании ПАО «Мосэнерго») в рамках поэтапной замены устарев-

шего оборудования на современное, соответствующее самым высоким экологическим стандартам, выведены из эксплуатации и демонтированы несколько агрегатов:

- Три газовые турбины ГТ-100/90 под станционными номерами 1-3. Общая мощность демонтированного оборудования составляет 270 МВт. Газотурбинные установки были введены в эксплуатацию в 1977-1980 гг.;
  - Газовая турбина ГТЭ-160/110 под станционным номером 4. Газотурбинная установка мощностью 110 МВт была пущена в работу в 1990 году;
  - Газовая турбина ГТЭ-160/125 мощностью 125 МВт под станционным номером 5 была в эксплуатации с 1996 года;
  - Паровая турбина ПТ-12-90/10 под станционным номером 7 использовалась для нужд потребителей с 1965 года. Мощность демонтированной паротурбинной установки составляла 9 МВт.

- 19 декабря на Курской АЭС для работы в режиме без генерации остановлен энергоблок № 1 с уран-графитовым реактором РБМК-1000.

Атомная электростанция построена в городе Курчатове Курской области. Пущена в работу в декабре 1976 года. В настоящее время в эксплуатации находятся три энергоблока суммарной мощностью 3000 МВт. По мере исчерпания ресурса реакторов их мощность будет замещена выработкой Курской АЭС-2.

Курская АЭС – это электростанция одноконтурного типа. Пар, который подается на турбины, образуется в самом реакторе в процессе кипения проходящего через него теплоносителя. Функцию теплоносителя выполняет очищенная вода, циркулирующая по замкнутому контуру.

Для охлаждения отработавшего пара в конденсаторах турбин применяется вода из пруда-охладителя. Площадь зеркала водоема составляет 21,5 км<sup>2</sup>. Из-за нехватки твердого топлива на европейской части Советского Союза в 1965 году была утверждена программа по строительству атомных электростанций, в том числе и Курской АЭС. Энергообъект расположен на площадке, которую изначально отводили для возведения ГРЭС.

Станцию строили в две очереди. Первая состояла из энергоблоков № 1 и № 2, вторая – из энергоблоков № 3 и № 4. Энергоблок № 5 третьей очереди, несмотря на высокую степень готовности, находится в стадии консервации.

Строительные работы на площадке, подготовленной для пятого энергоблока, стартовали 1 декабря



## По отчетным данным электростанции, расположенные на территории ЦФО, в 2021 году выработали

### 247 363,059 млн кВт\*ч электроэнергии

1985 года. До середины 2000-х годов строительство несколько раз останавливалось и периодически возобновлялось, а после и вовсе остановилось. В 2011 году специалисты объявили, что для завершения проекта может потребоваться ещё 3,5 года и 45 млрд руб. (без НДС) в ценах 2009 года. Аналитики изучили ситуацию и пришли к выводу, что авторы первоначального проекта недооценили влияние сетевого ограничения, которое делает эксплуатацию пяти энергоблоков экономически необоснованной. В результате, было принято решение,

что в рамках устаревшего проекта энергоблок № 5 достраиваться не будет.

**Выполнение капитального и среднего ремонта энергогенерирующего оборудования.** По данным АО «СО ЕЭС», в 2021 году фактический объем мощности выведенных в капитальный и средний ремонт турбо- и гидроагрегатов электростанций в ОЭС Центра составил 17 639 МВт, что на 92 МВт больше объема, запланированного сводным годовым графиком ремонтов (17 547 МВт).

В течение года выполнен капитальный и средний ремонт энергогенериру-

ющего оборудования общей мощностью 17 279 МВт. Этот показатель на 268 МВт меньше, чем было запланировано ГТР (17 547 МВт).

#### **Сетевое строительство.**

В 2021 году на территории Центрального федерального округа введены в эксплуатацию две линии электропередачи класса напряжения 220 кВ (включая заходы и отпайки):

- 17 сентября в энергосистеме Брянской области введена в работу ВЛ «Белобережская – Брянская»;
- 30 декабря в зоне операционной деятельности Московского РДУ запущена в эксплуатацию КВЛ «Очаково – Говорово II цепь».

**Выработка и потребление электроэнергии.** По отчетным данным, электростанции, расположенные на территории ЦФО, в 2021 году выработали 247 363,059 млн кВт\*ч электроэнергии, что выше факта 2020 года на 26 797,762 млн кВт\*ч (+12%). Электропотребление в минувшем году составило 239 562,366 млн кВт\*ч, что на 6% больше, чем было зафиксировано по итогам 2020 г. (табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Филиалы АО «СО ЕЭС»	Выработка электроэнергии (млн кВт*ч) 2020 г.	Выработка электроэнергии (млн кВт*ч) 2021 г.	Потребление электроэнергии (млн кВт*ч) 2020 г.	Потребление электроэнергии (млн кВт*ч) 2021 г.
1.	Владимирское РДУ	1 930,5	2 468,2	6 779,4	7 219,5
2.	Воронежское РДУ	28 376,6	29 541,2	11 981,2	12 591,8
3.	Костромское РДУ	11 809,925	17 642,887	6 740,752	7 279,01
4.	Курское РДУ	29 493,997	28 495,996	27 306,607	28 127,865
5.	Липецкое РДУ	6 307,0	6 621,9	16 605,1	17 404,6
6.	Московское РДУ	65 726,6	74 749,6	106 233,9	115 484,9
7.	Рязанское РДУ	4 247,231	6 222,2	6 483,07	6 849,0
8.	Смоленское РДУ	24 866,981	26 431,845	17 595,678	18 482,911
9.	Тверское РДУ	35 734,463	42 836,631	7 951,753	8 761,78
10.	Тульское РДУ	5 105,0	5 344,0	10 269,0	10 799,0
11.	Ярославское РДУ	6 967,0	7 008,6	8 051,6	6 562,0
	<b>Всего:</b>	<b>220 565,297</b>	<b>247 363,059</b>	<b>225 998,06</b>	<b>239 562,366</b>

Рост энергопотребления в 2021 г. эксперты объясняют влиянием температурного фактора (понижение среднегодовой температуры в энергосистеме относительно прошлого года составило 1,5 °С) и отсутствием заметного воздействия карантинных мероприятий на фоне масштабного их ввода годом ранее.

По оценкам аналитиков, в 2020 году ограничительные меры по борьбе с COVID-19 привели к резкому спаду экономической активности предприятий во всех отраслях промышленности, что способствовало сокращению спроса на энергоресурсы.

По итогам 2021 года зафиксирован рост потребления электроэнергии на крупных предприятиях металлургии, машиностроения, химической и деревообрабатывающей промышленности,

а также на электрифицированном железнодорожном транспорте.

Кроме того, увеличение энергопотребления способствовало увеличению объемов генерации на энергообъектах ЕЭС России, что неизбежно отразилось на объемах потребления электроэнергии, необходимой для обеспечения собственных, производственных и хозяйственных нужд электростанций.

### Зарубежные газовые турбины поставят на паузу?

Тема импортозамещения для энергетики не нова. Активные шаги в этом направлении были сделаны в 2014 году под влиянием первой волны санкций.

Сегодня она стала еще более актуальной. Новый виток ограничений со стороны Запада воспринимается специалистами как серьезный стимул для ускорения этого процесса.

Объекты топливно-электроэнергетического комплекса относятся к категории критически важных. Это означает, что масштабные нарушения в работе энергообъектов (или полное прекращение их функционирования) могут привести к утрате управления экономической страны, региона или административно-территориальной единицы (АТЕ) субъекта. Кроме того, это может негативно отразиться на безопасности жизнедеятельности населения.

Эксперты отрасли отмечают, что часть оборудования, комплектующих и электроники для российских электростанций и питающих центров производится иностранными компаниями.

Самое слабое звено – это производство газотурбинных установок (ГТУ) большой мощности, комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) высокого напряжения, кабельных муфт для классов напряжения выше 110 кВ, электроники, микропроцессоров и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Раньше всю эту продукцию поставляли зарубежные производители. Сегодня возможности закупать этот товар по прежним логистическим цепочкам практически не осталось.

Российские энергетики оказались в непростой ситуации: они ощущают острый дефицит запчастей и столкнулись с проблемами на этапе сервисного обслуживания, действующего энергооборудования.

Чтобы, по возможности, не вовлекать в процесс генерации энергоблоки на импортном оборудовании, Правительство РФ опубликовало постановление, регулирующее экономии ресурса иностранных газовых турбин. Документ вступил в силу с 1 октября. Планируется, что в режиме экономии российские энергетики будут работать до конца 2023 года.

Экономить ресурс парогазовых турбин (ПГТ) и ГТУ – предполагается просто реже задействовать это оборудование в работе. Генерирующие компании должны будут сообщать Системному оператору о необходимости или отсутствии необходимости экономии ресурса энергоблоков с определенными марками турбин.

В случае когда экономия нужна, к мощности оборудования, при ее поставке на ОРЭМ, ежемесячно будет применяться специальный коэффициент, который рассчитывается с учетом нахождения оборудования в резерве.



## Аналитики подсчитали, что годовой платеж за «простой»

### турбин составит порядка 194 млрд рублей

Платеж будет включать эксплуатационные затраты и возврат капиталовложений. Таким образом, неработающие объекты будут получать практически полную плату за мощность.

Энергоблоки на иностранных турбинах суммарной мощностью почти 23 ГВт были построены в Российской Федерации по договорам поставки мощности, которые гарантируют возвратность инвестиций.

Аналитики подсчитали, что годовой платеж за «простой» турбин составит порядка 194 млрд рублей. Не удивительно, что такой вариант решения насущной проблемы вызвал резко негативную реакцию промышленников, которые предлагают полностью обнулить оплату мощности простаивающих энергоблоков.

Ранее Минпромторг РФ сообщал, что уровень российских производителей турбин, котлов и электромашин позволяет выпускать на территории России практически всю линейку оборудования для энергетики.

В частности, о желании закрыть проблему заявили два крупных машиностроительных холдинга:

- АО «Силовые машины». Предприятие ведет разработку газотурбинных установок большой мощности (ГТЭ-65 и ГТЭ-170), которые будут использоваться для технического перевооружения действующих электростанций и строительства новых энергообъектов;
- АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (речь идет о модели ГТД-110М).

Однако начало производства этих установок запланировано на конец 2024 года, а до того момента, видимо, всё же придется расходовать ресурс более экономно.

Помимо этих направлений импортозамещения в электроэнергетике российским машиностроителям предстоит также освоить выпуск микротурбин, генераторных установок и накопителей электрической энергии.

Работа в этом направлении также уже ведется. Например, ученые МГУ и Сколтеха создали новый материал для натрий-ионных аккумуляторов из...

борщевика. Эти накопители энергии давно привлекают внимание исследователей, поскольку они на 40% дешевле, чем используемые сегодня литий-ионные батареи.

Перспективность технологии обусловлена еще и тем, что натрий более

распространен, чем литий. Кроме того, процессы производства лития и утилизации литий-ионных аккумуляторов небезопасны для экологии.

С натрием таких проблем не возникает. Однако, чтобы перейти на использование этого вещества, необходимо заменить материалы, из которых изготавливаются анод и катод батареи.

В анодах натрий-ионных накопителей присутствует углерод. Его можно производить даже из биомассы. Например, для этого хорошо подходит скорлупа орехов и отходы бумажно-целлюлозного производства. А вот о пользе борщевика никто не задумывался. А оказалось, что он может быть полезен.

Результаты исследований наглядно демонстрируют, что по эффектив-



ности анод из этого растения не уступает лучшим материалам, полученным из других видов сырья. По мере совершенствования технологии такие аккумуляторы могут потеснить на рынке литий-ионные батареи.

Борщевик Сосновского – агрессивное распространяющееся сорное растение, которое обладает способностью вызывать глубокие, долго не заживающие ожоги на коже. В середине XX века борщевик культивировался в СССР в рамках сельскохозяйственного эксперимента: он использовался для приготовления силоса.

Однако вскоре выяснилось, что растение быстро дичает, легко проникает в природные экосистемы, быстро и практически полностью их разрушает. Технология использования борщевика в качестве силосной культуры не прижилась, в отличие от самого растения.

Сегодня им оккупированы берега водоемов, пустыри, полосы отвода дорог, необрабатываемые участки полей, склоны гор, долины рек, лесные поляны и опушки. В России особенно проблемными по распространению борщевика считаются северо-западный и центральный регионы.

### Импортозамещение в сфере высоких технологий

Перед российскими разработчиками коммутационного и серверного оборудования, телемеханики и связи стоит сложная задача. Им необходимо создать технологии, которые позволят заместить решения крупнейших компаний с мировым именем, таких как Siemens, Cisco, Dell и другие.

По оценкам экспертов, в этой сфере ситуация развивается более позитивно. Ряд российских предприятий уже освоил выпуск востребованной продукции. Например,

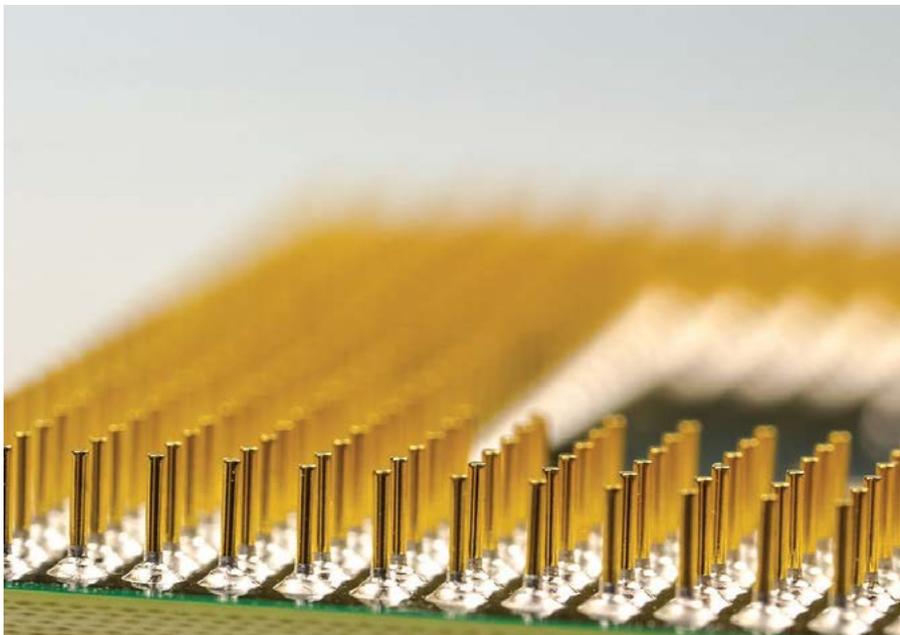
- устройства релейной защиты и автоматики выпускает Научно-производственное объединение автоматики им. академика Н. А. Семихатова – одно из крупнейших предприятий России в области разработки и изготовления систем управления и радиоэлектронной аппаратуры для ракетно-космической техники, а также системы управления для автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности, в том числе и в энергетике;
- АСУ ТП производят АО «Научно-производственный комплекс «Элара» имени Г. А. Ильенко» и Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н. Л. Духова» (ВНИИА) (предприятие входит в структуру ГК «Росатом»);
- производство керамических (фарфоровых) изоляторов для комплектации электроустановок класса напряжения 35-750 кВ налажено на базе гжельского завода «Электроизолятор». Ранее доля импортного оборудования в этом секторе доходила до 100%.

Увеличение доли качественного российского оборудования на рынке электротехники способствует обеспечению безопасности объектов электроэнергетического комплекса России, обеспечивает своевременную реализацию инвестиционных и ремонтных программ, а также создает предпосылки для инновационного развития отрасли в соответствии с вызовами времени.

Еще одним важным направлением импортозамещения отраслевые эксперты называют переход на российские программные продукты. Кроме того, это обязательное условие для госкорпораций.

29 июня 2015 года был принят закон № 188-ФЗ о создании реестра ответственного программного обеспечения, в ноябре опубликовано постановление, которым введено ограничение для госзаказчиков на закупку программных продуктов, которые отсутствуют в реестре. Это напрямую касается энергогенерирующих компаний, большая часть из которых – с государственным участием.

Показательный пример движения в этом направлении – АО «СО ЕЭС», которое отдавало предпочтение российским решениям еще до появления тренда на импортозамещение. На своих объектах Системный оператор занимается тестированием и апробацией как оборудования российского производ-



## Во время подготовки к работе в сложных погодных условиях особое внимание уделяется состоянию трасс и просеков воздушных ЛЭП

ства, так и отечественного программного обеспечения.

Весомый вклад в развитие энергетической, транспортной отрасли и других секторов промышленности России вносит АО «Ангстрем», которое специализируется на производстве микросхем и силовых полупроводниковых приборов.

Компания – резидент особой экономической зоны (ОЭЗ) технико-внедренческого типа «Технополис «Москва». В 2021 году специалисты предприятия разработали около 150 видов электронных изделий. 29 микросхем нового типа уже запущены в производство. Среди них – цифроаналоговые преобразователи, силовые «умные» драйверы, микросхемы обработки сигналов.

Такая электроника используется в системах управления двигателями общественного транспорта, на подстанциях, устанавливается в жидкокристаллические дисплеи приборов учёта электроэнергии и др.

### Подготовка к зиме: работа кипит

По состоянию на октябрь 2022 года, в ходе подготовки электросетевой инфраструктуры к прохождению предстоящего осенне-зимнего периода, энергетики ПАО «Россети Московский регион» отремонтировали 160 силовых трансформаторов, 1 550 выключателей класса напряжения 6-220 кВ, 3 317 трансформаторных подстанций, 416 трансформаторов 6-10 кВ.

Кроме того, проведена реконструкция более 1 тыс. км воздушных линий электропередачи класса напряжения 35-220 кВ, более 250 км ВЛ класса напряжения 0,4-20 кВ и более 220 км кабельных линий класса напряжения 0,4-220 кВ. Отмечается, что все ремонтные работы выполнены с опережением годового плана-графика планово-предупредительных ремонтов.

Во время подготовки к работе в сложных погодных условиях особое

внимание уделяется состоянию трасс и просеков воздушных ЛЭП, проходящих по лесным массивам и зелёным насаждениям.

Для предотвращения случаев падения деревьев на провода вырубается древесно-кустарниковая раститель-

ность на полосе определенной ширины. С начала 2022 г. энергетики расчистили более 5 тыс. га просеков воздушных ЛЭП.

Сильные порывы ветра, выпадение обильных осадков в виде ледяного дождя и мокрого снега также повышают риск повреждения линий электропередачи. Поэтому на протяжении года в зоне операционной деятельности сетевой компании на ВЛ класса напряжения 0,4-20 кВ более 1,1 тыс. км неизолированного провода заменено на самонесущий изолированный (СИП).

Такой кабель выдерживает большие перепады температур от  $-60$  до  $+50$  °С. Благодаря своей изоляции и низкому реактивному сопротивлению, позволяет увеличить количество и качество проводимой энергии, что способствует снижению затрат на эксплуатацию более чем на 80%.



Для проведения возможных аварийно-восстановительных работ в осенне-зимний период полностью укомплектован аварийный резерв. К работе по ликвидации последствий технологических нарушений подготовлены 443 бригады и более 3,5 тыс. единиц техники. На помощь энергетикам в восстановлении энергоснабжения готовы прийти около 1 тыс. специалистов из подрядных организаций и 409 единиц техники.

Для обеспечения электроэнергией объектов социальной инфраструктуры на период проведения восстановительных работ подготовлены 127 мобильных резервных источников питания. Мощность каждого из них превышает 30 кВт, общая мощность «резерва» составляет 36,981 МВт.

Наряду с подготовкой материально-технической базы, были проведены противоаварийные трени-

ровки оперативного персонала. В ходе учений отработан алгоритм действий работников при применении графиков временного отключения потребителей.

Также проведены командно-штабные учения по отработке взаимодействия ПАО «Россети Московский регион» с территориальными структурами МЧС, органами государственной власти, энергосбытовыми компаниями, Московским РДУ и другими заинтересованными субъектами.

### «Попали» в московские сети

За I полугодие 2022 года энергетики ПАО «Россети Московский регион» подключили к сетям компании более 43 тыс. потребителей. 39 223 новых абонента находятся на территории Подмосковья, 3 811 – в Москве.

По оценкам специалистов, количество этих присоединений почти в 1,5 раза превышает фактический показатель, зафиксированный за аналогичный период 2021 года.

В результате подключения в рамках выполнения взятых на себя обязательств по договорам технологического присоединения, абонентам предоставлено 1 048 МВт мощности. 772 МВт – в Московской области, 276 МВт – на территории столицы.

Около 50% общей электрической мощности (540 МВт) выдано потребителям, которые подавали заявку на предоставление до 15 кВт. Численность таких заявителей превысила 40,7 тыс.

Энергетики подключили к сетям компании котельные в Серебряных прудах и Зарайске, магазины, аптеки, корпуса нового родильного дома на территории больницы в Коммунарке, автобусно-электробусный парк «Красная Пахра», сад «Эрмитаж», Международный центр самбо и центр бокса в Лужниках, жилые дома в Новой Москве, объекты программы реновации и др.

В рамках программы поддержки малого и среднего предпринимательства, которая реализуется Минэнерго Подмосковья, специалисты ПАО «Россети Московский регион» обеспечили выдачу 150 кВт мощности асфальтовому заводу компании «Лотошинский Автодор». Предприятие расположено в территориальном управлении Минулинское городского округа Лотошино. С его открытием в городе появились новые рабочие места.

Для подключения завода к сетям была построена воздушная линия класса напряжения 10 кВ протяженностью 50 м, установлен линейный разъединитель 10 кВ, смонтирована мачтовая трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ. На ней установлен трансформатор мощностью 160 кВА. В случае необходимости его можно будет заменить более мощным. Питание обеспечивает подстанция 35 кВ «Введенское».

За период с января по июнь текущего года АО «Мособлэнерго» заключило 10 423 договора на технологическое присоединение к электрическим сетям в зоне операционной деятельности компании. Суммарная мощность по этим договорам составила 268 МВт.

По итогам первого полугодия 2022 года к сетям были подключены 7 186 объектов. Им выдано 184 МВт мощности.

Наибольшее количество подключений выполнено в Раменском, Одинцовском, Подольском и Сергиево-Посадском районах. К сетям присоединено восемь объектов социальной инфраструктуры на территории Московской области:



- школы в Павловском Посаде, Химках, Щёлкове, Серпухове;
- физкультурно-оздоровительный комплекс с крытым катком в городе Дзержинском;
- новое пожарное депо в городе Подольске;
- котельная поселка Тучково в Рузском районе.

Энергетики подключают к сетям энергопринимающие устройства юридических, физических лиц и индивидуальных предпринимателей. Порядок определен правилами технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам к электрическим сетям, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 г. № 861, а также федеральным законом от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».

### «Москабельмет» нацелен на оптимизацию производства

На базе ГК «Москабельмет» запускается пилотный проект, в рамках которого в производственные процессы компании будет интегрирована российская IT-система. Ожидается, что в результате модернизации будет проведена цифровая оптимизация предприятия, которая позволит увеличить эффективность использования оборудования.

Система будет работать с использованием промышленного сетевого шлюза НПО «Адаптивные промышленные технологии» (АПРОТЕХ) – дочернего предприятия «Лаборатории Касперского» и ИТЭЛМА. Специалисты компании разработали программно-аппаратный комплекс IKS1000GP, который предназначен для сбора и обработки «сырых» промышленных данных (шлюз промышленного интернета вещей – IoT GateWay). Это устройство уже включено в московский онлайн-реестр решений для промышленников «Банк технологий».

Соглашение о сотрудничестве в рамках оптимизации производственных процессов на промышленном предприятии руководители Департамента инвестиционной и промышленной политики Москвы, ГК «Москабельмет» и НПО «Адаптивные промышленные технологии» подписали на международной выставке «Иннопром», которая проводится в Екатеринбурге с 2010 года.

Внедрение технологии АПРОТЕХа в систему оперативного управления производством приобретает особую

актуальность на фоне высокой материалоемкости процесса изготовления силового кабеля. По оценкам аналитиков, в настоящее время на долю материалов приходится около 80% затрат в структуре себестоимости кабельно-проводниковой продукции.

Устройство собирает информацию о технологических параметрах оборудования, преобразует ее и передает на платформу «1С: ERP», которая визуализирует данные в форме, удобной для анализа и последующего принятия решений по оптимизации затрат ресурсов, а также для предотвращения простоев и нештатных ситуаций.

Промышленный шлюз обладает кибериммунитетом. Речь идет о «врожденной» устойчивости инновации к большинству видов кибератак, что обеспечивает надежную защиту данных и их безопасную передачу. Кибериммунитетом Евгений Касперский называет

систему, при которой цена атаки превышает стоимость возможного ущерба.

Ожидается, что установка IT-системы позволит снизить расход материалов на 3-4%, что приведет к ощутимому экономическому эффекту, увеличив чистую прибыль предприятия на 60-80%.

«Реализация совместного пилотного проекта будет способствовать внедрению цифровых технологий в производственные процессы предприятия. Получение важных, достоверных данных напрямую с производства, оперативная их обработка и выдача результата в удобном для визуального восприятия формате позволит воссоздать реальную картину и, как следствие, улучшить технологию изготовления готовой продукции, выстроить новые коммерческие модели и развивать бизнес», – сказал гендиректор НПО «Адаптивные промышленные технологии» Максим Карпухин.





## Журналисты из семи регионов Сибири посетили омские энергообъекты

Победители конкурса журналистского мастерства «Сибирь.ПРО» побывали в Центре управления сетями и на подстанции 110/10 кВ «Прибрежная» в Омске.

12 лучших сибирских журналистов пришли на экскурсию в сердце омской энергосистемы – Центр управления сетями (ЦУС) филиала компании «Россети Сибирь» – «Омскэнерго». Именно в ЦУС круглосуточно поступает оперативная информация о состоянии сетей 110 кВ и ниже, диспетчеры контролируют оптимальные режимы оборудования и оперативно принимают решения по устранению любых повреждений на распределительных сетях.

После посещения Центра управления сетями с журналистами пообщался заместитель генерального директора – директор филиала ПАО «Россети Сибирь» – «Омскэнерго» Сергей Моденов. Он рассказал гостям, из чего складывается тариф на электроэнергию, а также о том, как в компании борются с энерговоровством, и о проектах филиала по поиску молодых специалистов.

Вторым объектом внимания прессы стала подстанция 110 кВ «Прибрежная». Экскурсия вызвала живой интерес, ведь возможность познакомиться с работой закрытого для обычных людей объекта получает не каждый.

Подстанция «Прибрежная» – энергообъект закрытого типа, который обеспечивает электроэнергией тысячи жителей Левобережья. На подстанции



установлено два силовых трансформатора мощностью 40 МВА каждый. Отсутствие персонала на объекте позволяет системам кондиционирования, обогрева и освещения работать в экономном автоматическом режиме.

«Было интересно и познавательно ближе познакомиться с работой энергосистемы Омской области. Нам простым языком объяснили и показали, как работает Центр управления сетями и подстанция «Прибрежная». Посещая объекты электроэнергетики, впитывая новые технические знания о том, как всё устроено, мы, журналисты, можем готовить свои материалы на более профессиональном и качественном уровне», – поделилась главный редактор сетевого издания в Республике Хакасия Валентина Корзунова.

Конкурс журналистского мастерства «Сибирь.ПРО» проводится с 2006 года при поддержке полномочного представителя Президента России

в Сибирском федеральном округе. Ежегодно лучшие «акулы пера» участвуют в пресс-турах по самым ключевым предприятиям Сибири. ПАО «Россети Сибирь» уже несколько лет выступает в качестве генерального партнера конкурса и учредителя номинации «Надёжная энергетика».

## Россети направили 7,7 млрд рублей на финансирование ремонтной программы в Сибири в 2022 году

Группа «Россети» завершает подготовку объектов в Сибирском федеральном округе (СФО) к осенне-зимнему периоду 2022/2023 годов. Об этом рассказал Генеральный директор ПАО «Россети» Андрей Рюмин на заседании федерального штаба, которое провел в Иркутске



министр энергетики РФ Николай Шульгинов в конце сентября.

В план мероприятий включен ремонт 5 084 единиц подстанционного оборудования и 7 344 км линий электропередачи 35 кВ и выше, расчистка от растительности почти 14 300 гектаров просек ЛЭП. Аварийный запас оборудования и материалов сформирован на 100%. На случай аварийно-восстановительных работ подготовлено более 1 070 бригад и 563 резервных источника энергии (в сумме – 47,8 МВт).

«Компании Группы «Россети» в Сибири уже более трех лет подряд снижают число технологических нарушений, происходящих в осенне-зимний период. Рассчитываем сохранить этот позитивный тренд», – отметил Андрей Рюмин. По итогам года Группа «Россети» введет в работу в СФО более 180 МВА новой трансформаторной мощности и почти 800 км ЛЭП. Уже завершена реализация нескольких крупных проектов, в том числе реконструкция подстанции 220 кВ «Междуреченская», которая обеспечивает электроэнергией объекты Транссиба и потребителей южных районов Кузбасса. Также проведена модернизация нескольких центров питания в Томской области, в том числе подстанций 220 кВ «Советско-Сосненская» и 35 кВ «Аэропорт». Россети отремонтируют до конца 2022 года более 2,4 тысячи км ЛЭП на Дальнем Востоке в рамках подготовки к зиме. Группа «Россети» в 2022 году увеличила на 10% – до 4,3 млрд рублей объем финансирования ремонтной программы в регионах Дальневосточного федерального округа (ДФО).

На совещании в Якутске министр энергетики РФ Николай Шульгинов подчеркнул, что Дальний Восток – регион сложный из-за географического положения, большой территории, а также из-за наличия нескольких изолированных энергосистем и их индивидуального режима работы. Для надежной работы в таких условиях требуются значительные ресурсы и развитие энергетической инфраструктуры. «Работа по подготовке электросетевого комплекса к зиме на Дальнем Востоке ведется в полном соответствии с планом. Особое внимание в регионе Группа «Россети» уделяет ремонту линий электропередачи и расчистке просек. Это важно, учитывая сложный климат и большую протяженность энерготранзитов, имеющих системное значение для надежного и качественного электроснабжения потребителей», – отметил Андрей Рюмин.

План подготовки к ОЗП в Забайкалье выполнен. До конца 2022 года филиал компании «Россети Сибирь» – «Читаэнерго» отремонтирует 1884 км линий электропередачи, из них 565,8 км – напряжением 35 кВ и выше. В плане мероприятий – ремонт 5 731 единицы подстанционного оборудования и расчистка от растительности 966 гектаров просек. Аварийный запас оборудования и материалов сформирован на 100%. Обеспечена готовность 12 аварийно-восстановительных бригад (122 специалистов и 69 единиц спецтехники), а также 56 резервных источников энергоснабжения общей мощностью 5,513 МВт. Работы по подготовке к ОЗП в Республике Бурятия также завершены. Всего до конца 2022 года филиал компании «Россети Сибирь» – «Бурятэнерго» отремонтирует 1744,4 км ЛЭП, из них 689,3 км – напряжением 35 кВ и выше, а также в плане мероприятий ремонт 521 единицы подстанционного оборудования и расчистка от растительности 556 гектаров просек. Аварийный запас оборудования и материалов сформирован на 100%. Обеспечена готовность шести мобильных аварийно-восстановительных бригад (41 специалист и 35 единиц спецтехники),

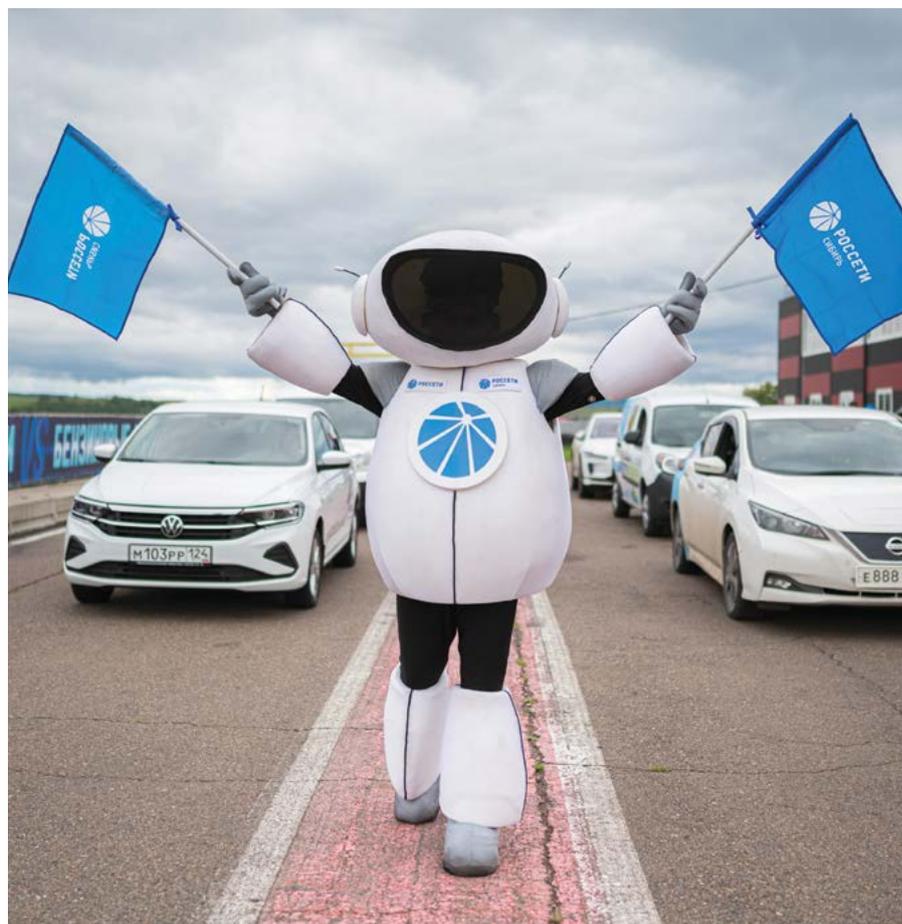
а также 184 резервных источников энергоснабжения общей мощностью 24,7 МВт.

Андрей Рюмин добавил, что в Республике Бурятия и Забайкальском крае, где в зоне ответственности Группы «Россети» находятся объекты распределительного комплекса, реализуется комплекс мер по повышению надежности с общим объемом финансирования 521 млн рублей.

### Only electro! Only eco!

Назад в будущее! – таким девизом можно было бы ознаменовать необычную битву моторов «Электромобили vs бензиновые авто», которую на гоночном Красном кольце под Красноярском провела компания «Россети Сибирь».

Мало кто знает, что сегодняшняя мода на электромобили – это на самом деле реванш! Ведь электромобиль появился намного раньше автомобиля с двигателем внутреннего сгорания – в далеком 1841 году. И первый автобус в России изобретателя Ипполита Романова был электрическим, и первое такси – электрокэб того же Романова... И только потом дороги по всему миру захватили «керосинки» – так называли первые автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Теперь электро-транспорт возвращает утраченные



много лет назад позиции. Продемонстрировать это наглядно решила компания «Россети Сибирь», устроив парные заезды электромобилей и машин с ДВС на гоночной трассе «Красное кольцо». Посмотреть на эти поединки приехал даже исполняющий обязанности главы Красноярск Владислав Логинов. Ведь одна из главных проблем краевого центра – это экология, а нынешний транспорт является одним из крупнейших источников выбросов вредных веществ в атмосферу.

«Куда бы мы ни двигались в развитии города, оно должно идти с учетом экологичности всех проектов. Безусловно, должен быть экологичным и транспорт в Красноярске, – подчеркнул Владислав Логинов. – Мы благодарны нашим партнерам, которые развивают в городе инфраструктуру электротранспорта. Это компания «Россети Сибирь», это строители, ко-

торые создают в новых микрорайонах зарядные станции, это торговые комплексы, которые тоже устанавливают у себя на парковках станции зарядки. В настоящий момент в Красноярске работают четыре электрозарядные станции (ЭЗС), но до конца года должны появиться еще четыре «быстрые» и 51 (!!!) «медленная» ЭЗС. Об этом собравшимся на Красном кольце, а среди них оказалось немало водителей электромобилей, сообщил заместитель генерального директора по реализации и развитию услуг компании «Россети Сибирь» Дмитрий Моченов. И коль скоро вопрос доступности зарядной инфраструктуры в Красноярске будет решен, следующая дискуссия между поклонниками «бензинок» и «электричек» разгорелась по части эксплуатационных затрат. И здесь электромобили доказали свое безусловное превосходство.

«Полный заряд батареи мне обходится в 300 рублей, – сообщил владелец электрокара Jaguar I-Pace Андрей Тихонов. – Этого хватает летом на 400–450 км пробега, зимой – на 250».

После этих слов как-то сразу «заскучили» хозяева мощных машин с двигателями внутреннего сгорания, вспомнив, во сколько им встает заправка для поездок на такое же расстояние. А водитель «Ягуара» «добил» конкурентов тем, что сообщил – гарантия на его машину три года, а на батарею – восемь лет, и почти никаких затрат на сервисное обслуживание, ведь механических частей (источников поломок и причин регулярных замен) в электромобиле в десятки раз меньше, чем в обычной машине! Вся сложность электрокара – «в мозгах», в электронике, которая механических частей не имеет.

Последним аргументом «традиционалистов» были спортивные кондиции машин – не зря же рандеву было назначено на гоночной трассе. В предчувствии победы поклонники многолитровых V8 и всевозможных наддувов потирали руки – куда до них каким-то «электричкам»... Эх! Давненько они не ездили на общественном транспорте, а то бы знали, что троллейбус при старте с места «сделает» любой автобус! Да и история гласит, что рубеж скорости в 100 км/ч человечество перешагнуло в 1899 году именно на электромобиле...

В общем, результаты парных заездов оказались неожиданными только для поклонников автомобилей в ДВС. В классе «малолитражек» на стандартной «дрэгстерской» дистанции в 402 метра электрический Nissan Leaf уверенно обогнал бензиновый Volkswagen Polo, а в сегменте роскошных автомобилей BMW-X6 не смог угнаться за Jaguar I-Pace. Успех бензинового Citroen Berlingo против электрического Renault Kangoo в заезде коммерческих автомобилей оказался слабым утешением для любителей запаха бензина и рева моторов (электромобили-то вдобавок ко всему еще и бесшумны!), поскольку в фургончик «Рено» перед заездом набилась масса пассажиров, а «Ситроен» стартовал налегке...

Надо сказать, что в компании «Россети Сибирь», инициировавшей эту первую в Красноярске «битву» принципиально разных моторов, не ставили задачей одновременно убедить всех пересаживаться на электромобили. Но заезды и споры на Красном кольце показали, что у привычных всем нам автомобилей с двигателями внутреннего сгорания появился серьезный соперник, и по мере развития своей инфраструктуры он всё более будет им «наступать на пятки». Впрочем, чистоте воздуха в Красноярске это только во благо!



# Обзор электроэнергетики Сибирского федерального округа

Андрей Метельников

**Россия развивается во многом благодаря природному потенциалу Сибири. И если генерирующих мощностей в макрорегионе, при нынешнем состоянии его экономики, пока достаточно, то сетевая инфраструктура уже сегодня требует повышенного внимания.**

## Структура электроэнергетического комплекса СФО

Объединенная энергосистема Сибирского федерального округа состоит из восьми региональных энергетических систем 10 субъектов Российской Федерации, входящих в его состав.

При этом Алтайская энергосистема объединяет энергетические комплексы Республики Алтай и Алтайского края, Красноярскую энергосистему формируют энергообъекты, которые функционируют на территории Красноярского края и Республики Тыва.

Режимом работы объединенной энергосистемы СФО управляет филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири. Также в зону операционной деятельности филиала Системного оператора входят энергосистемы Республики

Бурятия и Забайкальского края – двух регионов России, входящих в состав Дальне-восточного федерального округа.

Оперативно-диспетчерское управление энергосистемами субъектов Федерации, входящих в состав СФО, осуществляют шесть филиалов АО «СО ЕЭС» – региональных диспетчерских управлений.

**Иркутское РДУ.** В управлении и ведении филиала находятся объекты электроэнергетики, расположенные на территории Иркутской области. Площадь операционной зоны составляет 774,8 тыс. км<sup>2</sup>, в городах и населенных пунктах региона проживает 2,4 млн человек.

По данным на 01.01.2022 г., под управлением Иркутского РДУ функционируют объекты генерации установленной мощностью 13 065,8 МВт (с учетом мощности электростанций промышленных предпри-

ятий – 145,4 МВт). Список наиболее крупных из них возглавляют гидроэлектростанции, входящие в состав АО «ЕвроСибЭнерго»:

- Братская ГЭС (электрическая мощность 4 500 МВт). Станция является второй ступенью Ангарского каскада ГЭС;
- Усть-Илимская ГЭС (электрическая мощность 3 840 МВт) – третья ступень Ангарского каскада. ГЭС обеспечивает электроэнергией предприятия алюминиевой и лесохимической промышленности;
- Иркутская ГЭС (электрическая мощность 662,4 МВт) – первая ступень Ангарского каскада. Напорные сооружения ГЭС образуют Иркутское водохранилище, в которое входит озеро Байкал;

В число крупных объектов генерации также входят тепловые станции ООО «Байкальская энергетическая компания»:

- Иркутская ТЭЦ-10 (электрическая мощность 1 110 МВт, тепловая – 563 Гкал/час). Крупнейшая паротурбинная теплоэлектроцентраль региональной энергосистемы является одним из основных источников теплоснабжения г. Ангарска, обеспечивает подачу теплоносителя на Ангарский электролизный химкомбинат;
- Ново-Иркутская ТЭЦ (электрическая мощность 708 МВт, тепловая – 1 729,1 Гкал/час) – основной источник теплоснабжения г. Иркутска;
- Иркутская ТЭЦ-9 (электрическая мощность 540 МВт, тепловая – 2 402,5 Гкал/час) обеспечивает тепловой энергией г. Ангарск и Ангарский нефтехимический комбинат;
- Усть-Илимская ТЭЦ (тепловая мощность 515 МВт, тепловая – 1 070 Гкал/час) обеспечивает теплоснабжение г. Усть-Илимска и предприятий лесопромышленного комплекса;



- Иркутская ТЭЦ-11 (электрическая мощность 320,3 МВт, тепловая – 1 056,9 Гкал/час). Теплоэлектроцентр является основным источником теплоснабжения жилого сектора, социальной сферы и промышленных предприятий города;
- Иркутская ТЭЦ-6 (электрическая мощность 270 МВт, тепловая – 1 529,3 Гкал/час) поставляет теплоносителем потребителям города;
- Ново-Зиминская ТЭЦ (электрическая мощность 260 МВт, тепловая – 818,7 Гкал/час) обеспечивает теплоснабжение городов Саянск и Зима, а также завода «Саянскхимпласт».

В составе электроэнергетического комплекса Иркутской области также функционируют:

- 24 ЛЭП класса напряжения 500 кВ (из них 2 ВЛ, класс напряжения

при эксплуатации которых составляет 220 кВ);

- 106 ЛЭП класса напряжения 220 кВ (в том числе 1 ВЛ, класс напряжения при эксплуатации которой 110 кВ);
- 276 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 317 трансформаторных подстанций и распределительных устройств электростанций напряжением 110–500 кВ. Суммарная мощность трансформаторов составляет 42 027 МВА.

**Кемеровское РДУ.** Структурное подразделение Системного оператора осуществляет оперативно-диспетчерское управление режимом работы объектов электроэнергетики, которые находятся на территории двух субъектов Российской Федерации – Кемеровской и Томской областей. Площадь

операционной зоны составляет 410,17 тыс. км<sup>2</sup>, на её территории проживает 3,7 млн человек.

По данным АО «СО ЕЭС», под управлением Кемеровского РДУ функционируют 22 электростанции. На 01.01.2022 года их суммарная установленная мощность составляет 6 548,7 МВт.

Основными объектами генерации в энергосистеме Кемеровской области являются:

- Томь-Усинская ГРЭС (электрическая мощность 1 345,4 МВт, тепловая – 194 Гкал/час) входит в Группу «Сибирская генерирующая компания». Выработка станции используется для покрытия базисных нагрузок Кузбасской энергосистемы;
- Беловская ГРЭС (электрическая мощность 1 260 МВт, тепловая – 229 Гкал/час). ОАО «Кузбассэнерго» входит в Группу «Сибирская генерирующая компания». Одна из крупнейших электростанций в энергосистеме Кузбасса, участвует в покрытии электрических нагрузок Кемеровской области и соседних регионов. В 2022 году на энергоблоках № 4 и № 6 Беловской ГРЭС компания «Ротек» устанавливает первую российскую систему прогнозтики, которая будет собирать и анализировать рабочие показатели для повышения надежности работы основного оборудования. В условиях санкций, когда доступ к технической поддержке иностранных производителей ограничен, мониторинг состояния энергооборудования позволит минимизировать затраты на ремонт и повысить качество энергоснабжения потребителей;
- ГТЭС Новокузнецкая (электрическая мощность 298 МВт). Газотурбинная электростанция входит в состав «Сибирской генерирующей компании»;
- Южно-Кузбасская ГРЭС (электрическая мощность – 554 МВт, тепловая – 581 Гкал/час) стала первым в Сибири энергообъектом, где начато освоение отечественного оборудования на высоких параметрах пара. Согласно реестру от 10.11.2021 г. владельцами станции являются 93,35% ООО «Мечел-Энерго» (ПАО Группа «Мечел»), 4,8% Финансово-промышленная группа «Евротэк» и 1,85% миноритарных акционеров;
- Западно-Сибирская ТЭЦ (электрическая мощность 600 МВт, тепловая – 1 307,5 Гкал/час). Обеспечивает тепловой энергией потребителей Заводского и Ново-



## В настоящее время Республика Тыва испытывает

## острый дефицит мощности, что препятствует реализации

## многих перспективных проектов

ильинского районов, прилегающих к ним шахт и Западно-Сибирский металлургический комбинат. ОАО «Западно-Сибирская ТЭЦ» входит в структуру «Евраз»;

- Кемеровская ГРЭС (электрическая мощность 485 МВт, тепловая – 1540 Гкал/час). АО «Кемеровская генерация» входит в Группу «Сибирская генерирующая компания»;
- Ново-Кемеровская ТЭЦ (электрическая мощность 580 МВт, тепловая – 1449 Гкал/час) снабжает теплом и горячей водой около 35% левобережной части города, вырабатывает электроэнергию в единую сеть, обеспечивает подачу пара на крупные промышленные предприятия. ОАО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» входит в Группу «Сибирская генерирующая компания»;
- Кузнецкая ТЭЦ (электрическая мощность 108 МВт, тепловая – 890 Гкал/час). Теплоэлектроцентраль вырабатывает тепловую энергию для потребителей Кузнецкого, Центрального, Орджоникидзевского районов города, а также снабжает паром промышленные предприятия. АО «Кузнецкая ТЭЦ» входит в Группу «Сибирская генерирующая компания».

В число самых крупных электростанций в составе энергосистемы Томской области входят:

- Томская ГРЭС-2 (электрическая мощность 331 МВт, тепловая – 815 Гкал/час). Структурное подразделение АО «Томская генерация»;
- Томская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 140 МВт, тепловая – 780 Гкал/час). Собственник энергообъекта – АО «Томская генерация»;
- ТЭЦ СХК (электрическая мощность 449 МВт, тепловая – 1713,8 Гкал/час) производит тепло и электроэнергию для нужд комбината и города Северска. Станция входит в состав АО «Сибирский химический комбинат».

Кроме объектов генерации в зоне операционной деятельности Кемеровского РДУ находятся:

- 513 ЛЭП класса напряжения 110–500 кВ;

- 404 трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций класса напряжения 110–500 кВ. Суммарная мощность трансформаторов составляет 43 089,9 МВА.

*Красноярское РДУ.* В диспетчерском подчинении филиала находятся

объекты электроэнергетики на территории Красноярской области (за исключением электроэнергетической системы Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа) и Республики Тыва. Площадь операционной зоны составляет 2508,7 тыс. км<sup>2</sup>. На ее территории проживает 3,2 млн человек.

Как следует из данных, опубликованных АО «СО ЕЭС», по состоянию на 01.01.2022 г. под управлением Красноярского РДУ функционирует 19 электростанций суммарной мощностью 15955 МВт. В число основных объектов генерации входят:

- Красноярская ГЭС (электрическая мощность 6000 МВт) занимает второе место в РФ и входит в топ-10 крупнейших гидроэлектростанций мира. Контрольный пакет акций ПАО «Красноярская ГЭС» принад-



лежит энергокомпания АО «Евро-СибЭнерго» (входит в En+ Group). В I полугодии 2022 года станция поставила потребителям 10 млрд кВт\*ч электроэнергии. Такого объема достаточно, чтобы более двух месяцев обеспечивать электричеством весь Красноярский край. Высокие показатели достигнуты благодаря эффективному планированию водно-энергетических режимов в условиях благоприятной гидрологической обстановки на Енисее и Ангаре, а также обусловлены ростом энергопотребления в Восточной Сибири;

- Берёзовская ГРЭС (электрическая мощность 2 400 МВт). Филиал ПАО «Юнипро» (входит в международный энергетический концерн Uniper);

- Красноярская ГРЭС-2 (электрическая мощность 1 260 МВт, тепловая – 976 Гкал/час). Входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания»;
- Назаровская ГРЭС (электрическая мощность 1 313 МВт, тепловая – 775 Гкал/час) обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, объекты социальной сферы и жилые дома города Назарово. Входит в группу «Сибирская генерирующая компания»;
- Богучанская ГЭС (электрическая мощность 2 997 МВт) является четвертой (нижней) ступенью Ангарского каскада ГЭС. Собственник станции – ПАО «Богучанская ГЭС». Ввод энергообъекта в эксплуатацию имеет большое значение для

экономического развития Нижнего Приангарья и Сибирского экономического региона. Значительная часть выработки ГЭС питает производственные мощности Богучанского алюминиевого завода.

Самым крупным объектом генерации в энергосистеме Республики Тыва является Кызыльская ТЭЦ. Электрическая мощность теплоэлектроцентрали составляет 17 МВт, тепловая – 310 Гкал/час. Кроме того, это единственная электростанция, присоединённая к Единой энергосистеме России.

Фактически станция выполняет функцию водогрейной котельной с попутной выработкой электричества. В качестве топлива используется каменный уголь.

Изначально, с учетом метеорологических данных, ТЭЦ планировали строить в западной части города Кызыл. Но, из-за более удобной транспортной развязки, станция была возведена на восточной окраине столицы Тывы.

В момент корректировки планов не была учтена роза ветров, поэтому из-за нахождения города в Тувинской котловине, в зимнее время года над ним стоит смог.

В настоящее время Республика Тыва испытывает острый дефицит мощности, что препятствует реализации многих перспективных проектов. В частности, отсутствие энерго мощностей тормозит освоение Элегестского месторождения ОПК. Выходом из сложившейся ситуации может стать строительство модульной ТЭЦ мощностью 300 МВт.

Помимо Кызыльской ТЭЦ в регионе эксплуатируются 13 (по состоянию на конец 2020 года) небольших дизельных электростанций и микро-ГЭС на р. Барлык, общей мощностью 24 МВт. Эти энергообъекты функционируют изолированно.

Электросетевой комплекс в зоне операционной деятельности филиала формируют:

- 264 ЛЭП класса напряжения 110–500 кВ;
- 397 трансформаторных подстанций и распределительные устройства объектов генерации с суммарной мощностью трансформаторов 58 380 МВА.

Новосибирское РДУ осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления электростанциями и объектами сетевой инфраструктуры, которые расположены на территории трех субъектов Российской Федерации – Алтайского края, Республики Алтай и Новосибирской области. Площадь операционной зоны составляет 439,5 тыс. км<sup>2</sup>,



в городах и населенных пунктах проживает 5,36 млн человек.

По данным Системного оператора, под управлением Новосибирского РДУ функционируют 26 энергообъектов установленной мощностью 4 729,9 МВт. В число наиболее крупных электростанций в энергосистеме Новосибирской области входят:

- Новосибирская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 345 МВт, тепловая – 920 Гкал/час) входит в структуру холдинга «Сибирская генерирующая компания». Теплоэлектроцентраль, как и большинство объектов генерации Новосибирска, относится к станциям неблочного типа. Это означает, что в ней группы турбин снабжаются паром от группы общих котлов через общую магистраль. Линии питательной воды этих котлов также соединяются. Неблочную схему еще называют схемой с поперечными связями;
- Новосибирская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 496,5 МВт, тепловая – 945 Гкал/час). Станция входит в состав ООО «Сибирская генерирующая компания»;
- Новосибирская ТЭЦ-4 (электрическая мощность 378,5 МВт, тепловая – 1 120 Гкал/час). Станция находится в Калининском районе города Новосибирска, входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания»;
- Новосибирская ТЭЦ-5 (электрическая мощность 1 200 МВт, тепловая – 2 730 Гкал/час). Теплоэлектроцентраль расположена в Октябрьском районе города Новосибирска. Входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания»;
- Барабинская ТЭЦ (электрическая мощность 101 МВт, тепловая – 293 Гкал/час). Электростанция обеспечивает электроэнергией города Куйбышев, Барабинск, Омск и большой участок Западно-Сибирской железной дороги. Входит в состав АО «СИБЭКО»;
- Новосибирская ГЭС (электрическая мощность 490 МВт). Конструктивно представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. Это единственная ГЭС, построенная на реке Обь. На фоне гигантов гидроэнергетики Ангаро-Енисейского каскада мощность Новосибирской ГЭС относительно небольшая. Но эта станция – единственная в западной части энергообъединения, поэтому ее роль в качестве регулятора и мобильного источника энергии переоценить сложно. Она обеспечивает суточную и недельную неравномерность нагрузки,

выполняет функции вращающегося резерва мощности для регулирования частоты напряжения, аварийного резерва мощности и энергии за счет сработки водохранилища. Эксперты отмечают, что ГЭС с ее водохранилищем имеет комплексное значение: играет важную роль в работе Новосибирской энергосистемы, обеспечивает надежное водоснабжение и работу речного транспорта.

Поэтому режим работы станции зависит от объема стока Оби с учетом потребностей всех основных водопользователей: энергетики, водного транспорта, городского, сельского и рыбного хозяйств.

Новосибирская ГЭС (за исключением судоходного шлюза) находится в собственности ПАО «РусГидро».

Архитектурный комплекс станции признан объектом культурного наследия и охраняется государством.

Основными объектами генерации, расположенными на территории Алтайского края и Республики Алтай, являются:

- Барнаульская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 275 МВт, тепловая – 1 087 Гкал/час). Владелец станции – АО «Барнаульская генерация» входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания». Обеспечивает электрической и тепловой энергией центральную часть Барнаула;
- Барнаульская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 445 МВт, тепловая – 1 450 Гкал/час). С 2013 года станция работает в составе «Сибирской генерирующей компании». Тепло-



электроцентраль вырабатывает около 35% электроэнергии Алтайского края. Ежегодно к тепловым мощностям ТЭЦ-3 подключаются новые жилые микрорайоны и объекты социальной инфраструктуры;

- Бийская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 519,9 МВт, тепловая – 1089 Гкал/час) – крупнейшая тепловая станция в энергосистеме Алтайского края и одна из наиболее крупных на территории Сибири. Используется для обеспечения тепловой и электрической энергией населения Бийска, промышленных предприятий города, предгорий Горного Алтая и других населенных пунктов Республики Алтай. Входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания»;
- ТЭЦ ОАО «Алтай-Кокс» (электри-

ческая мощность 200 МВт, тепловая – 1321 Гкал/час). Станция расположена на промышленной площадке предприятия. Кроме обеспечения энергоресурсами нужд производства, ТЭЦ выполняет функцию источника тепла для жителей города Заринска.

По данным на 01.01.2022 г., в энергосистеме Новосибирской области под управлением филиала Системного оператора функционируют:

- 12 ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- 57 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 401 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 263 трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций с суммарной мощностью трансформаторов 26 238 МВА.

Электросетевой комплекс Алтайского края и Республики Алтай формируют:

- 268 ЛЭП класса напряжения 110–500 кВ;
- 281 трансформаторная подстанция и распределительные устройства объектов генерации. Суммарная мощность трансформаторов составляет 11 455 МВА.

**Омское РДУ.** Филиал управляет режимом работы объектов электроэнергетики, которые функционируют в энергетической системе Омской области. Территория операционной зоны расположена на площади 141,1 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает более 1,858 тыс. человек.

По состоянию на 1 января 2022 года к объектам диспетчеризации Омского РДУ относятся 8 электростанций суммарной установленной мощностью 1661,2 МВт. Основными объектами генерации являются теплоэлектроцентрали, входящие в структуру АО «ТГК-11» (группа «Интер РАО»):

- Омская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 460 МВт, тепловая – 1480 Гкал/час). Станция смешанной конструкции (паротурбинная и парогазовая), в качестве топлива использует природный газ. Является одним из основных источников теплоснабжения города Омска;
- Омская ТЭЦ-4 (электрическая мощность 385 МВт, тепловая – 900 Гкал/час) обеспечивает выработку теплоносителя для потребителей г. Омска;
- Омская ТЭЦ-5 (электрическая мощность 735 МВт, тепловая – 1763 Гкал/час). Самая мощная электростанция Омской энергосистемы, обеспечивает теплом Центральный, Октябрьский, а также частично Ленинский и Кировский административные округа г. Омска.

Наряду с энергогенерирующими объектами в зоне операционной деятельности Омского РДУ также функционируют:

- 218 ЛЭП класса напряжения 110–500 кВ;
- 204 трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций класса напряжения 110–500 кВ. Суммарная мощность трансформаторов этих объектов составляет 10 649 МВА.

**Хакасское РДУ.** В оперативно-диспетчерском подчинении филиала Системного оператора находятся объекты электроэнергетики Республики Хакасия. На территории операционной зоны площадью 61,569 тыс. км<sup>2</sup> проживает 534,8 тыс. человек.

По состоянию на 01.01.2022 г. в управлении и ведении Хакасского



## В 2021 году в энергосистеме Сибирского федерального округа пущено в работу новое энергогенерирующее оборудование мощностью 40 МВт

РДУ находятся энергообъекты суммарной мощностью 7 157,2 МВт. Наиболее крупные из них:

- Саяно-Шушенская ГЭС (установленная мощность 6 400 МВт). Самая мощная электростанция России, одна из самых мощных гидроэлектростанций в мире является филиалом ПАО «РусГидро»;
- Майнская ГЭС (установленная мощность 321 МВт) входит в Енисейский каскад ГЭС. Технологически тесно связана с Саяно-Шушенской ГЭС. Две станции представляют собой единый гидроэнергетический комплекс.

Наряду с выработкой электроэнергии Майнский гидроузел выполняет функцию контррегулятора Саяно-Шушенской ГЭС – сглаживает колебания уровня реки в нижнем бьефе, когда Саяно-Шушенская ГЭС осуществляет глубокое регулирование нагрузки в энергетической системе. Майнская ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС имени П. С. Непорожнего».

- Абаканская ТЭЦ (электрическая мощность 406 МВт, тепловая – 700 Гкал/час). Станция обеспечивает теплом более 90% потребителей Абакана: промышленных предприятий и жилищно-коммунального сектора города. Теплоэлектроцентр является филиалом АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» (входит в структуру ООО «Сибирская генерирующая компания»).

В электроэнергетический комплекс Республики Хакасия также входят:

- 10 ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- 34 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 50 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 65 трансформаторных подстанций и распределительные устройства объектов генерации класса напряжения 110–500 кВ с суммарной мощностью трансформаторов 19 492,7 МВА.

По данным АО «СО ЕЭС», удельный вес тепловых электростанций в структуре установленной мощности

ОЭС Сибири составляет 50,86% (26 574,66 МВт). На долю солнечной генерации приходится только 0,67% (350,2 МВт). Атомная энергетика и ветряная генерация в энергосистеме макрорегиона отсутствуют.

Отличительной особенностью электроэнергетики Сибири является высокая доля гидроэлектростанций с водохранилищами многолетнего регулирования в структуре генерирующей мощности – 25 326,48 МВт, что составляет 48,47%. Это самый высокий показатель среди семи объединенных энергосистем.

### Энергосистема СФО в 2021 году

**Изменение установленной мощности.** По данным АО «СО ЕЭС», на 01.01.2021 г. установленная мощность электростанций ОЭС Сибири составляла 52 139,94 МВт. На протяжении года, в ходе перемаркировки действующего энергооборудования, этот показатель возрос на 51,4 МВт.



Кроме того, в работу были введены новые агрегаты общей мощностью 60 МВт. В результате всех изменений, по состоянию на 01.01.2022 г., суммарная мощность электростанций объединенной энергосистемы Сибири увеличилась на 111,4 МВт и составила 52 251,34 МВт.

**Ввод в эксплуатацию нового энергогенерирующего оборудования.**

В 2021 году в энергосистеме Сибирского федерального округа пущено в работу новое энергогенерирующее оборудование мощностью 40 МВт.

- На Берёзовой ТЭЦ установлены пять газовых генераторных устано-

вок Caterpillar G3520C под станционными номерами 1–5.

Основные характеристики газового генератора:

- Основная мощность – 1976 кВт;
- Напряжение – 230/400 В;
- КПД электрический – 40,4%;
- Тип запуска – электростартер;
- Частота тока – 50 Гц;
- Исполнение – открытое;
- Число фаз генератора – 3;
- Номинальная мощность двигателя – 2026 кВт;
- Частота вращения вала двигателя – 1500 об/мин;
- Количество цилиндров – 20;

- Рабочий объём – 86,3 л;
- Тип системы охлаждения – жидкостная;
- Расход газа при 75% нагрузке – 391 нм<sup>3</sup>/ч;
- Расход газа при 100% нагрузке – 507 нм<sup>3</sup>/ч.

Газовый двигатель G3520C выпускается в блочном исполнении, что обеспечивает повышенный срок службы оборудования и способствует снижению эксплуатационных затрат. Агрегат предназначен для максимальной производительности при подаче газообразного топлива под низким давлением.

Простота конструкции камеры сгорания обеспечивает надежность и гибкость в использовании топлива. Системы зажигания и регулировки соотношения компонентов топливной смеси выполнены с применением передовых технологий. Это дает возможность минимизировать количество выбросов и существенно повысить эффективность работы двигателя.

Все функции двигателя: зажигание, регулировку, регулирование соотношения компонентов топливной смеси и защиту двигателя контролируют с использованием одного электронного блока управления.

Берёзовая ТЭЦ находится в Новосибирске. Газопоршневая электростанция с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии (когенерационная установка), в качестве топлива использует природный газ. Обеспечивает энергоснабжение жилого комплекса.

- С 1 декабря 2021 года начала поставлять электричество на ОРЭМ Ново-Полянская СЭС. Мощность двух очередей солнечной станции составляет 30 МВт. Она стала третьим объектом возобновляемой энергетики в Омской области.

Электростанция состоит из 84 тыс. фотоэлектрических модулей и занимает площадь около 90 га. По оценкам специалистов, новый энергообъект ежегодно будет вырабатывать 35,5 млн кВт\*ч электроэнергии. Этого количества достаточно, чтобы обеспечить электричеством 3 тыс. сельских домов.

На период строительства СЭС в регионе было создано более 100 временных рабочих мест и 19 постоянных рабочих мест для ее дальнейшего обслуживания.

С вводом в эксплуатацию Русско-Полянской СЭС суммарная установленная мощность солнечных



## В 2021 году началась реализация проекта по расширению мощностей солнечной генерации до 20 МВт

электростанций в энергосистеме Омской области возросла до 60 МВт, что составляет 3,8% в структуре установленной мощности объектов генерации региона.

В 2020 году была построена и введена в работу, а с 1 января 2021 года начала отпуск энергии в сеть Нововаршавская СЭС мощностью 30 МВт.

Строительство солнечной станции в Нововаршавском районе Омской области было включено в схему и программу развития ЕЭС России на 2020–2026 гг. Проект реализован в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28.05.2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности», которое гарантирует возврат инвестиций в возведение объектов возобновляемой энергетики через механизм договоров о поставке мощности (ДПМ) по аналогии с новыми объектами традиционной генерации.

Места строительства «зеленых» электростанций выбраны после проведения тщательного анализа природных особенностей Омской области. Территория региона характеризуется высоким потенциалом использования солнечной энергии, число солнечных дней в году здесь достигает 300.

Работа двух солнечных станций сократит выбросы парниковых газов на 12,7 тыс. тонн в год. Это огромный плюс. Ежегодно Минприроды проводит экологический мониторинг и составляет список городов России с наиболее загрязненным воздухом, большинство из которых находятся в Сибири, на Урале и Дальнем Востоке.

Кроме того, ввод в эксплуатацию дополнительных генерирующих мощностей позволяет снизить зависимость энергодефицитной Омской области от других регионов.

Благодаря солнечным станциям снижаются потери, растёт эффективность работы электросетевого комплекса. Более оптимальной становится загрузка ТЭЦ, которые летом вынуждены работать вхолостую.

Новые источники генерации дают возможность исправить ситуацию и, в конечном счёте, снизить стоимость электроэнергии для потребителей Омской области.

Первым объектом ВИЭ-генерации в регионе стала СЭС Омского нефтеперерабатывающего завода (принадлежит ПАО «Газпром нефть»). С целью «обкатки» технологии осенью 2019 года была введена в эксплуатацию солнечная электростанция мощностью 1,2 МВт.

Она состоит из 2,5 тыс. фотоэлектрических модулей отечественного производства. Этот источник энергии используется для электроснабжения производственных объектов предприятия.

В 2021 году началась реализация проекта по расширению мощностей



солнечной генерации до 20 МВт. В сентябре 2022 года Группа компаний «Хевел» объявила о намерении построить на территории Омской области еще одну солнечную электростанцию мощностью 15 МВт. Это будет третий проект, реализованный инвестором в регионе. Ожидается, что СЭС будет введена в работу к концу 2023 года. По оценкам специалистов, ее выработки будет достаточно для обеспечения «чистой» электроэнергией 16 тыс. квартир (5,3 тыс. домовладений).

**Выполнение капитального и среднего ремонта энергогенерирующего оборудования.** По данным АО «СО ЕЭС», в 2021 году фактический объем мощности выведенных в капитальный и средний ремонт турбо- и гидроагрегатов электростанций в ОЭС Сибири составил 10 087 МВт, что на 789 МВт меньше объема, запланированного сводным годовым графиком ремонтов (10 876 МВт).

## По отчетным данным, в 2021 году выработка

электроэнергии в объединенной энергосистеме СФО

выросла, по сравнению с предыдущим годом, на 4,68%

В течение года были завершены работы по капитальному и среднему ремонту энергооборудования общей мощностью 9 756 МВт. Этот показатель на 1 262 МВт меньше, чем было запланировано ГТР (11 018 МВт).

**Сетевое строительство.** В 2021 году на территории Сибирского федерального округа введены в эксплуатацию и реконструированы больше

20 линий электропередачи класса напряжения 220 кВ (включая заходы и отпайки).

Так,

- в зоне операционной деятельности Красноярского РДУ к сети подключены:

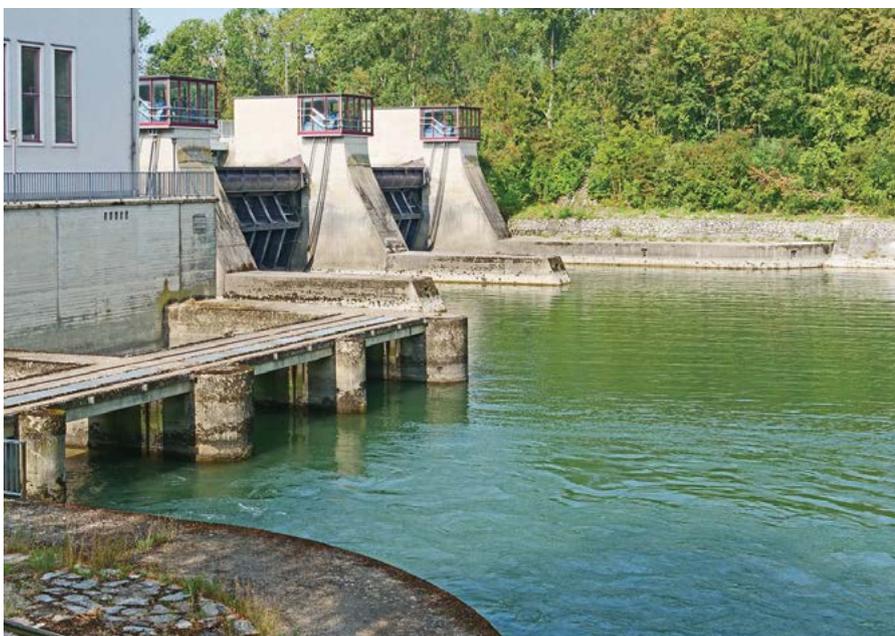
- 1 февраля – ВЛ 220 кВ «Камалла-1 – Саянская тяговая № 2»;
- 1 октября – ВЛ 220 кВ «Саянская тяговая – Мана тяговая»;
- 6 октября – ВЛ 220 кВ «Кравченко тяговая – Крол тяговая»;
- 9 октября – ВЛ 220 кВ «Мана тяговая – Щетинкино тяговая»;
- 13 октября – ВЛ 220 кВ «Миусинская-опорная – Курагино тяговая»;
- 17 октября – ВЛ 220 кВ «Ирбинская – Крупская тяговая»;
- 18 октября – ВЛ 220 кВ «Кошурниково тяговая – Крол тяговая»;
- 22 октября – ВЛ 220 кВ «Ирбинская – Щетинкино тяговая»;
- 23 октября – ВЛ 220 кВ «Кошурниково тяговая – Курагино тяговая».

- на территории Иркутской области в работу введены:

- 20 марта – ВЛ 220 кВ «Озёрная – ТАЗ № 2»;
- 20 марта – ВЛ 220 кВ «Озёрная – ТАЗ № 4»;
- 23 марта – ВЛ 220 кВ «Озёрная – ТАЗ № 1»;
- 23 марта – ВЛ 200 кВ «Озёрная – ТАЗ № 3»;
- 8 апреля – ВЛ 220 кВ «Иркутская – Восточная I цепь с отпайкой на ПС Столбово»;
- 8 апреля – ВЛ 220 кВ «Иркутская – Восточная II цепь с отпайкой на ПС Столбово»;

- в энергосистеме Республики Хакасия реконструированы и подключены к сети:

- 2 июля – ВЛ 220 кВ «Означенное – Степная I цепь с отпайкой на ПС Бея»;
- 2 июля – ВЛ 220 кВ «Означенное – Степная II цепь с отпайкой на ПС Бея»;
- 17 июля – ВЛ 220 кВ «Степная – Абаза»;



- 28 августа – ВЛ 220 кВ «Степная – Камышта»;
- 28 августа – ВЛ 220 кВ «Степная – Югачи»;
- 3 декабря – ВЛ 220 кВ «Степная – Бискамба»;
- 7 декабря – ВЛ 220 кВ «Тя – Чарыш».

С целью расширения области допустимых режимов и оптимизации автоматического противоаварийного управления в 2021 году продолжилось развитие централизованных систем противоаварийной автоматики (ЦСПА), в реальном времени рассчитывающих управляющие воздействия. Для этого проведены совместные испытания ЦСПА ОЭС Сибири и ЦСПА ЕЭС Казахстана, которые будут совместно использоваться в качестве низового устройства ЛАПНУ на подстанции 1150 кВ «Экибастузская».

**Выработка и потребление электроэнергии.** По отчетным данным, в 2021 году выработка электроэнергии в объединенной энергосистеме СФО выросла, по сравнению с предыдущим годом, на 4,68% и составила 204 064,1 млн кВт\*ч.

Потребление электроэнергии в округе в прошедшем году составило 203 435,0 млн кВт\*ч, что на 3,97% больше, чем за аналогичный период 2020 года (табл. 1).

В 2021 году в ОЭС Сибири основную нагрузку по выработке несли ГЭС, которые увеличили показатель на 8,5% по сравнению с 2020 годом – до 127 801 млн кВт\*ч. Тепловые электростанции и электростанции промпредприятий снизили этот показатель на 1,4% – до 87 738 млн кВт\*ч, солнечные электростанции увеличили выработку на 32% – до 365,8 млн кВт\*ч.

Больше всего выработку в 2021 году увеличили Томская область (на 18,6%, до 3 494 млн кВт\*ч), Иркутская область (на 9%, до 65 041,1 млн



Таблица 1

№ п/п	Филиалы АО «СО ЕЭС»	Выработка электроэнергии (млн кВт*ч) 2020 г.	Выработка электроэнергии (млн кВт*ч) 2021 г.	Потребление электроэнергии (млн кВт*ч) 2020 г.	Потребление электроэнергии (млн кВт*ч) 2021 г.
1.	Иркутское РДУ	59 688,3	65 041,1	55 980,5	59 256,2
2.	Кемеровское РДУ	23 379,4	22 139,2	38 901,1	39 907,9
3.	Красноярское РДУ	57 825,6	59 402,7	47 490,9	48 596,7
4.	Новосибирское РДУ	18 147,8	18 771,6	26 354,8	27 934,0
5.	Омское РДУ	5 817,2	6 097,9	10 350,4	10 976,1
6.	Хакаское РДУ	30 086,0	32 611,6	16 588,0	16 764,1
7.	Всего:	194 944,3	204 064,1	195 665,7	203 435,0

кВт\*ч) и Республика Хакасия (на 8,4%, до 32 611,6 млн кВт\*ч). Сократила выработку Кемеровская область (на 8,7%, до 18 647 млн кВт\*ч).

Потребление электричества в минувшем году больше всего увеличилось в энергосистеме Новосибирской области (на 7,1%, до 17 094,8 млн кВт\*ч), Томской области (на 6,6%, до 8 108,2 млн кВт\*ч), Омской (на 6%, до 10 976,1 млн кВт\*ч) и Иркутской (на 5,9%, до 59 256,2 млн кВт\*ч) областей. Сокращение энергопотребления не зафиксировано ни в одном из регионов округа.

Рост потребления электричества объясняется отсутствием заметного влияния карантинных мер на фоне масштабного их ввода в 2020 году, а также увеличением спроса на крупных предприятиях металлургии,

машиностроения и химической промышленности, нефтегазовой отрасли, а также на электрифицированном железнодорожном транспорте.

Кроме того, увеличение выработки электрической энергии на электростанциях ЕЭС России отразилось на объемах электропотребления на собственные, производственные и хозяйственные нужды электростанций.

## Объединяй и развивай?

5–8 сентября 2022 года во Владивостоке проходил VII Восточный экономический форум (ВЭФ). Мероприятие учреждено Указом Президента Российской Федерации в мае 2015 года с целью содействия развитию экономики Дальнего Востока и расширения международного сотрудничества в Азиатско-Тихо-

океанском регионе. В соответствии с Указом ВЭФ проводится ежегодно.

Традиционно на площадках Форума разрабатываются новые инструменты развития и презентуются прорывные технологии, заключаются знаковые инвестиционные контракты и принимаются ключевые решения для развития страны. Все мероприятия проходят в формате панельных сессий, круглых столов, теледебатов, деловых завтраков и бизнес-диалогов.

В 2022 году, в рамках ВЭФ, Министерство энергетики Российской Федерации выступило с предложением расширить вторую ценовую зону ОРЭМ, к которой относится Сибирь, за счет присоединения к ней Дальнего Востока.

В настоящее время энергосистема России разделена на две ценовые зоны – это европейская часть, Урал и Сибирь, а также несколько неценовых регулируемых зон. Работа ОЭС Востока в изолированном режиме, снижает возможности по оптимизации режимов оборудования и энергосистемы в целом.

Министр энергетики Николай Шульгинов отметил, что на Дальнем Востоке нет предпосылок для снижения затрат на энергетику из-за госрегулирования тарифов. По этой причине в дальневосточных регионах отсутствуют новые технологии, рыночное ценообразование и конкурентные отношения.

Кроме того, энергосистема Дальнего Востока сталкивается с еще одной серьезной проблемой. Речь идет об отсутствии инвестиций. Дефицит капиталовложений привел к тому, что доля старого оборудования ТЭС, введенного в эксплуатацию более 30 лет назад, в ОЭС Востока на 10% выше, чем в среднем по стране.

В качестве примера того, как эта проблема проявляется на практике, специалисты приводят южные районы Приморского края, где существуют ограничения на передачу электроэнергии внутри энергообъединения и уже сегодня невозможно подключить к сетям новых пользователей. И это при том, что электроэнергия на Дальнем Востоке для потребителей самая дорогая в России.

Н. Шульгинов считает, что интеграция дальневосточных регионов в энергорынок позволит создать единое рыночное пространство, поможет привлечь дополнительные инвестиции в энергетику за счет роста конкуренции, будет способствовать развитию сети, а также создаст условия для повышения энергоэффективности.

По мнению аналитиков, потенциальных инвесторов на Дальний Восток



## Учитывая сложность ситуации, было принято решение о выделении из краевого бюджета средств

### для проведения технико-экономической экспертизы ТЭЦ

может привлечь альтернативная энергетика. Естественные природные условия создают благоприятные условия для экспериментов в области возобновляемых источников энергии. Это малонаселенные регионы, где можно развивать солнечную, ветряную и геотермальную энергетику, а также нарабатывать практику строительства и использования малых ГЭС.

Присоединение ОЭС Востока к рынку создаст возможность включения ДФО в программу модернизации тепловых электростанций за счет механизма ДПМ, а также проведения конкурсных отборов по программе ДПМ ВИЭ для развития возобновляемой энергетики.

Благодаря климатическим проектам дальневосточные регионы могут стать базой для создания углеродного рынка. Пилотный проект уже реализуется на Сахалине.

Сахалинская область первой в России поставила перед собой амбициозную цель – добиться углеродной нейтральности к 2025 году. Соответственно, этот опыт впоследствии будет масштабирован и на другие субъекты ДФО.

То, что технических проблем с подключением дальневосточных регионов ко второй ценовой зоне не будет, на сессии Форума подтвердил глава правления «Системного оператора ЕЭС» Фёдор Опадчий. Он добавил, что ОЭС Востока сегодня динамично развивается и к 2028 году ожидается рост энергопотребления на 25%.

По данным АО «СО ЕЭС», выработка электроэнергии электростанциями ОЭС Востока за 2021 год составила 46,9 млрд кВт\*ч, что выше уровня предыдущего года на 6,9%. Потребление электричества в 2021 году в ОЭС Востока на 5,3% превысило уровень 2020 года и составило 42,9 млрд кВт\*ч.

В то же время необходимо учиться управлять энергосистемой не только на фоне роста энергопотребления, а еще и из-за значимого изменения природных факторов. В изолированной системе влияние каждого из них ощущается особенно остро.

Одним из основных эффектов создания крупных энергетических

систем эксперты называют возможность взаимного резервирования и меньшую зависимость от конкретных сложностей, которые в больших системах растворяются.

По оценкам специалистов, с точки зрения уже созданной инфраструктуры нет никаких сложностей с подключением дальневосточных

регионов ко второй ценовой зоне, в которую входит Сибирь.

Тогда же Николай Шульгинов заявил, что значительного роста тарифов после объединения энергосистем не планируется. «Наша задача: с ценами мы не должны допустить никаких шоков для потребителей», – отметил министр.

## Ветхую ТЭЦ отправят на пенсию

В городе Яровом Алтайского края до конца 2022 года будет объявлен конкурс на разработку проекта строительства новой водогрейной котельной. С ее помощью власти региона планируют решить проблему теплоснабжения.

Пока же в небольшом курортном городке, где живет 18 тыс. человек,



стартовал очередной отопительный сезон. Горожанам предстоит пройти его со старой теплоэлектроцентралью, которая уже не раз демонстрировала свою «усталость».

Введенная в эксплуатацию в далеком 1944 году Яровская ТЭЦ давно работает с перебоями. Ни у частных собственников, ни у муниципалитета, которому время от времени возвращали энергообъект, средств на капитальный ремонт оборудования так и не нашлось.

Ситуация накалилась докрасна в ноябре 2019 года. Тогда из-за серии аварий на ТЭЦ в городе ввели режим ЧС. Власти были вынуждены принимать экстренные меры для спасения людей.

В непростой ситуации яровчане прожили больше двух лет. В декабре 2021 года режим ЧС был снят и заме-

## **В 2022 году энергетики ПАО «Россети ФСК ЕЭС»**

### **завершили реализацию проекта по модернизации**

#### **крупнейшей подстанции**

нен на режим повышенной готовности. При этом механизм ручного управления правительство края сохраняет до сих пор.

На низкие температуры в своих квартирах во время отопительного сезона жители Ярового жалуются ежегодно. В ноябре прошлого года

из-за технических проблем на ТЭЦ была остановлена часть водогрейного оборудования.

В ситуацию с теплоснабжением города вмешалась Генпрокуратура. По данным фактам возбуждены уголовные дела в отношении главы администрации города, директора и главного инженера станции.

Для реконструкции ветхой ТЭЦ несколько лет искали инвестора. Но желающих так и не нашлось – нерентабельно. Кардинально решать проблему теплоснабжения города за счет бюджетного финансирования местные власти планировали после газификации города. Но ее надо ждать несколько лет.

Учитывая сложность ситуации, было принято решение о выделении из краевого бюджета средств для проведения технико-экономической экспертизы ТЭЦ, которая поможет определить, стоит ли ее реконструировать или экономически выгоднее построить новую.

Эксперты обследовали объект, выполнили все необходимые расчеты и пришли к выводу, что лучше возвести новую угольную котельную с возможностью ее перевода на природный газ. Правда, реализация этого проекта также потребует времени.

Если проектная документация будет подготовлена к концу 2023 года, то к строительным работам можно будет приступить в 2024-м. Разумеется, при наличии средств.

О сроках ввода в эксплуатацию новой котельной пока говорить рано. Но минимум три отопительных сезона яровчане будут жить со старой ТЭЦ, которую необходимо поддерживать в рабочем состоянии только за счет ремонтов.

В этом году власти Алтайского края выделили дополнительное финансирование на закупку топлива. Было обновлено около двух километров теплотрасс. Кроме того, существенно увеличена сумма затрат на текущий ремонт станции: потрачено в три раза больше, чем обычно (около 200 млн руб., из которых более 100 млн руб. – бюджетные). Для повышения надежности работы ТЭЦ решили



установить еще один котел мощностью 75 тонн пара в час.

Ожидается, что принятые меры обеспечат работоспособность действующей отопительной системы и позволят пройти отопительный сезон без аварий.

## У подстанции «Новокузнецкая» открылось второе дыхание

В 2022 году энергетики ПАО «Россети ФСК ЕЭС» завершили реализацию проекта по модернизации крупнейшей подстанции, обеспечивающей питание промышленного юга Кузбасса. В результате выполненных работ на ПС 500 кВ «Новокузнецкая» мощность присоединения добывающих предприятий ОАО «СУЭК-Кузбасс» возросла с 60 МВт до 123 МВт.

Кроме того, помимо возможности технологического присоединения новых объектов, проект позволил повысить надежность энергоснабжения крупных промышленных предприятий и города Новокузнецка с населением 540 тыс. человек, а также минимизировать риски, связанные с развитием технологических нарушений.

В процессе реконструкции были установлены современные устройства передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК) российского производства. Использование микропроцессорной базы позволило, помимо стандартных и хорошо себя зарекомендовавших решений, применить ряд новых алгоритмов и способов, значительно повышающих эффективность функционирования защит.

При возникновении нештатной ситуации в электрических сетях новые комплексы обеспечивают мгновенную передачу управляющих команд на ПС 220/110/35 кВ «Соколовская», которая принадлежит СУЭК.

Эффективная работа УПАСК существенно снижает риск повреждения электросетевого оборудования и развития аварийных ситуаций.

Электрическая подстанция «Соколовская», мощность которой составляют два трансформатора по 125 МВА каждый, расположена в Прокопьевском районе Кемеровской области – Кузбасса.

Энергообъект был введен в работу в 2004 году. Сегодня ПС входит в Единую национальную электрическую сеть России (ЕНЭС) и обеспечивает энергоснабжение таких угледобывающих предприятий ОАО «СУЭК-Кузбасс», как шахты имени В. Д. Ялевского, «Талдинская-Западная-1», «Талдинская-Западная-2», разрезы «Заречный», «Заречный-Северный» и «Камышанский».

В 2017 году, из-за активного развития горных работ и появления новых технологических присоединений, возникла необходимость увеличения пропускной мощности питающего центра и модернизации всей технологической системы.

В результате реконструкции импортные силовые автотрансформаторы были заменены на более мощные – российского производства.

## Найден способ получения «зеленого» водорода

Планы по развитию альтернативной энергетики в России включают в себя не только строительство солнечных и ветровых электростанций, но и внедрение технологий выработки «зеленого» водорода, который

в ближайшем будущем станет одним из ключевых элементов достижения целей по углеродной нейтральности.

Выработка водорода с использованием ветряных генераторов морского базирования нуждается в устойчивом заряде электричества. Невыполнение этого условия может негативно отразиться на качестве топлива, а в некоторых случаях привести к аварийной ситуации.

Группа исследователей из Томского политехнического института (ТПУ) нашла способ, с помощью которого удалось обезопасить процесс получения «зеленого» водорода.

В его основу положен метод синтетической инерции, который без включения в систему дополнительных устройств позволяет сохранять ее устойчивость и вырабатывать



более экономичный и качественный водород.

«Зеленый» водород получают в результате электролиза воды. Процесс подразумевает использование электричества для расщепления молекул воды на водород и кислород. Преимущество метода заключается в минимальных антропогенных (вызванных деятельностью человека) выбросах CO<sub>2</sub> в окружающую среду.

Водород сам по себе – это самое чистое топливо. Однако процесс его производства причиняет экосистеме больше вреда, чем традиционная энергетика. Получение «зеленого» водорода уже стало трендом, к которому стремятся многие развитые страны мира.

## Метод, предложенный учеными ТПУ, проще и дешевле

других аналогичных решений за счет того,

что он предполагает модернизацию самой системы

управления энергосистемы

«Оптимальное месторасположение такого «производства» – энергетические ветряные установки морского базирования. Это позволяет сделать процесс генерации полностью

экологически чистым: вода берется из океана, электроэнергию вырабатывает ветер. Но для электролиза необходим устойчивый заряд электричества. Иначе полученное топливо может быть низкого качества, а сам процесс способен стать причиной аварийных ситуаций», – сказал и.о. руководителя отделения электроэнергетики и электротехники ТПУ Игорь Разживин.

Ученые предлагают придать энергосистеме устойчивость с помощью синтетической или виртуальной инерции – системы управления для устройств ВИЭ, которая при переборах частоты извлекает дополнительную кинетическую энергию из ветра и стабилизирует частоту в системе.

Предложенную методику ученые испытали с использованием разработанной в институте многопроцессорной программно-аппаратной системы «Всережимный моделирующий комплекс реального времени ЭЭС». Тестирование проводилось также при аварийных режимах.

Результаты исследований показали, что применение синтетической инерции позволяет получить более плавные колебания без резких скачков при изменении напряжения в системе.

Есть альтернативные варианты решения этой задачи. Один из таких методов предполагает внедрение в систему дополнительного стабилизатора управления напряжением или установку суперконденсатора.

Это рабочий метод. Однако его реализация требует приобретения дорогостоящего оборудования, которое необходимо настраивать и контролировать. Кроме того, его работу следует синхронизировать с работой других систем цепи.

Метод, предложенный учеными ТПУ, проще и дешевле других аналогичных решений за счет того, что он предполагает модернизацию самой системы управления энергосистемы. Помимо этого, с его помощью легче обезопасить установку от аварийных ситуаций, а значит получать качественный водород бесперебойно.





21-я Международная выставка  
кабельно-проводниковой  
продукции

14–16 марта 2023  
Москва, ЦВК «Экспоцентр»



Забронируйте  
стенд

Присоединяйтесь к лидерам  
российского рынка кабельно-  
проводниковой продукции

Организаторы



Генеральный  
информационный  
партнер



[www.cabex.ru](http://www.cabex.ru)



XXX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
**ЭНЕРГЕТИКА И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

18–20 апреля 2023

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
[www.energetika-restec.ru](http://www.energetika-restec.ru)

Организаторы:

**EXPOFORUM**

Тел.: +7 (812) 240 4040 (доб. 2626)  
[mn.fedorova@expoforum.ru](mailto:mn.fedorova@expoforum.ru)

**РЕСТЭК®**  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Тел.: +7 (964) 331 3398  
E-mail: [lyapunova@restec.ru](mailto:lyapunova@restec.ru)

**ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ  
В ВЕДУЩИХ ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСТАВОЧНЫХ ПРОЕКТАХ!**

выставка

**Энергетика**  
**ДВ региона-2023**  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.  
АВТОМАТИЗАЦИЯ.  
БЕЗОПАСНОСТЬ. СВЯЗЬ.

**18–21** ХАБАРОВСК  
**МАЯ**

ХАБАРОВСКАЯ  
Международная  
Ярмарка

+7 (4212) 452 037

**РЕСТЭК®**  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

+7 (964) 331 3398

[khabexpo.ru](http://khabexpo.ru)

[dv.energetika-restec.ru](http://dv.energetika-restec.ru)



25-я Международная выставка  
электронных компонентов, модулей  
и комплектующих

[expoelectonica.ru](http://expoelectonica.ru)

**Забронируйте стенд**  
на ExpoElectonica



20-я Международная выставка  
технологий, оборудования и материалов  
для производства полупроводников,  
электронных компонентов и систем

[electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

**Забронируйте стенд**  
на ElectronTechExpo



**11–13 апреля 2023**

Москва, Крокус Экспо

**До встречи**  
на выставках 2023!



ОРГАНИЗАТОР  
ORGANISER



14–20 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО

2023  
**ARMY**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ**

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ОПЕРАТОР



МКВ  
МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ

[WWW.RUSARMYEXPO.RU](http://WWW.RUSARMYEXPO.RU)

АВТОРИТЕТНАЯ ПЛАТФОРМА  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА  
ДЛЯ ОБМЕНА ОПЫТОМ

18–20 АПРЕЛЯ 2023



РОССИЙСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
**РМЭФ**  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
 **ЭНЕРГЕТИКА И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ОДНОВРЕМЕННО С РМЭФ-2023 ПРОЙДУТ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЕКТЫ:  
**ВЫСТАВКА «ЖКХ РОССИИ», ВЫСТАВКА СВАРКА/WELDING,  
ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС «ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»**



@ENERGYFORUMSPB САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О РМЭФ В НАШЕМ TELEGRAM-КАНАЛЕ!

18+

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



# KazInterPower-2023

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

24-26 МАЯ

Казахстан  
Павлодар



#### ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



Союз инженеров-  
энергетиков  
Республики Казахстан



Казахстанская  
Электроэнергетическая  
Ассоциация



Палата Предпринимателей  
Павлодарской Области

#### ОРГАНИЗАТОРЫ:



050022, г. Алматы, ул. Шевченко, 90, оф. 76

☎ +7 (727) 313-76-28, 313-76-29

☎ +7 (707) 456-53-07, +7 (708) 568-91-08

✉ kazexpo@kazexpo.kz

🌐 www.kazexpo.kz



**19-22 СЕНТЯБРЯ**  
РОССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**НЕВА 2023**

17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СУДОСТРОЕНИЮ,  
СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ,  
ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

ГЛАВНОЕ  
СОБЫТИЕ  
МОРСКОЙ  
ОТРАСЛИ

**БРОНИРУЙТЕ ЛУЧШИЕ МЕСТА**

На одной волне  
с лучшими!

[nevainter.com](http://nevainter.com)



**31 000 м²**  
ВЫСТАВОЧНЫХ  
ПЛОЩАДЕЙ



**24 241**  
УЧАСТНИК



ИЗ **32**  
СТРАН МИРА

ИЗ **59**  
РЕГИОНОВ РОССИИ



**3500**  
УЧАСТНИКОВ  
ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ



**318**  
СПИКЕРОВ



VIP **360**  
VIP-УЧАСТНИКОВ



ИЗ **23**  
**544**  
СТРАН МИРА  
КОМПАНИЙ-  
ЭКСПОНЕНТОВ



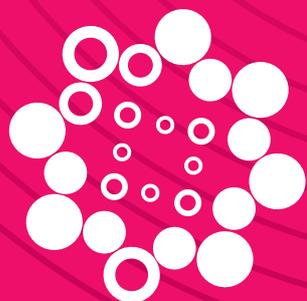
**436**  
РОССИЙСКИХ  
ЭКСПОНЕНТОВ



**108**  
ЗАРУБЕЖНЫХ  
ЭКСПОНЕНТОВ

**7**  
НАЦИОНАЛЬНЫХ  
ПАВИЛЬОНОВ

10-13 ИЮЛЯ 2023  
ЕКАТЕРИНБУРГ, РОССИЯ



# INNOPROM

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



**50 000 м<sup>2</sup>**

выставочных  
площадей



**>100**

мероприятий  
деловой программы



**>40 000**

посетителей



**>600**

российских  
и международных  
экспонентов



[expo.innoprom.com](http://expo.innoprom.com)

# MosBuild

28-я выставка строительных  
и отделочных материалов

28—31 марта 2023  
Москва, Крокус Экспо

Забронируйте стенд на сайте  
[mosbuild.com](http://mosbuild.com)

- Декоративное освещение
- Техническое освещение
- Компоненты и электротехника

**56 622**

посетителей  
из 81 регионов России

**800\***

участников из 20 стран



 **MosBuild**



ОРГАНИЗАТОР  
ORGANISER

\* MosBuild – самая крупная в России выставка строительных и отделочных материалов во всех номинациях Общероссийского рейтинга выставок 2017-2018 г.

11-13 апреля  
Уфа 2023 ВДНХ ЭКСПО

# ФОРУМ УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ

Специализированные выставки

▪ **Строительство** ▪ **Недвижимость**

ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРАВИТЕЛЬСТВО  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



БАШКИРСКАЯ  
ВЫСТАВОЧНАЯ  
КОМПАНИЯ

Свяжитесь  
с нами

[www.stroybvk.ru](http://www.stroybvk.ru)  
[stroy@bvkepo.ru](mailto:stroy@bvkepo.ru)

+7 (347) 246-41-80  
+7 (347) 246-42-37



## ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ:

- Правительство Омской области
- Администрация города Омска
- ОРО ООО «Союз машиностроителей России»
- Омская Ассоциация промышленников и предпринимателей Омской области
- Представительство ГК «Ростех» в Омской области
- Союз «Омская Торгово-промышленная палата»



**21-22 марта**

**ОМСК**

**2023**

**XXIII СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ**

**ПРОМТЕХЭКСПО**

**МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**СВЯЗЬ • IT - ТЕХНОЛОГИИ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

**ИЗМЕРЕНИЯ • СВАРКА • ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ**

**ВАКУУМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ • ИНЭКСПО ЭНЕРГОСИБ, СИБМАШТЭК**

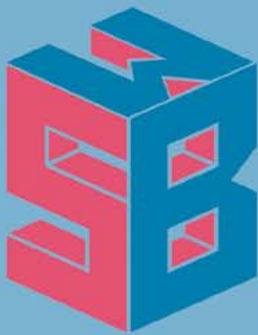


(3812) 23-23-30



e-mail: [expoomsk@yandex.ru](mailto:expoomsk@yandex.ru), [gd.intersib@yandex.ru](mailto:gd.intersib@yandex.ru)

18+



# Siberian Building Week

Сибирская строительная неделя

## 14-17 ФЕВРАЛЯ 2023

Международный форум - выставка строительных, отделочных материалов и оборудования, архитектурных проектов и дизайна

Более

# 350

компаний-экспонентов из России и зарубежных стран



Свыше

# 18000

профессиональных посетителей!



Событие года – Форум «Сибирь 2030. Строим будущее»



Более

# 50

дискуссионных площадок



sbweek.ru



+7 (383) 363 00 63

 ЦЕНТР ЭКСПО

 **НОВОСИБИРСК**  
**ЭКСПО ЦЕНТР**



# РОССИЙСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

**28.02 – 03.03.2023**

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Международная  
специализированная  
выставка  
**RosBuild 2023**



Международная  
специализированная  
выставка  
«Мир стекла-2023»



Салон «Малозэтажное  
домостроение»



Форум «Строим будущее  
России вместе»



[www.rsn-expo.ru](http://www.rsn-expo.ru)

12+



Реклама



При поддержке

Под патронатом

Организатор

**ЭКСПОЦЕНТР**

VIII Международная конференция

# АРКТИКА-2023

Арктика: устойчивое развитие

2–3 марта 2023, г. Москва

## Стань участником

Специализированная выставка | Спонсорство

Тел. +7 (495) 662-97-49 (многоканальный)

Электронная почта: [arctic@s-kon.ru](mailto:arctic@s-kon.ru)  
[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)

Официальная поддержка:



Организаторы:



**ВЫСТАВКА ОТДЕЛОЧНЫХ  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

 **YugBuild**

**1–4 марта  
2023**

Краснодар  
ВКК «Экспоград Юг»

**17**  
разделов  
экспозиции

**146**  
участников

**6496\***  
специалистов  
со всего  
Юга  
России

\*Статистика приведена  
по выставке YugBuild-2022



Организатор



+7 (861) 200-12-34  
yugbuild@mvk.ru

Официальный  
информационный  
спонсор



**Получите бесплатный  
билет по промокоду  
YBD-01**

**[www.yugbuild.com](http://www.yugbuild.com)**



## АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

АБС ХОЛДИНГС, ООО	ВОСТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
АВВ-ЭЛЕКТРОЩИТ, ООО	ВТОРРЕСУРС-ПЕРЕРАБОТКА, ООО
АВТОНОМБЫТСТРОЙ, ООО	ВЫМПЕЛКОМ, ОАО
АГРОПРОМКОМПЛЕКТАЦИЯ-КУРСК, ООО	ГАЗ РЕГИОН ИНВЕСТ, ООО
АДВ-ИНЖИНИРИНГ, ООО	ГАЗМАШПРОЕКТ, ООО
АДМИРАБЛЬ, ООО	ГАЗПРОМ МЕЖРЕГИОНГАЗ ТВЕРЬ, ООО
АЗИМУТ, ООО	ГАЗПРОМНЕФТЬ-ВОСТОК, ООО
АКРОН, ПАО	ГАЗЭНЕРГОСЕТЬ, ОАО (ГАЗПРОМ ГАЗЭНЕРГОСЕТЬ, АО)
АЛБ, ООО	ГАЛЛОП, ООО
АЛТАЙЗЕРНОПРОДУКТ, ООО	ГИДРОТЕХТРЕЙД, ООО
АЛТАЙ-КОКС, АО	ГК «СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ», АО
АЛТАЙРЕМЛЕСМАШ, ООО	ГМС ЛИВГИДРОМАШ, АО
АЛТАЙЭНЕРГОСБЫТ, АО	ГОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ООО
АЛЬТОНИКА, ООО	ГОРСВЕТ ИНЖИНИРИНГ, ООО
АЛЬФА-ПЛЮС, ООО	ГОЭЛРО, ОАО
АМПЕРХАУС, ООО	ГРАЖДАНПРОМСТРОЙ, ООО
АНЖЕРСКАЯ НЕФТЕГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ГРУППА ЗАВОДОВ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ «ТЭК»
АО «ХК «СИБЦЕМ»	ГРУППА КОМПАНИЙ «ТИТАН», АО
АРМОБИТ, ООО	ГРУППА КОМПАНИЙ ДЕМИДОВ, ООО
АСТЕР ГРУПП, ООО	ГРУППА КОМПАНИЙ ЕКА
АТОМЭНЕРГОМАШ, АО	ГРУППА ЭНЭЛТ, ООО
АТОМЭНЕРГОСБЫТ, АО	ДАУ ИЗОЛАН, ООО
АТРАН, ООО	ДВС-МОНТАЖ, ООО
АТРИЛОР, ООО	ДЕНОЛ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ
БАЗА ЭЛЕКТРОНИКИ, ООО	ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОАО
БАЙКАЛЬСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ДИЭЛЕКТРО КОМПАНИЯ, ООО
БАЛТНЕФТЕПРОВОД, ОАО	ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, ОАО (ДСК, ОАО)
БАРНАУЛЬСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ, АО	ДОРОГОБУЖ, ПАО
БАРНАУЛЬСКАЯ ГОРЭЛЕКТРОСЕТЬ, АО	ДЮМА, ЗАО
БАРНАУЛЬСКИЙ ВАГОНРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД АО	ЕВРОСЕНСОР, ООО
БАРНАУЛЬСКОЕ ДРСУ	ЕВРОСИБЭНЕРГО, АО
БЕЛГОРОДСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ОАО	ЕВРОХИМ ТРЕЙДИНГ РУС, ООО
БЕННИНГ ПАУЭР ЭЛЕКТРОНИКС, ООО	ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ТОРГОВАЯ КОМПАНИЯ (ЖТК)
БОГУЧАНСКИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ ЗАВОД, АО	ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ СИБИРИ, ООО
БРЯНСКЭЛЕКТРО, ООО	ЗАВОД «АКВА ЭЛЕКТРО СИСТЕМЫ», ООО
БЮРО ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ, ООО	ЗАВОД «ДИОЛА», ООО
ВЕРХНЕЧОНСКНЕФТЕГАЗ, АО	ЗАВОД «ОБЕРЕГ», ООО
ВИКО, ООО	ЗАВОД МОСКАБЕЛЬ, ООО
ВИТИМЭНЕРГОСБЫТ, АО	ЗАВОД ПРИПОЕВ, ЗАО
ВЛАДИМИРСКИЕ КОММУНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОАО	ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ООО
ВЛАДИМИРЭНЕРГОСБЫТ, ПАО	ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ "НОВОТЭН"
ВНИИР-ПРОМЭЛЕКТРО, ООО	ЗАПАДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ВОЗРОЖДЕНИЕ, ООО	ЗЭТО, ЗАО

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**


**НОВОСТИ  
ЭНЕРГЕТИКИ**

отраслевой энергетический портал

www.novostienergetiki.ru

ИМПУЛЬСЭНЕРГОПРОЕКТ, ООО  
 ИМПЭКС ЭЛЕКТРО, ООО  
 ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАГАЗИН, ЗАО  
 ИНЖЭНЕРГОМОНТАЖ, ООО  
 ИНК-ЗАПАД, АО  
 ИНКОМОС, ООО  
 ИНКОМОС, ООО  
 ИНТЕЛПРИБОР, ООО  
 ИНТЕР-ТУЛС, ООО  
 ИНТЕРЭЛЕКТРО, ООО  
 ИНЭЛЕКТРО, ЗАО  
 ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ ООО  
 ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 ИРКУТСКАЯ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 ИРКУТСККАБЕЛЬ, АО  
 КАБЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ООО  
 КАЛУЖСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ОАО  
 КАЛУЖСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД, ПАО  
 КАСКАД, ООО  
 КАШИНСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОАППАРАТУРЫ, ОАО  
 КЕМЕРОВОСТРОЙДОРМАШСЕРВИС, ООО  
 КМА-ЭНЕРГОСБЫТ, АО  
 КОМПАНИЯ «ПРИВОД-ИНЖИНИРИНГ»  
 КОМПАНИЯ ЭССЭО  
 КОМПЛЕКТЭЛЕКТРО, ООО  
 КОНТИНЕНТАЛ КАЛУГА, ООО  
 КОПОС ЭЛЕКТРО, ООО  
 КОРАЛЛ, ООО  
 КОРДИАНТ, АО  
 КОРПОРАЦИЯ «ИРКУТ», ПАО  
 КОРПОРАЦИЯ ГРИНН, АО  
 КОРПОРАЦИЯ ГРИНН», АО  
 КОСТРОМСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ПАО  
 КРАСНОЯРСКИЙ ЗАВОД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ, АО  
 КРАСНОЯРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО  
 КСК, ООО  
 КТЛ, ООО  
 КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ, АО  
 КУРСАГРОТЕРМИНАЛ, ООО  
 ЛАЙТЭЛЕКТРОСНАБ, ООО  
 ЛАНИТ, АО  
 ЛАНИТ-НОРД, ООО  
 ЛЕЛЬ, ООО  
 ЛИАН ГРУПП, ООО  
 ЛИПЕЦКАЯ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ОАО  
 ЛИТЕЙНЫЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО  
 МАКСКОМ ЭЛЕКТРО, ООО  
 МАШЗАВОД «ТРУД»Ю, АО  
 МАШЗАВОД ТРУД, ОАО  
 М-ДАЛТ ГРУП, ООО  
 МЕГА, ООО  
 МЕГАИНТЕРСЕРВИС, ООО  
 МЕГАЛИТ, ООО  
 МЕТАЛЛЭНЕРГОФИНАНС, ООО  
 МЕТАЛЮКС, ЗАО  
 МЕЧЕЛ, ПАО  
 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
 МИНУДОБРЕНИЯ, АО  
 М-ЛАЙТ, ООО  
 ММК-УГОЛЬ, ООО  
 МНВ, ООО  
 МОНА, ЗАО  
 МОНТ, ООО  
 МОСКОВСКИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ СЕТИ  
 МОСКОВСКИЕ КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ  
 МОСКОВСКИЙ ПРОЖЕКТОРНЫЙ ЗАВОД, ЗАО  
 МОСОБЛЭНЕРГОГАЗ, ЗАО  
 МОСТРАНСАВТО, АО  
 МСВ, ООО  
 МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА, ОАО  
 НЕОН ГРУППА КОМПАНИЙ, ООО  
 НЕФТЕТРАНССЕРВИС, АО  
 НЕФТЕХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 НЕФТЕХИМСЕРВИС, АО  
 НЗСК, ОАО  
 НИИПРОЕКТЭЛЕКТРОМОНТАЖ, ЗАО  
 НОВКОСТРОМА, ООО  
 НОВОСИБАРЗ, ОАО  
 НОВОСИБИРСКИЙ АФФИНАЖНЫЙ ЗАВОД, АО  
 НОВОСИБИРСКИЙ ЗАВОД РАДИОДЕТАЛЕЙ «ОКСИД», АО  
 НОВОСИБИРСКИЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД, АО  
 НОВОСИБИРСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД «ИСКРА», АО  
 НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, АО  
 НОВОСИБИРСКИЙ ЭЛЕКТРОВАЗОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, ООО  
 НОВОСИБИРСКОСТРОЙМОНТАЖ, ООО  
 НОВОСИБИРСКЭНЕРГОСБЫТ, АО  
 НОРИЛЬСКНИКЕЛЬРЕМОНТ, ООО  
 НОРТЕК, ООО  
 НПО «СИБСЕЛЬМАШ», ОАО  
 НПО ПРОМЕТ, ООО  
 НССК, ОАО  
 НТЦ ИПС, ООО  
 ОБНИНСКЭНЕРГОТЕХ, ЗАО  
 ОБЩЕСТВО ПОД УПРАВЛЕНИЕМ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ»  
 ОБЪЕДИНЕННАЯ ХИМИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ «УРАЛХИМ», АО  
 ОБЪЕДИНЕННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 ОМАТИС, ООО  
 ОМСКИЙ ЗАВОД ПОЛИПРОПИЛЕНА (ПОЛИОМ), ООО  
 ОМСКШИНА, АО  
 ОРЕЛ НОБЕЛЬ-АГРО, АО  
 ОРЕЛСТРОЙ, ОАО  
 ОСОБЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ, ОАО

**РАЗМЕЩАЙТЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ КОМПАНИЙ**

 НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**



**НОВОСТИ  
ЭНЕРГЕТИКИ**

отраслевой энергетический портал

www.novostienergetiki.ru

ОСТЕРОН, ООО	СЕВЕРНАЯ ПРИГОРОДНАЯ ПАССАЖИРСКАЯ КОМПАНИЯ, АО
ОТРАДААГРОИНВЕСТ, ООО	СЕВЕРНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ, ЗАО (ЗАО «ДЦВ»)
ПАО «ВЫСОЧАЙШИЙ»	СЕРВОТЕХНИКА, ЗАО
ПАО «КОКС»	СИБГОРМАШ, ООО
ПАО «КОРШУНОВСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ»	СИБИРСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ПАО «НЗХК»	СИБИРСКАЯ СЕРВИСНАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ПАО «НОВОСИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. КУЗЬМИНА»	СИБИРСКИЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ, ФГУП
ПАО «СИБЛИТМАШ»	СИБИРЬ-ТЕХНИКА, ООО
ПАО «МРСК ЦЕНТРА» — «ОРЕЛЭНЕРГО»	СИБИРЬЭЛЕКТРОСЕТЬСЕРВИС, АО
ПАО «НАЗ ИМЕНИ В. П. ЧКАЛОВА»	СИБКАБЕЛЬ, АО
ПАО «НОВОСИБИРСКИЙ ЗАВОД ХИМКОНЦЕНТРАТОВ»	СИБТЕХНОСЕРВИС, ООО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР ВОРОНЕЖЭНЕРГО»	СИБЭКО, АО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР ЛИПЕЦКЭНЕРГО»	СИНАР, АО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР СМОЛЕНСКЭНЕРГО»	СИСТЕМЫ, ОАО (ФСК ЕЭС, ОАО)
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» - «БЕЛГОРОДЭНЕРГО»	СИТИГЕН, ООО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» - «БРЯНСКЭНЕРГО»	СК АГРОСТРОЙ
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» — «КОСТРОМАЭНЕРГО»	СМС-АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЗАО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» — «КУРСКЭНЕРГО»	СОВРЕМЕННЫЕ ГОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ООО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» - «ТВЕРЬЭНЕРГО»	СОВРУДНИК, ООО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР» - «ЯРЭНЕРГО»	СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ, ООО
ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР»-«ТАМБОВЭНЕРГО»	СОНЕТ ИНВЕСТ, ООО
ПАО «ТЯЖСТАНКОГИДРОПРЕСС»	СОНЭЛ, ООО
ПАУЛИГ РУС, ООО	СОЦСФЕРА, АО
ПЕЛСИ, ООО	СОЮЗ «КУЗБАССКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПЕРВАЯ ГРУЗОВАЯ КОМПАНИЯ, АО	СОЮЗ «НОВОСИБИРСКАЯ ГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПОЛЮС ВЕРНИНСКОЕ, АО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)»
ПРАКТИК ЭТПО, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ, ЗАО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ»
ПРОВЕНТО ГРУППА КОМПАНИЙ, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПРОГРЕССАВТОМАТИКА, ООО	СОЮЗ «МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД» АО	СОЮЗ «НОГИНСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПРОКОМ-ХОЛДИНГ, ООО	СОЮЗ «ОБНИНСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПРОМЕТЕЙ, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПРОМЫШЛЕННАЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПРОМЭЛЕКТРИКА, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ»
РЕИЛГО, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ»
РЕМЕР, ПГ, ООО	СОЮЗ «ТУЛЬСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
РКБ, ООО	СОЮЗ-ПРИБОР, ООО
РОССЕТИ ЦЕНТР, ПАО	СПЕЦИНСТРУМЕНТ МАСТЕР, ООО
РУ ЭЛЕКТРОНИКС, ООО	СПЕЦСЕРВИС СТК, ООО
РУСАГРОТРАНС, АО	СПЕЦТЕХКОМПЛЕКТ, ООО
РУСГАЗБУРЕНИЕ, ООО	СРС-ЭЛЕКТРО, ООО
РУССКАЯ КАБЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ, ОАО	ССТ КРАСНОЯРСК, ООО
РУСЭКСПОРТ, ООО	ССТ, ГК
РУСЭНЕРГОСБЫТ, ООО	СТАНКОСИБ, ОАО
РЭЛТЕК, ООО	СТБ (СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО), ООО
РЭНЕРА, ООО	СТРОЙГЕОТЕХНОЛОГИИ, ООО
РЯЗАНСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ПАО	СТРОЙПРОЕКТСЕРВИС, СТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ
САТУРН, НПО	СТРОЙСЕРВИС, АО
САЯНСКИМПЛАСТ, АО	СТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ «ГОРИЗОНТ», ООО
СВИТЧ ЭЛЕКТРИК, ООО	

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**

СТРОИТЕЛЬНЫЙ СЕЗОН, ООО  
 СТУПИНСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ОАО (СМК)  
 Т ПЛЮС, ПАО  
 ТАЙМЫРСКАЯ ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ОАО  
 ТАМБОВСКАЯ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ПАО  
 ТАУН-ЭНЕРГО, ООО  
 ТВЕРСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ, ООО  
 ТВЭЛ, АО  
 ТЕЛЕКОМ-ЗАПАД, АО  
 ТЕПЛОДОМЕР, ЗАО  
 ТЕХКОМЭЛЕКТРО, ООО  
 ТК ПРОФЭНЕРДЖИ, ООО  
 ТНС ЭНЕРГО ВОРОНЕЖ, ПАО  
 ТНС ЭНЕРГО ТУЛА, АО  
 ТНС ЭНЕРГО ЯРОСЛАВЛЬ, ПАО  
 ТОМЛЕСДРЕВ, ООО  
 ТОМСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ФГУП  
 ТОМСКНЕФТЕХИМ, ООО  
 ТОП ЭНЕРГО, ЗАО  
 ТОРГОВЫЙ ДОМ «УНКОМТЕХ», ООО  
 ТРАНСКОНТЕЙНЕР, ПАО  
 ТРАНСНЕФТЬ - ВОСТОК, ООО  
 ТРАНСНЕФТЬЭНЕРГО, ООО  
 ТРАНССЕРВИСЭНЕРГО, ЗАО  
 ТРУБНАЯ ГРУЗОВАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 ТСРК, ООО  
 ТУЛАЧЕРМЕТ, ПАО  
 ТЫВАЭНЕРГО, АО  
 ТЫВАЭНЕРГОСБЫТ, АО  
 УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ СИБИРСКАЯ, АО  
 УГОЛЬ-ТРАНС, АО  
 УЛАН-УДЭНСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ЗАВОД, АО  
 УЛАН-УДЭНСКОЕ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПО, ОАО  
 УЛЬТРА ЛАЙТ, ООО  
 ФЕРРУМ, ООО  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В АЛТАЙСКОМ КРАЕ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ  
 ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СИБИРЬ» В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ  
 ФИРМА «АВГУСТ», АО  
 ФЛС НЕЛСОН РУС, ООО  
 ФОРТУМ, ПАО  
 ФОСАГРО, ПАО  
 ЦЕНТРАЛЬНО-СИБИРСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА  
 ЦЕНТРОПОЛИМЕР, ООО  
 ЦЕНТРОСВАРМАШ, ОАО  
 ЦЕНТРСТРОЙСВЕТ, ЗАО (CSVТ)  
 ЦУП ЧЭАЗ, ООО  
 ЧЕЛЭНЕРГОПРИБОР, ООО  
 ЧИТАЭНЕРГОСБЫТ, АО  
 ШЕЛЛНЕФТЬ, ЗАО  
 ЩЕКИНОАЗОТ, АО  
 ЩИТЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ, ООО  
 ЭКОСТЭП СИБИРЬ, ООО  
 ЭЛЕКАР, ООО  
 ЭЛЕКОН, ООО  
 ЭЛЕКТРО МАРКЕТИНГ-СЕРВИС, ООО  
 ЭЛЕКТРОАГРЕГАТ, АО  
 ЭЛЕКТРОИЗОЛИТ, ПАО  
 ЭЛЕКТРОИНЖЕНЕР, ООО  
 ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА, ООО  
 ЭЛЕКТРОЛИДЕР, ООО  
 ЭЛЕКТРОН-КОМПЛЕКТ, ООО  
 ЭЛЕКТРОСЕТЬКОМПЛЕКТ, ООО  
 ЭЛЕКТРОСИСТЕМ, ООО  
 ЭЛЕКТРОСФЕРА, ЗАО  
 ЭЛЕКТРОТЕХМОНТАЖ-М, ООО  
 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ООО  
 ЭЛЕКТРОЩИТМОНТАЖ, ООО  
 ЭЛКАП, ООО  
 ЭЛКО ЭП РУС, ПО  
 ЭЛ-КОМПЛЕКС, ООО  
 ЭЛПА, ОАО  
 ЭЛПРОМ, ООО  
 ЭЛСИ СТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ, ЗАО  
 ЭЛСНАБ, ООО  
 ЭЛТЕЗА, ОАО  
 ЭМХО, ООО  
 ЭНЕЛ РОССИЯ, ПАО  
 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ, ООО  
 ЭНЕРГОКОМ, ООО  
 ЭНЕРГОНАЛАДКА 2000, ООО  
 ЭНЕРГОРЕСУРС, ООО  
 ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ «ВОСТОК», АО  
 ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ ГАРАНТ, ООО  
 ЭНЕРГОСЕТЬ ИНВЕСТ, ООО  
 ЭНЕРГОСИЛА, ООО  
 ЭНЕРГОСТРОЙХОЛДИНГ, ООО  
 ЭННОВА, АО  
 ЭРАСИБ, ЗАО  
 ЭСК СИБИРИ, АО  
 ЭТЕЛЬ, ООО  
 ЭТК ЭНГАРД, ООО  
 ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ  
 ЮНИТЕЛ ИНЖИНИРИНГ, ООО  
 ЯРОСЛАВСКАЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ, ОАО

Если вы хотите регулярно получать с доставкой в офис новости и аналитические материалы о ситуации в электротехнической отрасли, справочную информацию и интервью с экспертами рынка, **подпишитесь на журнал-справочник «Рынок Электротехники».**

Для этого вам необходимо заполнить заявку подписчика, оплатить прилагаемый счет и отправить нам в редакцию данную заявку и подтверждение оплаты по почте [reklama@marketelectro.ru](mailto:reklama@marketelectro.ru)



### Заявка подписчика на журнал-справочник «Рынок Электротехники»

Наименование организации: \_\_\_\_\_

Вид деятельности: \_\_\_\_\_

Юридический адрес: \_\_\_\_\_

Почтовый (фактический) адрес: \_\_\_\_\_

Телефон с кодом города: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Контактное лицо: \_\_\_\_\_

Должность: \_\_\_\_\_

ИНН \_\_\_\_\_ КПП \_\_\_\_\_

расчетный счет: \_\_\_\_\_

корреспондентский счет: \_\_\_\_\_ БИК: \_\_\_\_\_

**Выберите вид подписки:**

Печатная версия журнала

Электронная версия журнала

### Счет за подписку на год

Поставщик	ООО «Нормедиа», ИНН 9701090129 КПП 770101001 Р/с 4070 2810 0100 0023 8020аО «Тинькофф Банк» г. Москва К/с 3010 1810 1452 5000 0974 БИК 0445 2597 4		Сч. № Код
<b>СЧЕТ №РЭ-2023</b>			
Плательщик ИНН/КПП Расчетный счет Банк Корр. Счет №			<b>ВСЕГО</b>
Дата и способ отправки Квитанция/ Накладная	Отметка об оплате	Отметка об оплате	Шифр
<b>Предмет счета</b>	<b>Количество</b>	<b>Цена</b>	<b>Сумма</b>
За подписку на журнал «Рынок электротехники» на 1 год	4	1 130-00	<b>4552-00</b>
	Стоимость с учетом скидки 5 %		4324-40
	НДС не облагается		0
	<b>ВСЕГО К ОПЛАТЕ</b>		<b>4324-40</b>

**Всего к оплате: Четыре тысячи триста двадцать четыре рубля 40 коп.**

**НДС не облагается**

При оплате счета в назначении платежа просьба указать: адрес доставки журнала, телефон (с кодом города), ФИО контактного лица.

При оплате счета доверенными лицами или другими организациями просьба указать в основании платежа за кого производится оплата, и уведомлять письменным сообщением.

Генеральный директор



Корчагина Г.В.

\* Оплата данного счета- оферты (ст.432гК РФ) свидетельствует о заключении сделки купли-продажи в письменной форме (п.3 ст. 434 и п.3 ст.438гК РФ)



**ПОДПИШИСЬ**

**на Telegram-канал**

**<https://teleg.one/novenergy>**



# **НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ**

**«НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ» – отраслевое информационное агентство, являющееся поставщиком актуальной и оперативной информации обо всем, что происходит энергетическом рынке, позволяющий узнавать обо всех событиях в отрасли в режиме онлайн и максимально объективно.**



**Вы получите самые свежие новости из мира энергетики: будь то новости атомной энергетики, новости об электроэнергии, новости теплоснабжения, альтернативная энергетика, энергосбережение, люди в энергетике, энергетика и фондовый рынок, нефть, газ, уголь, вопросы коммунальных тарифов и ЖКХ, изменения в действующем законодательстве, касающиеся энергетических вопросов и т. д.**

**«НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ» – это объёмный и объективный тематический информационный ресурс, всесторонне освещающий самые различные стороны энергетической отрасли.**



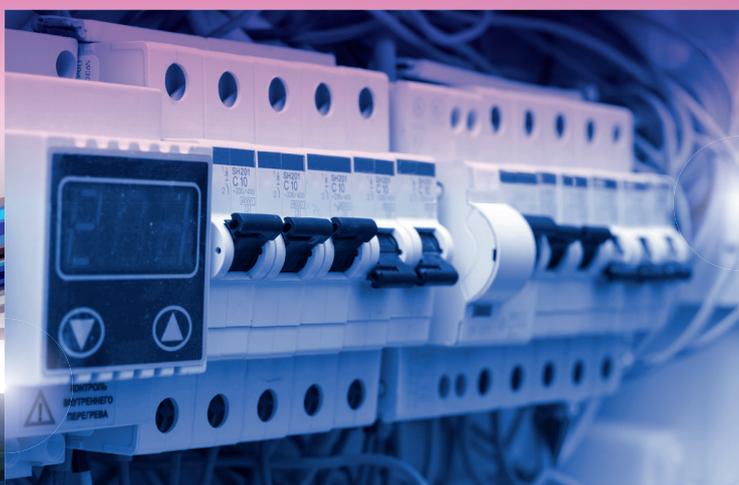
# ЭЛЕКТРО



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

## 6–9 ИЮНЯ 2023

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР» • WWW.ELEKTRO-EXPO.RU



12+



Реклама

 **ЭКСПОЦЕНТР**



**ЭЛЕКТРО  
МАРКЕТ**  
ВАЖНЫЕ СВЯЗИ  
ДЛЯ ВАЖНЫХ ДЕЛ



**ЭЛЕКТРО  
ОБЩЕНИЕ**  
РАЗГОВОРЫ  
С ТОЛКОМ



**ЭЛЕКТРО  
НАВЫКИ**  
ПРОКАЧАЙ НАВЫКИ  
И КОМПЕТЕНЦИИ