



Энергоснабжение  
промышленных  
объектов: настоящее  
и будущее



Светодиодные  
светильники:  
технические решения  
и тренды



# РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

www.marketelectro.ru

ежеквартальный журнал-справочник



**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.

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

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

РЕГИОНЫ НОМЕРА: СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

# ChipEXPO-2022

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

ВЫСТАВКА ПРОЙДЕТ

13-15.09

В ТЕХНОПАРКЕ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА

СКОЛКОВО



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ:

- ✓ Предприятия радиоэлектронной промышленности России
- ✓ Поставщики электронных компонентов
- ✓ Участники конкурса "Золотой Чип"
- ✓ Новинки производителей электроники
- ✓ Стартапы в электронике (стенд Инновационного центра Сколково)
- ✓ Дизайн-центры электроники

ОФИЦИАЛЬНАЯ  
ПОДДЕРЖКА:



ОРГАНИЗАТОРЫ:

ЗАО «ЧипЭКСПО», 111141, Москва, Зеленый пр-д, д.2  
Тел.: +7 [495] 221-50-15, E-mail: info@chipexpo.ru  
<http://www.chipexpo.ru>

# Автономные комплексы телеметрии ST350

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ И УЧЁТА ГАЗА



Дистанционный контроль и мониторинг параметров объекта с передачей на верхний уровень

Работа во взрывоопасных зонах при отсутствии сети внешнего электропитания

Взрывозащищённое исполнение (Сертификат соответствия требованиям № EAЭС RU C-RU.AA87.B.00867/21)

Автономная работа комплекса телеметрии от 1,5 лет без замены элементов питания

Отправка аварийных сообщений на верхний уровень

Оперативная локализация зоны небаланса для поиска хищений газа

### СОВРЕМЕННОЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ГРУППА КОМПАНИЙ  
**СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Главный офис  
Телефоны  
Электронная почта  
Офис в Москве  
Электронная почта

600014, г. Владимир, ул. Лакина, 8А, пом. 27  
[4922] 33-67-66, 33-79-60, 33-93-68  
st@sicon.ru  
123610, г. Москва, Краснопресненская наб. 12, оф. 920  
dvm@sicon.ru



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



**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.

**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:**

Мария Плехова  
event@marketelectro.ru

**ДИЗАЙН, ВЕРСТКА:**

Максим Голубцов

**ТРАФИК-МЕНЕДЖЕР:**

Дарья Каткова  
traffice@gmail.com

**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 4.03.2022 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 №: 1362-2022

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

В первом номере журнала «Рынок Электротехники» в этом году мы решили обратить внимание на энергоснабжение промышленных объектов. Что происходит сегодня в этой сфере, какие технологии внедряются, какие проблемы существуют и к чему готовиться.

В разделе «Рынок Светотехники» тема номера – «Светодиодные светильники: технические решения и тренды». Что происходит на рынке, какие есть проблемы и возможности.

Регионы номера – Северо-Западный и Дальневосточный федеральные округа. Как всегда – обзор, аналитика, ключевые события и ответы на актуальные вопросы.

Важное пояснение: этот номер журнала был собран нами до начала известных событий. Безусловно, все прогнозы и аналитика делались без учета того, что случилось потом. В чем-то они до сих пор актуальны. Но в определенной части ситуация уже изменилась. Следите за нашими сайтами [www.marketelectro.ru](http://www.marketelectro.ru) и [www.novostienergetiki.ru](http://www.novostienergetiki.ru), где мы будем по возможности оперативно публиковать информацию и комментарии специалистов о том, что происходит с рынком в новых условиях.

Приятного и полезного чтения!

*Команда проекта «Рынок Электротехники»*

Приглашаем Вас посетить наш стенд  
на выставке МФЭС-2022  
22-25 марта 2022 года.  
ВДНХ, павильон 57, стенд А57

### РТК-ЭЛЕКТРО-М

— первый в России завод по производству малогабаритных токопроводов и шинопроводов с литой/твёрдой изоляцией для систем низкого и среднего напряжения на подстанциях, электрических станциях, прочих объектах промышленности и гражданского строительства.

**70**

км токопроводов  
и шинопроводов  
изготовлено

**83**

региона поставок

**16**

лет на рынке  
электротехнического  
оборудования

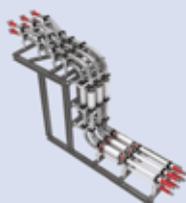
**8**

представительств  
в Европе, странах СНГ  
и Ближнем Востоке

### СИСТЕМЫ СРЕДНЕГО НАПЯЖЕНИЯ



**Комплектные токопроводы  
ТКЛС с литой изоляцией**  
Умакс: до 24 кВ  
Ином: до 10 000 А  
Степень защиты: IP68

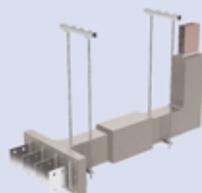


**Токопроводы с RIP-изоляцией  
ТПЛ**  
Умакс: до 40,5 кВ  
Ином: до 12 000 А  
Степень защиты: IP54 - IP68

### СИСТЕМЫ НИЗКОГО НАПЯЖЕНИЯ



**Шинопроводы типа «сэндвич»  
ШМС**  
Умакс: до 1,2 кВ  
Ином: до 11 000 А  
Степень защиты: IP55



**Пожаростойкие шинопроводы  
ТКЛН с литой изоляцией**  
Умакс: до 1,2 кВ  
Ином: до 12 600 А  
Степень защиты: IP68

Токопроводы и шинопроводы имеют необходимые сертификаты, экспертные заключения ПАО «РОССЕТИ», а система менеджмента качества завода «РТК-ЭЛЕКТРО-М» соответствует стандарту ISO 9001:2015. Токопроводы и шинопроводы ТКЛ производства завода «РТК-ЭЛЕКТРО-М» прошли испытания в лабораториях КЕМА и ДЕКРА и получили сертификат соответствия международным стандартам ИЕС 61439-6 (2012) и ИЕС 62274-1 (2007).

Для получения информации о поставках и другой технической информации, предлагаем Вам зарегистрироваться в личном кабинете на сайте завода «РТК-ЭЛЕКТРО-М» [www.rtc-electro-m.ru](http://www.rtc-electro-m.ru)

**8-800-550-33-11**

## ТЕМА НОМЕРА

**Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее**

**6**

## КРУГЛЫЙ СТОЛ

**Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее**

**22**

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

**Нештатные ситуации в электросетях. Анализ и решения**

**28**

## АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

**Все преимущества литий-ионной технологии в новых экономичных АКБ Delta LFP Plastic**

**35**

## СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Современные системы учета электроэнергии**

**36**

## КАБЕЛЬ

**Инновационные системы прокладки кабельных трасс**

**45**

**РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Модернизация РЗА ячеек  
РУ 6–35 кВ от компании  
ООО «Юнител Инжиниринг» **46**

**РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ**

Светодиодные светильники:  
технические решения и тренды **49**

Светотехнические решения  
для розницы **68**

**КРУГЛЫЙ СТОЛ**

Светодиодные светильники:  
технические решения и тренды **77**

**РЕГИОН НОМЕРА**

Обзор электроэнергетики  
Северо-Западного федерального  
округа **82**

Обзор электроэнергетики  
Дальневосточного федерального  
округа **98**

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



# Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее

■ Андрей Метельников

Финансовые показатели работы крупных промышленных предприятий во многом зависят от организации систем электроснабжения. Главная задача комплексного энергообеспечения таких объектов состоит в необходимости обеспечения качественным и надежным электропитанием производственных мощностей, автоматизированных систем управления и контроля, видеонаблюдения, охранной и пожарной сигнализации в то время, когда оборудование работает в штатном режиме, а также в случае возникновения сбоев в работе системы основного энергоснабжения.

## НАСТОЯЩЕЕ

В производственных процессах промышленных предприятий могут быть задействованы разные виды энергии – электрическая, тепловая, механическая и др. В зависимости от вида выпускаемых продуктов и технологических особенностей производства затраты предприятия на энергоресурсы и распределение энергии составляют от 5 до 60% себестоимости конечного продукта. Во всем мире эта статья расходов отличается устойчивой тенденцией к развитию.

Ритмичность и бесперебойность энергоснабжения оказывает непосредственное влияние на выполнение предприятием государственного плана. Кроме того, эффективность использования энергоресурсов самым непосредственным образом отражается на конкурентоспособности выпускаемой продукции.

В настоящее время выбор системы электроснабжения промышленного объекта, как правило, осуществляет-

ся на основе технико-экономического сравнения нескольких вариантов. Так, на этапе проектирования:

- разрабатываются системы энергоснабжения всех производственных цехов в соответствии с их рабочим графиком;
- предусматриваются все необходимые меры безопасности, соответствующие требованиям нормативных документов;
- учитываются возможные потери электроэнергии на этапах генерации и передачи;
- учитывается необходимость экономного расходования имеющихся мощностей;
- предусматривается возможность масштабирования сети и модернизации электрооборудования для увеличения объемов производства или расширения продуктовой линейки компании;
- учитываются категории приемников энергии в соответствии с ПУЭ 7. При этом электроприемники и отделения цехов разной категории рассматрива-

ются как объекты с разными условиями резервирования.

## Энергоснабжение в соответствии с ПУЭ

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – это группа нормативно-технических документов, издававшихся отдельными главами. Сборники выпускались под названием «издания» и не являлись документами в области стандартизации.

ПУЭ разрабатываются с учетом требований государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций научно-технических советов по рассмотрению проектов глав. Правила 7-го издания из-за длительного срока работы выпускаются и вводятся в действие отдельными разделами и главами по мере завершения работ по их пересмотру, согласованию и утверждению.

Требования документа обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также для физлиц, занятых предпринимательской деятельностью без создания юридического лица.

В ПУЭ описаны принципы построения электроустройств, а также основные требования, предъявляемые к энергосистемам, электрическим узлам, элементам и коммуникациям.

Надежность электропитания промышленных объектов обеспечивается требуемой степенью резервирования. В отношении обеспечения надежного электроснабжения, согласно п. 1.2.17 главы 1.2 «Электроснабжение и электрические сети» ПУЭ 7, электроприемники делятся на три категории:

**Первая.** В эту группу входят приемники энергии, которые, в случае прерыва подачи электричества, могут таить в себе опасность для жизни людей и представлять угрозу для безопасности государства. Кроме того, перебои в электроснабжении таких электропри-



**ПУЭ разрабатываются с учетом требований государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций научно-технических советов по рассмотрению проектов глав.**

емников могут причинить значительный материальный ущерб и привести к серьезным сбоям в сложных технологических процессах.

В составе приемников электроэнергии первой категории в *особую* группу выделены устройства, бесперебойная работа которых призвана обеспечивать безаварийную остановку производственного процесса для предотвращения угрозы жизни людей, техногенных катастроф и пожаров;

**Вторая.** К этой категории относится технологическое оборудование, перерыв электроснабжения которого может стать причиной недоотпуска готовой продукции. Кроме того, это приводит к простоему производственных мощностей, промышленного транспорта и рабочих.

Как правило, к этой категории относятся электрооборудование, без которого невозможно продолжение работы основного производства на время послеаварийного режима;

**Третья.** В эту группу входят электроприемники, которые не подпадают под определение оборудования, относящегося к первой и второй категориям.

В соответствии с правилами устройства электроустановок приемники электрической энергии первой и второй категории в нормальном режиме обеспе-

чиваются двумя независимыми взаимно резервирующими источниками питания.

Резервирование необходимо для продолжения работы основного производственного оборудования в послеаварийном режиме. В случае нарушения электроснабжения от одного из источников перерыв в питании таких электроприемников допускается лишь на время автоматического восстановления подачи электроэнергии.

Для электроснабжения особой группы устройств первой категории должно быть предусмотрено дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника.

Функцию третьего источника электроэнергии для приемников особой группы (так же, как и второго независимого источника питания для остальных устройств, относящихся к первой категории) могут выполнять собственные источники генерации или электростанции энергосистемы (например, шины генераторного напряжения), аккумуляторы и генераторы бесперебойного питания.

Алгоритм снабжения электричеством электроприемников особой группы первой категории должен учитывать необходимость:

- обеспечения постоянной готовности третьего источника электроэнергии к

пуску. Кроме того, должно быть предусмотрено его автоматическое включение в случае прекращения подачи питания от двух основных источников;

- перевода независимого источника электроэнергии в режим горячего резерва при отказе одного из двух основных источников генерации. В некоторых случаях допускается возможность ручного включения резервного генератора.

Технически грамотный подход к решению вопросов надежности требует различения аварийного и послеаварийного режимов работы. Система энергоснабжения должна быть построена таким образом, чтобы после всех необходимых переключений она могла обеспечивать полноценную работу основных производственных процессов предприятия.

Мощность независимых источников генерации для функционирования в послеаварийном режиме определяется по степени резервирования системы. При этом используются все дополнительные источники и возможности резервирования.

Питание электроприемников, относящихся к третьей категории, резервирования не требует.

По мнению специалистов, оптимальный вариант организации системы энергообеспечения промышленного объекта позволяет поддерживать необходимое качество электроэнергии и бесперебойное энергоснабжение в режиме нормальной работы и в послеаварийном режиме, а также обеспечивает надежность, удобство и безопасность техобслуживания, минимизирует затраты на проведение текущих и капитальных ремонтов.

Кроме того, такой вариант характеризуется минимальным уровнем потерь электроэнергии, экономичным расходом комплектующих и обязательно учитывает затраты на обслуживание энергетического хозяйства предприятия.

**КСО-ИТН**  
Учёт электроэнергии по высокой стороне 6-20 кВ

ООО «Электроспецтрансналадка»  
Сертификат Соответствия № РОСС RU. НВ61.Н32886

+7 (495) 795 40 16  
+7 (985) 621 61 70  
estn101@bk.ru

Цена:  
6 кВ — 285 600 Р  
10 кВ — 291 600 Р  
20 кВ — 595 200 Р

## Надежность по ГОСТу

Система электроснабжения промышленного объекта состоит из нескольких звеньев:

- подстанции (питающие, распределительные, преобразовательные, трансформаторные);
- кабельные и воздушные линии для передачи и распределения электроэнергии;
- токопроводящие элементы, рассчитанные на высокое и низкое напряжение.

В системах электроснабжения некоторых крупных промышленных предприятий могут присутствовать электрические станции или другие установки генерации электричества. В зависимости от используемого вида первичной энергии они делятся на основные группы: тепловые, гидравлические, дизельные, солнечные, ветряные и комбинированные.

Если предприятие располагает собственными источниками генерации (например, ТЭЦ, котельные, компрессорные, насосные станции и др.), энергетики учитывают мощность потребителей электроэнергии, расположенных на соседних территориях, которые не имеют отношения к компании.

Учет мощности сторонних потребителей особенно актуален для удаленных районов, в недостаточной мере охваченных энергосистемами, а также для промышленных зон, где существует вероятность временного резкого увеличения нагрузки на электросети.

Электросетевая инфраструктура, наряду с производственными и коммуникационными объектами, является неотъемлемой частью цельного комплекса предприятия. Поэтому при проектировании и монтаже электрических сетей и подстанций учитываются строительный и технологический

аспекты, а также генеральный план и очередность возведения других сооружений.

Надежная схема электропитания производственного предприятия должна обеспечивать необходимое количество энергии в соответствии с ГОСТ 32144–2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Как известно, производственные мощности промышленных предприятий могут быть оснащены:

- электроприемниками с резкопеременными графиками нагрузок. К этой категории электрооборудования относятся, например, приводы прокатных станов и дуговые электропечи;
- однофазными электроприемниками. В качестве примеров такого оборудования можно привести системы освещения, электротермические и сварочные установки;
- электрооборудованием, нарушающим синусоидальность токов и напряжений. Это могут быть дуговые электропечи и преобразователи всех типов.

Работа такого электрооборудования приводит к колебаниям напряжения, способствует нарушению симметрии токов и напряжений, может стать причиной высших гармонических составляющих токов и напряжений.

Снижение качества электроэнергии увеличивает потери электричества, уменьшает пропускную способность сетей, способствует сокращению срока службы оборудования и электрических машин.

По оценкам экспертов, повышению качества электроэнергии способствуют:

- применение повышенных напряжений в питающих и распределительных электросетях;

- приближение источников питания к приемникам энергии. В первую очередь это относится к оборудованию с резкопеременной нагрузкой;
- снижение реактивного сопротивления элементов схемы от источников электричества до электрооборудования с резкопеременной нагрузкой;
- включение на параллельную работу вторичных обмоток трансформаторов, обеспечивающих питание резкопеременной нагрузки;
- использование глубоких вводов напряжением 35 кВ и выше для обеспечения электроэнергией крупных дуговых электрических печей, главных электроприводов прокатных станов, мощных преобразовательных установок и т. д. Кроме того, энергоснабжение таких электроприемников может быть организовано методом прямого подключения к региональной энергосистеме или с помощью отдельных линий, проложенных от подстанций глубокого ввода (ПГВ) и главных понизительных подстанций (ГПВ);
- применение симметрирующих устройств, использование фильтров высших гармоник, установка быстродействующих синхронных компенсаторов с целью выравнивания графиков электрических нагрузок;
- сокращение числа ступеней трансформации за счет внедрения глубоких вводов, повышенных напряжений питающих и распределительных сетей, дальнейшего развития принципа разукрупнения подстанций;
- использование других методов, способствующих снижению негативного воздействия приемников электроэнергии на системы энергоснабжения и поддерживающих показатели качества электроэнергии в нормируемых ГОСТом пределах.

Даже кратковременное прекращение подачи электроэнергии может причинить непоправимый ущерб здоровью людей, экологии и производству. В некоторых случаях это может привести к полному останову технологического процесса, восстановление которого потребует значительных капиталовложений. Поэтому к организации электроснабжения промышленных объектов предъявляется ряд требований:

- Параметры силового электрооборудования (напряжение, мощность, пусковой ток, реактивная составляющая и др.) должны соответствовать параметрам сети во всех расчетных режимах работы установки. При выборе параметров и оборудования системы электроснабжения определяют расчетные электрические нагрузки в узлах схемы питания на шинах низкого и высокого напряжения. После этого по ним выбирают электрооборудование, аппаратуру управления и защиты;



- Электрооборудование должно быть изготовлено из материалов, стойких к негативному воздействию внешней среды, или быть надежно защищено от такого влияния;
  - Комплектующие узлы и материалы, применяемые в силовых электроустановках, должны соответствовать требованиям ГОСТов или нормативно-технических документов, которые регламентируют их изготовление;
  - Элементы электроприемников (трансформаторы, электродвигатели, аппараты, кабельно-проводниковая продукция, шины и т. п.) должны быть подобраны таким образом, чтобы в режиме нормальной работы был исключен их нагрев выше допустимого значения. Нормируемые нагрузки не должны приводить к разрушению изоляции;
  - Силовые установки должны соответствовать требованиям действующих норм и правил в части загрязнения ими окружающей среды, создаваемого шума, вибрации, генерируемых электрических полей, а также электро-, взрыво- и пожарной безопасности.
- При эксплуатации систем электрооборудования необходимо обеспечивать меры безопасности, исключающие возможность поражения человека электрическим током.

### Оперативное управление системами электроснабжения

На промышленных предприятиях, использующих собственные источники генерации или имеющих в своей схеме электроснабжения самостоятельные подразделения электрических сетей, как правило, организована система оперативного диспетчерского управления. Она обеспечивает выполнение ряда важных функций:

- разработка и внедрение оптимальных режимов работы;
- организация пусков и отключений;
- локализация места аварии и восстановление рабочего режима сети;
- Выполнение требований, предъявляемых к качеству электрической энергии, и т. п.

Организационная структура, система оперативного управления и численность персонала оформляются документально.

Система оперативного диспетчерского управления отличается четкой иерархической структурой. При этом для каждого уровня устанавливаются две категории управления оборудованием и сооружениями:

- оперативное управление;
- оперативное ведение.

Под оперативным управлением старшего сотрудника функционируют энергообъекты (например, токопроводы, РЗиА и др.), операции с которыми нуждаются в координировании действий подчиненного персонала. Кроме того, такие операции требуют согласования изменений режимов на нескольких объектах. Все действия производятся под руководством старшего работника.

Оперативное ведение предполагает выполнение операций, не требующих координации действий персонала разных объектов. Операции осуществляются с разрешения старшего работника.

Все оборудование и устройства систем электропитания распределяются по иерархическим уровням оперативного управления, которое осуществляется с диспетчерского пункта, оснащенного современными средствами связи.

Кроме того, с этой целью может быть использован щит управления, на который наносится оперативная схема электрических соединений управляемых установок. В ней отображается каждое изменение рабочего режима, показываются места наложения и снятия заземлений.

Каждое переключение выполняется после согласования с вышестоящим

**ТСН ЭЛЕКТРО**

**За 23 года мы реализовали более 20 000 проектов**

**500+** сотрудников | **12 000 м<sup>2</sup>** производства

- Проектируем системы электроснабжения, освещения и АСУ ТП
- Разрабатываем, проектируем и поставляем светодиодные светильники собственной торговой марки LEDeo
- Разрабатываем, проектируем и поставляем электрооборудование до 110 кВ
- Выполняем промышленный электромонтаж, пусконаладочные и сервисные работы

РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

www.tcn-nn.ru | www.ledeo.ru

Нижний Новгород  
8 (831) 275-888-9

оперативным персоналом, под управлением которого функционирует оборудование. Распоряжения передаются устно или в телефонном режиме с записью в оперативном журнале. Переключения выполняет сотрудник из числа оперативного персонала, который непосредственно обслуживает электроустановку.

Сложные переключения, требующие строгого соблюдения алгоритма, в котором четко прописана последовательность операций с коммутационным оборудованием и заземляющими ножами, как правило, выполняются двумя работниками по специальным бланкам и в соответствии с разработанными на предприятии программами действий.

Процесс переключения предполагает соблюдение следующей последовательности действий:

- сотрудник, получивший распоряжение выполнить переключение, обязан четко его повторить, записать операцию в оперативный журнал и отобразить все изменения на оперативной схеме. Также, если это необходимо, работник составляет бланк переключений;
- если в процессе переключения задействованы два сотрудника, тот из них, кто получил распоряжение о переключении, обязан объяснить порядок действий своему коллеге, также участвующему в операции;
- в случае возникновения сомнений в правильности переключений, все действия незамедлительно прекращаются. После этого последовательность переключений сверяется с оперативной схемой;
- После выполнения задания в оперативном журнале делается соответствующая запись.

## Автоматизация управления электроснабжением промышленных объектов

Развитие технологий позволяет существенно упростить и ускорить многие привычные процессы. В настоящее время для управления системами промышленного электрообеспечения активно используются элементы автоматизации, которые позволяют упростить технологические процессы и работу предприятия в целом.

Автоматизация управления энергоснабжением производственных объектов подразумевает собой комплекс программных и аппаратных мероприятий и средств, позволяющих сократить количество персонала и улучшить работу систем.

На сегодняшний день с этой целью применяются следующие виды автоматики:

- Автоматическое повторное включение (АПВ). При коротких замыканиях (КЗ), возникающих в питающих линиях, с целью предотвращения повреждения электрооборудования и дальнейшего распространения аварии поврежденный участок сети отключается с помощью устройств релейной защиты, что приводит к перерыву электроснабжения.

Однако в ряде случаев КЗ оказывается неустойчивым, носит кратковременный характер и может быстро самоликвидироваться (например, при случайном соприкосновении проводов). В таких ситуациях повторное включение отключившейся линии может восстановить нормальную подачу электроэнергии к присоединенным электроприемникам и предотвратить перерыв в работе объекта (например, насосной или компрессорной станции).

Восстановление электроснабжения после отключения линии устройствами релейной защиты при КЗ осуществляется АПВ с выдержкой времени 0,2–0,5 сек. Если на протяжении этого промежутка времени КЗ ликвидировано – линия запускается в работу. В случаях, когда КЗ оказалось устойчивым, – линия повторно отключается релейной защитой.

На рынке представлены одно- и многократные устройства. Однако с увеличением кратности эффективности работы аппаратов существенно снижается. На практике чаще всего используются однократные трехфазные АПВ, когда включение выполняется один раз всеми тремя фазами.

Как правило, АПВ устанавливаются на воздушных и кабельных линиях. ими оснащаются секции и системы шин, двигатели и одиночные трансформаторы. При этом в логике защиты устанавливается запрет на АПВ при работе газовой и дифференциальной защиты.

Различают два вида устройств автоматического повторного включения:

- Механические (применяются на ручных приводах). В аппаратах этого типа выключатель включается за счет энергии заведенной пружины или с использованием энергии падающего груза. После каждого срабатывания привода в действие вступает автоматический моторный редуктор, который заводит пружину. Одним из преимуществ механических устройств АПВ специалисты называют отсутствие аккумуляторов или компрессорных установок, необходимых при использовании выключателей с электромагнитными или пневматическими приводами;
- Электрические (устанавливаются на различных приводах с дистанционным управлением, которое осуществляется при помощи специальных реле). Принцип действия таких устройств основан на несответствии положения масляного выключателя и ключа управления. Линия включается под напряжение масляным выключателем установкой ключа управления в положение «Вкл». При КЗ средства релейной защиты отключают линию. В этот момент масляный выключатель приходит в положение «Откл», а положение ключа остается неизменным. В результате этого устанавливается цепь питания обмотки реле повторного включения, реле срабатывает и через заданный промежуток времени подает импульс на контактор включения электромагнитного привода – масляный выключатель включается и этим самым осуществляет автоматическое повторное включение линии.



АПВ могут быть выполнены на:

- постоянном оперативном токе. Такие устройства используются для выключателей с электромагнитными и пневматическими приводами;
- на переменном оперативном токе. Устройства этого типа предназначены для выключателей с грузовыми и пружинными приводами.

К устройствам АПВ предъявляется ряд требований:

- аппарат не должен срабатывать в случае отключения выключателя оперативным персоналом ключом управления, дистанционно или по телеуправлению;
- должна быть предусмотрена блокировка от многократных включений выключателя на действующее КЗ и при неисправности в устройстве АПВ;
- устройство не должно реагировать на ситуацию в случае действия защит, включающихся при повреждениях, которые не сопровождаются самоликвидацией (к примеру, газовая защита на трансформаторах);
- после срабатывания устройства все его элементы должны возвращаться в исходное положение;
- наличие возможности отключения АПВ персоналом при помощи специального устройства.

В случае если перерыв в электропитании длится более 0,5 сек, приемники электроэнергии подключаются к резервным источникам питания. Аналогичный алгоритм действий используется при выходе из строя отдельных рабо-

чих агрегатов – в работу включается резервное оборудование. С этой целью используют автоматическое включение резерва.

- Автоматическое включение резерва (АВР). Устройства применяются при наличии или проектировании второго (резервного) источника питания. Это может быть второй трансформатор, отдельный генератор, вторая секция шин или дополнительная резервная линия. Применение защитных механизмов этого типа позволяет упростить и удешевить схемы электроснабжения предприятий и создать достаточно гибкую надежную систему электроснабжения.

Использование АВР помогает решить несколько важных задач:

- электроприемник получает беспереывное питание от резервного источника после отказа (или сбоя в работе) основного источника электроэнергии;
- благодаря равномерному распределению электричества предотвращается перегрузка оборудования;
- автоматическое включение резерва позволяет предотвратить выход из строя электрооборудования из-за действия грозовых разрядов;
- коммутационная аппаратура обеспечивает бесперебойное питание производственных линий на время проведения регламентных работ.

К схемам АВР предъявляются следующие требования:

- устройства автоматического ввода в действие резервного источника пита-

ния должны срабатывать максимально быстро после непредусмотренного прекращения электроснабжения от основной линии;

- устройство должно реагировать на любое пропадание напряжения без анализа причин возникшей неисправности (если не предусмотрена блокировка запуска от определенного вида защит);
- аппарат должен включаться после необходимой задержки при выполнении определенных технологических циклов. Например, в момент включения мощных электродвигателей возникает кратковременная просадка напряжения, которая быстро самоликвидируется;
- включение защитного механизма должно быть однократным. Многократное включение на неустраняемое КЗ может полностью разрушить сбалансированную систему;
- в схеме АВР должен быть предусмотрен контроль исправности цепи включения резервного оборудования и мониторинг технических параметров в автоматическом режиме.

По своему действию все системы АВР делятся на два типа:

- Односторонние. В такой системе один ввод выполняет функцию основного (рабочего), а второй является резервным. Резерв включается в работу только после отключения рабочего напряжения;
- Двусторонние. В такой системе существуют две отдельно запитанные секции с двумя рабочими линиями. При отключении одной из них вто-



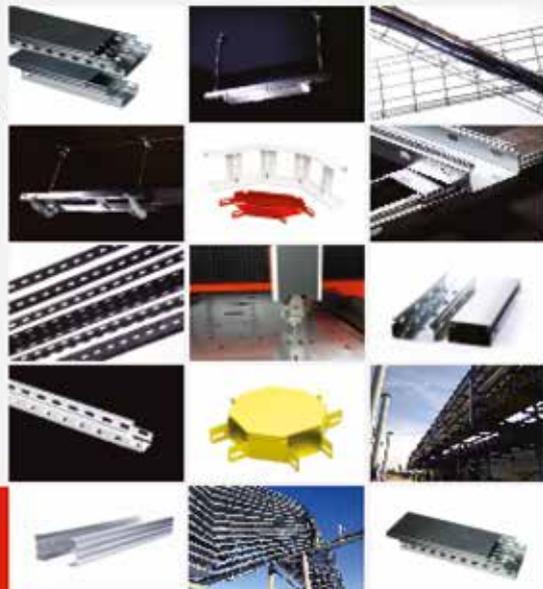
# 25 ЛЕТ НА РЫНКЕ

Завод электромонтажных изделий®

## ЕКА

www.ekagroup.ru / eka@ekagroup.ru

- ① Лотки кабельные, корпуса металлические.
- ① Лотки лестничные усиленные для больших нагрузок с шагом опор до 10 м.
- ① Опорные конструкции: консоли, кронштейны, полки, стойки.
- ① Перфорированные профили, уголки, швеллеры, полосы.
- ① Нестандартные металлоконструкции по чертежам.
- ① Электромонтажные изделия из нержавеющей стали.
- ① Поставка и монтаж систем прецизионного кондиционирования и фальшполов.
- ① 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

рая автоматически переходит в разряд резервной.

В зависимости от типа защитно-коммутационных приспособлений различают несколько видов систем:

- на тиристорах;
- на контакторах;
- с автоматическим выключателем;
- с выключателями нагрузки, оснащенными мотоприводами.

Команда на отключение основного и включение резервного источника питания подается специальным пусковым органом. Он фиксирует устойчивое исчезновение напряжения и отключает выключатели рабочей цепи, что приводит к немедленному действию АВР.

Как правило, функцию пускового органа в схемах АВР выполняет реле минимального напряжения. В некоторых случаях для этого используется реле времени с вращающимся якорем (в нормальном режиме реле постоянно находится под напряжением и якорь притянут).

Устройства АВР обеспечивают бесперебойную работу электрооборудования разной мощности, предотвращая сбои из-за скачков напряжения в Сети. Кто-то может сказать, что надежное электроснабжение крупных промышленных потребителей можно обеспечить, подключив их объекты к двум разным линиям, передающим энергию от разных источников энергии. В таком случае, во время аварии на одной из воздушных линий эта цепочка разорвется, а вторая останется в рабочем состоянии и будет обеспечивать бесперебойную подачу электричества.

Эта схема электрообеспечения уже была реализована на практике, однако она не получила широкого распространения. Дело в том, что подключение к

двум источникам генерации имеет ряд недостатков:

- в случае возникновения КЗ на любой линии токи существенно возрастают за счет подпитки энергией от двух генераторов;
- на питающих трансформаторных подстанциях увеличиваются потери мощности;
- схема управления системой энергоснабжения становится сложнее из-за использования алгоритмов, которые одновременно учитывают состояние потребителя и двух энергообъектов, а также по причине возникновения перетоков мощностей;
- возникают сложности с реализацией защит, взаимосвязанных алгоритмами на трех удаленных концах.

Поэтому электроснабжение производственных линий от одного основного источника и автоматическое переключение на резервный генератор энергии при пропадании напряжения признано более перспективным. Время перерыва в подаче электричества при этом способе может быть менее 1 сек.

В отличие от устройств АПВ автоматика АВР показывает наибольшую эффективность при сбоях в питании, которая оценивается в 90–95%. По этой причине защитные механизмы АВР широко применяются в системах энергоснабжения промышленных предприятий.

- Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок (КУ). Экономичный режим работы системы электроснабжения производственного объекта может быть достигнут за счет регулирования мощности КУ.

Регулировка по напряжению на шинах питающего центра выполняется, когда необходимо обеспечить

минимальное отклонение напряжения от номинального значения. Из-за того, что регулирование мощности КУ осуществляется ступенями, аналогично выполняется и регулировка напряжения.

Автоматическое регулирование мощности КУ по току нагрузки выполняется на подстанциях с неравномерным суточным графиком нагрузки. Именно от него зависит число и мощность ступеней регулирования, а также последовательность их включения.

Широкое распространение получил способ автоматического регулирования мощности КУ по времени суток на подстанциях, питающих производственные линии с установленной технологией, определяющей достаточно равномерный график нагрузки в течение суток.

Автоматическое управление режимом КУ может быть двух типов:

- Одноступенчатое (при снижении реактивной нагрузки происходит автоматическое отключение всей КУ);
- Многоступенчатое (выполняется автоматическое включение или выключение отдельных КУ или секций, оснащенных собственным выключателем).

Устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ) устанавливаются на производственных предприятиях различных отраслей промышленности, потребляющих большие объемы электроэнергии.

Эти устройства активно используются на производствах, использующих асинхронные двигатели, электродуговые печи, мощное насосное оборудование, компрессоры и сварочные трансформаторы.

УКРМ позволяют увеличить коэффициент реактивной мощности в системах электроснабжения напряжением 6–10 кВ. Технические характеристики КУ дают возможность контролировать коэффициент мощности при пиковых нагрузках, что сводит к минимуму риски, связанные с перекомпенсацией.

В число основных функций УКРМ входят:

1. Снижение тока потребления на 30–50%.
2. Увеличение пропускной способности сети.
3. Обеспечение срабатывания аварийной сигнализации в момент срабатывания тех или иных устройств защиты.
4. Снижение отрицательного влияния высших гармонических искажений.
5. Сглаживание помех.
6. Увеличение срока эксплуатации распределительного оборудования.

Работа УКРМ не требует вмешательства оперативного персонала. Оптимальный баланс реактивной мощности создается автоматически, обеспечивая при этом уменьшение токовых нагрузок на устройствах распределения к



## ВЕЛИКОЛУКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД «ИМПУЛЬС»



Великолукский аккумуляторный завод «Импульс» занимается производством щелочных (никель-железные и никель-кадмиевые), свинцово-кислотных (тяговых, стационарных и стартерных) аккумуляторов и батарей для нужд электроэнергетики, добывающей и атомной промышленности, морского и речного транспорта, железных дорог и метрополитена, коммуникации и связи, а также для наземного транспорта.

Предприятие расположено в западноевропейской части России — городе Великие Луки, Псковской области и связано прямыми железнодорожными и автомобильными магистралями с важнейшими промышленными центрами России.

Завод обладает полным циклом производства аккумуляторов, включая собственную конструкторскую разработку и их дальнейшее сервисное обслуживание. Производство аккумуляторов осуществляется на современном оборудовании по европейским технологиям. Наличие испытательной лаборатории позволяет оперативно контролировать качество выпускаемой продукции, которая по своему техническому уровню не уступает мировым аналогам.

ООО «Великолукский  
Аккумуляторный Завод  
«Импульс»

182115, Россия,  
Псковская область,  
г. Великие Луки, ул. Гоголя,  
д.3, пом. 3

[www.akbluki.ru](http://www.akbluki.ru)  
[mail@akbluki.ru](mailto:mail@akbluki.ru)

+7 (81153) 9 19 55  
+7 (81153) 9 29 62

## В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ООО «ВАЗ «ИМПУЛЬС» ИМЕЕТ ШИРОКУЮ НОМЕНКЛАТУРНУЮ ЛИНЕЙКУ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ:

### ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЩЕЛОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

FL, KL, KM, KN, ТПНЖ, имеющие ёмкость от 55 до 550 Ач с ламельными электродами.

Никель-железные и никель-кадмиевые щелочные аккумуляторы применяются для наземного транспорта, подземного и надземного электротранспорта — железнодорожных локомотивов и электропоездов, рудничных электровозов, а также морских и речных судов, систем аварийного энергоснабжения, переносной и стационарной аппаратуры.

Используются для запуска дизеля тепловоза, а в составе батарей — для питания потребителей электроэнергии постоянного тока магистральных пассажирских вагонов.

**Срок службы до 20 лет.**



### СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ



Герметизированные необслуживаемые серии OPzV — 2-х вольтовые элементы номинальной ёмкостью от 200 Ач до 3000 Ач

**Срок службы до 18 лет.**

Малообслуживаемые стационарные аккумуляторы OGI с жидким электролитом — 2-х вольтовые элементы номинальной ёмкостью от 200 Ач до 2000 Ач.

**Срок службы до 20 лет.**



Малообслуживаемые стационарные аккумуляторы серии OPzS с жидким электролитом — 2-х вольтовые элементы номинальной ёмкостью от 100 Ач до 3000 Ач.

**Срок службы до 20 лет.**

Тяговые малообслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы и аккумуляторные батареи серии PzS.

**Срок службы до 5 лет.**



Малообслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторные батареи для тепловозов из секций 2ТН-450-У2.

**Срок службы до 5 лет.**

Герметизированные необслуживаемые 12V свинцово-кислотные аккумуляторные батареи

- серии FT по технологии AGM фронт-терминального исполнения ёмкостью от 35 до 200 Ач.

- серии IBP по технологии AGM ёмкостью от 17 до 230 Ач.

**Срок службы в режиме постоянного подзаряда до 12 лет**



оптимизацией показателей напряжения в важнейших узлах электросистем.

Многоступенчатое автоматическое регулирование мощности КУ может быть выполнено с использованием автоматического регулятора конденсаторов типа АРКОН. Устройство предназначено для совместной работы с комплектными конденсаторными установками (ККУ) или отдельными конденсаторными батареями в сетях как напряжением 6 (10) кВ, так и напряжением до 1000 В.

Разработчики регулятора предусмотрели возможность выбора регулировки по нескольким комбинированным параметрам:

- реактивный ток нагрузочного узла и напряжение сети;
- напряжение сети и ток КУ;
- напряжение сети.

АРКОН состоит из двух частей: командного блока и управляемого им программно блока, который используется для многоступенчатого регулирования КУ.

Программный блок состоит из набора идентичных приставок. Их количество зависит от числа подключаемых секций и логики переключений. Каждая приставка управляет одним коммутирующим аппаратом КУ. Приставки могут совмещаться по три единицы в общем кожухе.

Командный блок с заданной выдержкой времени (13 мин.) направляет в программный блок команды включения или отключения.

Режим управления КУ возможен как автоматический, так и ручной. Выбор нужного режима осуществляется с помощью переключателя. Для ручного управления предусмотрены специальные кнопки.

Программа многоступенчатого регулирования (включение и отключение)

может быть выбрана по нормальному единичному коду 1:1:1 либо по нормальному двоичному коду 1:2:4. Максимальное число ступеней регулирования устройством АРКОН при коммутации по нормальному единичному коду составляет 15 приставок, а по нормальному двоичному коду – 4 приставки.

Основные технические характеристики устройства АРКОН:

- температура рабочей среды – от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха – до 80% при  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- Высота над уровнем моря – не выше 1000 м;
- габаритные размеры командного блока – 210 x 325 x 290 мм;
- масса командного блока – не более 12 кг;
- габаритные размеры приставки – 180 x 230 x 135 мм;
- масса приставки – 2,5 кг.

АРКОН монтируется на щитах управления в неотапливаемых помещениях, в шкафах наружной установки и на панелях комплектных КУ.

• Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Для корректной работы системы энергоснабжения и электроприемников должны выдерживаться параметры частоты электрического тока.

Одним из элементов, обеспечивающих поддержание указанных характеристик в заданном режиме, является АЧР. По сути, это автоматический модуль, который устанавливается на распределительном узле с целью предотвращения снижения частоты тока при резких колебаниях мощностных параметров сети.

Аппарат удерживает параметры частоты в системе на установленном уровне. При снижении мощности тока автоматические устройства АЧР про-

изводственных предприятий, выполненные в три очереди, последовательно отключают часть потребителей электроэнергии, начиная с менее важных присоединений. При этом поддерживается работоспособное состояние электроприемников, отключение которых может спровоцировать аварийную ситуацию.

## Телемеханика – инструмент централизованного контроля и управления

Централизованный мониторинг и управление работой объектов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга и от центра управления, может осуществляться с помощью дистанционной передачи информационных или управляющих сигналов по линиям связи.

Процесс передачи может быть выполнен методом непосредственного соединения каждого объекта контроля (управления) с управляющим органом (ключом, кнопкой и др.) или с устройством воспроизведения информации (табло, лампа, цифровой индикатор и др.).

В случае использования этого метода коммуникации для передачи каждого сигнала необходимо наличие специальной проводной линии связи определенного сечения, которое возрастает по мере увеличения расстояния.

Практика показала, что использование дистанционного контроля (управления) экономически выгодно в двух случаях:

- при небольших расстояниях между объектами и центром управления;
- при небольшом количестве контролируемых (управляемых) объектов.

С увеличением расстояния передачи сигналов и с ростом количества контролируемых объектов особое значение приобретает возможность сокращения затрат на прокладку соединительных линий, а также сохранение высокого качества передаваемых сигналов и обеспечение быстрой передачи информации.

Эти задачи удалось успешно решить с использованием средств телемеханики, позволяющих экономно использовать линии связи и одновременно обеспечивать надежную и оперативную передачу результатов измерений, сигналов и приказов на любые расстояния.

Применение средств телемеханики предполагает предварительное преобразование информации в электрические величины, которые в дальнейшем передаются по электрическим каналам связи.

Коммутационное оборудование принимающей стороны осуществляет



обратное преобразование сигнала. В результате выдается исходная информация, выполняется заданное действие или получается форма сообщения, удобная для ввода в управляющую машину.

Каждое телемеханическое устройство состоит из трех компонентов:

- пункт управления (ПУ);
- устройства контролируемых пунктов (КП);
- каналы связи, соединяющие КП.

Любое средство телемеханики рассчитано на определенное количество информационных и распорядительных сообщений.

Распорядительные сообщения делятся на несколько видов:

- телеуправление (ТУ) – передача дискретных сигналов, оказывающих непосредственное воздействие на исполнительные органы контролируемого объекта, оснащенного дискретными положениями (например, вкл./откл., открыто/закрыто и т. п.). Как правило, ТУ используется там, где необходимо периодически выполнять оперативные переключения, и в ситуациях, когда нужно осуществить переключение для локализации места возможной аварии на объекте;
- телерегулирование (ТР) подразумевает передачу дискретных или непрерывных сигналов, воздействующих на автоматические регуляторы или непосредственно на исполнительные механизмы регуляторов контролируемого процесса или объекта;
- телеавтоматическое управление (ТА) означает передачу сигналов ТУ или ТР без участия диспетчерского персонала;
- телекомандование (ТК) – передача сигналов с распоряжениями для дежурного оператора (диспетчера) контролируемого объекта. Реализация этих сигналов осуществляется включением сигнальных ламп, встроенных в световые табло. Каждая из ламп имеет соответствующую командную надпись.

В зависимости от взаимного расположения объектов с центральными пунктами управления для передачи сигналов между их телемеханическими системами используются как беспроводные, так и проводные средства связи, а также ВЧ-связь по высоковольтным ЛЭП.

Телемеханические системы построены так, чтобы обеспечивать точность, надежность и высокую скорость передачи данных и сигналов управления. Кроме того, важна возможность организации оперативной и максимально точной фиксации любых изменений контролируемых параметров Сети и состояния электроприемников. Эти задачи успешно решаются благодаря максимальной автоматизации процесса.

По сути, телемеханика – это автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), состоящая из нескольких отдельных систем. В их число входят системы автоматического управления (САУ), средства диспетчерского и технического управления (СДТУ), приборы учета электрической энергии, программные продукты и др.

### Автоматизированные системы управления электроснабжением

Тенденция к экономному использованию энергоресурсов, а соответственно, и экономии затрат на их использование, активно способствовала развитию автоматизированных систем управления энергетическим хозяйством предприятия.

- Автоматическая система управления энергоснабжением (АСУЭ) является подсистемой автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), поэтому она должна быть оснащена необходимыми средствами передачи информации от диспетчерских пунктов питающей энергосистемы в установившемся объеме.

В состав автоматизированной системы входят программные продукты, а также информационное, техническое, метрологическое и организационное обеспечение.

Система позволяет дежурному электрику с единого автоматизированного рабочего места (АРМ) или оператору центрального диспетчерского пункта (ЦДП) осуществлять контроль и анализировать параметры электроэнергии в различных точках электросети, а также контролировать состояние силового оборудования в дистанционном режиме.

Внедрение АСУЭ предполагает разработку целого комплекса программ и алгоритмов, которые с помощью вычислительной техники помогают решать широкий диапазон задач: начиная от проектирования и заканчивая выбором оптимального управления режимами.

Наряду с этими задачами возникла необходимость возложить на АСУЭ сбор и обработку данных, которые используются для составления энергетических балансов, расчета разных технико-экономических и плановых показателей с целью дальнейшего совершенствования управления энергетическим хозяйством производственных предприятий.

АСУЭ обеспечивают:

- централизованный контроль и управление работой системы с целью повышения оперативности управления и контроля за работой сетей и энергоприемников;
- рациональное распределение электричества между агрегатами;

**SONET**

Решение проверенное временем

**Эвантер**

- Проволочные кабельные лотки
- Лотки из листовой стали
- Лестничные лотки
- Металлические миникороба
- Профили
- Монтажная система STRUT
- Кронштейны, консоли, крепеж
- Лоток из нержавеющей стали

**RED GEN**

Уличные шкафы

Материал изготовления шкафа:

- сталь 08ПС
- нержавеющая сталь AISI 304

Степень защиты:

- IP55
- IP65

Тип утепления:

- Сэндвич панель 50 мм
- Фольгированный 10мм

Исполнение:

- Настенный 9-18U
- Напольный 18-52U

**Базовая комплектация шкафа**

- 19 дюймовые направляющие 4шт
- нагреватель 400BT
- Термостат
- Блок вентиляции в крышу
- Датчик открытия дверей
- Сменный фильтр на вентиляцию

**Доработки шкафа в заводских условиях**

- Изменение габаритов шкафа
- Монтажные панели
- Изменение цвета шкафа
- Монтаж системы контроля
- Доп кабельные вводы
- Монтаж кондиционера
- Кондиционеры 500-2500BT

ОКБ «Redgen» обладает большой базой готовых климатических решений под различные приложения. Поможем составить ТЗ под Ваши задачи и воплотить его в готовое изделие в кратчайшие сроки.

**ООО «Сонет Инвест»**  
 ИНН: 7708110733, КПП: 770801001,  
 115201, г. Москва, ул. Каширский проезд, д. 27

**WWW.SONET.RU**

- Выбор оптимальной нагрузки;
- возможность сокращения дежурного персонала на отдельных объектах предприятия;
- возможность оперативной локализации аварийных участков и быстрое устранение последствий аварий;
- централизованный учет потребления энергоресурсов;
- учет выработки электроэнергии (при наличии собственной электростанции);
- расчет текущих и плановых технико-экономических показателей работы электрооборудования;
- оперативное планирование ремонтных работ.

Основной базой АСУЭ, или местом сосредоточения всей информации по системам, являются диспетчерские пункты отдельных энергохозяйств.

Как правило, автоматизированная система управления энергоснабжением создается в несколько этапов:

1. Разработка технического решения.
2. Проектирование.
3. Разработка программных продуктов для управления АСУЭ.
4. Создание программно-аппаратных комплексов.
5. Монтаж оборудования.
6. Пуско-наладочные работы.
7. Организация обучения персонала работе в новой системе.

АСУЭ повышают скорость управления, уровень мониторинга и дисциплины, поскольку существенно упрощают контроль над проведением работ. Однако наиболее важным последствием использования автоматизированных систем является увеличение производительности, снижение затрат и потерь в процессе производства.

- Автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением (АСДУЭ) – это территориально распределенная информационно-измерительная система, предназначенная для мониторинга и управления технологическими процессами и электрооборудованием на объектах электроснабжения промышленных предприятий.

Основными целями создания и внедрения АСДУЭ в энергосистему производственного предприятия являются:

- организация диспетчерского контроля за соблюдением диспетчерского графика и ходом технологического процесса электроснабжения в целом;
- обеспечение надежности и эффективности управления энергосистемой благодаря использованию микропроцессорных устройств;
- онлайн-мониторинг параметров работы сети и силового оборудования (значение токов, напряжений, мощностей, частоты и др.) в нормальном режиме и в случае возникновения аварий;

- регистрация переключений во внутренних сетях;
- дистанционное управление коммутационным оборудованием;
- повышение уровня автоматизации оперативного управления электрооборудованием за счет использования технических возможностей дистанционного управления, блокировки, составления оперативных документов;
- измерение качества электроэнергии и формирование протоколов;
- выравнивание графика нагрузки для обеспечения энергосбережения;
- снижение присутствия оперативного персонала в помещениях подстанций при осуществлении оперативных переключений;
- сокращение затрат на эксплуатационное обслуживание электрооборудования;
- снижение затрат на содержание персонала за счет внедрения «безлюдных» технологий автоматического управления;
- снижение потерь от повреждения электрооборудования благодаря предупреждению аварийных ситуаций
- в случае наличия собственной электростанции обеспечение режимного управления выработкой электроэнергии с оптимальной загрузкой генераторов по активной и реактивной мощности;
- технический учет электроэнергии;
- передача данных в АСУ предприятия и внешние информационные системы.

Функциональная структура АСДУЭ построена по принципу иерархической многоуровневой распределенной системы с человеко-машинным интерфейсом. Она работает в режиме реального времени. Оснащена средствами управления, сбора, обработки, анализа, отображения, регистрации, архивирования, хранения и передачи данных.

Нижний уровень системы задействован в сборе всего массива информации о технологических параметрах и состоянии электрооборудования предприятия. Здесь же происходит первичная обработка данных, которые после проверки достоверности ретранслируются на верхний технологический уровень.

На верхнем уровне АСДУЭ оперативная и ретроспективная информация визуализируется и обрабатывается. На этом же уровне организованы рабочие места удаленных пользователей.

В настоящее время под названием АСДУЭ специалисты стали подразумевать системы SCADA, которые уже давно активно используются за рубежом. Функционал этих программных пакетов позволяет собирать, обрабатывать, отображать и архивировать информацию об объекте контроля или управлении в режиме реального времени.

В последние годы концепция построения системы SCADA обрела испол-

не законченный вид и характеризуется целым рядом особенностей.

Управляющая подсистема в момент взаимодействия с энергообъектами изменяет состояние различных коммутационных устройств, датчиков и т. д. Функция информационной подсистемы предполагает сбор данных о состоянии коммутационного оборудования, результатов измерений технологических параметров (напряжения, токов, мощности и др.).

Комплекс технических средств системы основан на централизованной структуре. Роль ядра выполняет оперативный центр диспетчерского управления, который служит для обработки поступающей информации, принятия управляющих решений и координирования работы всех элементов SCADA.

Нижний уровень системы представлен контроллерами, которые непосредственно взаимодействуют с датчиками и исполнительными устройствами.

В структуру программного обеспечения верхнего уровня входят:

- пакет коммутационных программ, предназначенных для взаимодействия с элементами нижнего уровня и других систем;
- система реального времени (СРВ);
- база данных реального времени;
- человеко-машинный интерфейс (HMI) и инструменты его редактирования.

Рынок SCADA плотно заполнен продуктами разных производителей. Пользователям важно выбрать оптимальный вариант и здесь вопрос цены продукта не является определяющим.

На первое место выходит необходимость снижения стоимости владения программным обеспечением. Ведь поддавшись желанию стать обладателем бесплатного продукта кустарного производства, можно на практике получить решение с низкой надежностью и ограниченным функционалом.

К современным SCADA предъявляется ряд требований:

- надежность;
- безопасное функционирование в условиях промышленной среды;
- Высокая скорость работы даже в случае создания масштабного проекта с большим числом элементов на мнемосхемах;
- возможность формирования всевозможных отчетов о текущем состоянии и рабочих параметрах системы, а также отдельных ее составляющих;
- наличие большого количества драйверов к аппаратам управления. Полная поддержка стандартов OPC (DA, HDA, A&E);
- широкие возможности передачи данных по открытым протоколам (OPC, OLE DB/ODBC, XML и т. п.) на верхние уровни управления;

- использование развитых встроенных программных средств обработки и предоставления данных (например, объектно-ориентированного языка программирования третьего поколения Visual Basic);
- наличие обширных возможностей для реализации графического и управляющего интерфейса;
- простота масштабирования;
- гибкая система лицензирования;
- простота освоения и удобство использования;
- качественная техническая документация;
- наличие технической поддержки;
- постоянное обновление продукта разработчиком, обеспечивающее поддержку новых версий ОС, и актуальных патчей для усиления защиты от кибератак.

Надежность электроснабжения определяется эффективностью диспетчерского управления, объемом и достоверностью получаемых параметров, достаточных для оценки оперативной ситуации и выработки управленческого решения.

## НАСТОЯЩЕЕ И ШАГ В БУДУЩЕЕ

### Собственная генерация

Чтобы сократить затраты на электроснабжение компании, как правило, реализуют комплекс мер для повыше-

ния энергоэффективности производства. В их число входят реконструкция оборудования, модернизация производственных процессов, различные организационные мероприятия, позволяющие более рационально использовать энергоресурсы.

В последние годы все более популярным и востребованным становится новый инструмент повышения энергоэффективности промышленных предприятий. Речь идет о распределенной генерации.

Концепция подразумевает строительство собственных объектов и систем выработки энергии в малых или средних объемах поблизости от потребителя или на его территории, если подключение к системе централизованного энергоснабжения невозможно или обходится очень дорого.

Развитие нового направления в энергетике становится экономически целесообразным благодаря активному развитию «зеленых» технологий, обеспечивающих сопоставимые стоимостные показатели централизованной и распределенной генерации. Кроме того, концепция соответствует общему тренду на вовлечение в топливно-экономический баланс экологически чистых методов получения энергии.

Одним из основных преимуществ возведения на промышленном предприятии объекта собственной генерации эксперты называют экономию на потерях при передаче, которые неизбежны при крупномасштабной генера-

ции и большой протяженности ЛЭП. Кроме того, в список аргументов «за» строительство корпоративной микрогенерации также вошли:

- снижение негативного воздействия на окружающую среду (в случае использования технологий на базе возобновляемых источников энергии и когенерации);
- возможность разрабатывать месторождения и развивать производство на территориях, не имеющих доступа к централизованному энергоснабжению;
- обеспечение долгосрочной предсказуемости расходов на энергоснабжение, что позволяет промышленным предприятиям составлять более качественный бизнес-план, в котором расписаны все шаги, предусмотрены будущие траты и обозначены возможные проблемы. Бизнес-план необходим для эффективного управления компанией;
- энергонезависимость, возможность в кратчайшие сроки обеспечить энергией новые промышленные объекты (в отличие от длительных процедур техприсоединения в централизованных электрических сетях).

В настоящее время распределенная генерация востребована на предприятиях горнодобывающей отрасли, черной и цветной металлургии, химической и целлюлозно-бумажной промышленности и на круглосуточных производствах. Например, на нескольких заводах, где непредвиденная остановка технологического процесса

## ELEGIR | Первый российский производитель системы маркировки и распознавания

### Решения «под ключ» для маркировки:

- Электромонтажных проводов;
- Низковольтных комплектующих устройств;
- Серверных шкафов и коммуникаций;
- Электрических кабелей.

### Вам не нужно подбирать решение для каждого из направлений!

Печать маркировки на разных носителях производится на одном принтере.

Смена печатаемой продукции занимает не более 2 минут.

### Срок внедрения решения ELEGIR на вашем объекте — один день!

Мы предлагаем аппаратные решения, собственное ПО и инструкции по его использованию.



Запишитесь на бесплатный тест-драйв продукции!



+7 (343) 226 43 56  
info@elegir.ru  
elegir.ru

может привести к серьезным последствиям.

Если рассматривать микрогенерацию с точки зрения успешности перехода на собственные источники энергии, то здесь не все однозначно. Например, к недостаткам технологии специалисты относят высокую стоимость проекта и долгий срок возврата капиталовложений в покупку и монтаж оборудования.

Однако если на другую чашу весов положить преимущества, то их ощутимо больше. Это и сокращение затрат на содержание энергетического хозяйства, и бесперебойное энергоснабжение, и снижение количества технологических нарушений. В сумме они значительно превосходят перечисленные недостатки.

Кроме того, развитие распределенной генерации оказывает положительное влияние на энергосистему России в целом. Во-первых, ввод в действие новых энергообъектов повышает ее надежность. Во-вторых, появляется возможность снизить выработку старых угольных электростанций, что сокращает выброс в атмосферу парниковых газов и улучшает экологическую ситуацию в стране.

В отличие от других государств, где основным стимулом развития микрогенерации является экологичность технологии, в России строительство собственных электростанций на территории производственных предприятий связано в первую очередь с завышенной стоимостью централизованного энергоснабжения в условиях действия системы перекрестного субсидирования. Кроме того, переход на собственную выработку мотивирует наличие нерыночных составляющих в цене 1 кВт, поставляемого сетевыми компаниями (договоры поставки мощности, межтерриториальное субсидирование).

Специалисты уверенно заявляют, что в будущем владельцы собственных электростанций смогут объединять свои энергообъекты и сетевую инфраструктуру в небольшие локальные энергосистемы, что позволит формировать самостоятельные системы энергоснабжения (микросетевые).

Оценивая степень внедрения микрогенерации в энергосистемы предприятий отечественной промышленности, эксперты отмечают, что на данный момент точное количество компаний, располагающих собственными объектами генерации, назвать сложно поскольку не все стремятся афишировать такие проекты. С уверенностью можно сказать только одно: с каждым годом их количество только увеличивается.

Формированию корпоративного спроса на «зеленую» электроэнергию способствуют снижение стоимости

## Активно развивает ВИЭ-генерации как для покрытия собственных производственных нужд, так и для отпуска в сеть, нефтяная компания ЛУКОЙЛ.

фотовольтаических установок и возможность с их помощью экономить на тарифах на электричество. Лидирующие позиции по объему установленной мощности солнечных электростанций в России занимают компании нефтегазовой и горнодобывающей промышленности.

Активно развивает ВИЭ-генерацию как для покрытия собственных производственных нужд, так и для отпуска в сеть, нефтяная компания ЛУКОЙЛ. По состоянию на декабрь 2021 года суммарный объем установленной мощности солнечных и ветровых электростанций корпорации составлял 400 МВт. В перспективе ЛУКОЙЛ собирается увеличить этот показатель до 1 ГВт.

В течение 10 лет компания планирует выделить на развитие «зеленой» энергетики порядка 15 млрд долл., что на 30% больше, чем предусмотрено программой поддержки ВИЭ в РФ. Уже к 2030 году ЛУКОЙЛ намерен сократить выбросы парниковых газов на 20%, а к 2050 году – достичь полной углеродной нейтральности.

Собственными энергообъектами на базе ВИЭ располагают ПАО «Газпром», предприятия ПАО «Транснефть», АО «Сибурэнергомеджмент», АО «Агропромышленный холдинг «АМ АМ», компания L'Oreal и др.

В 2018 году горнорудная компания «Полиметалл», которая специализируется на добыче золота, серебра и меди, реализовала два пилотных проекта в сфере «зеленой» энергетики, которые позволили снизить использование дизельного топлива для выработки энергии.

Компания первой в России запустила систему солнечной генерации установленной мощностью 1 МВт для нужд фабрики. Кроме того, «Полиметалл» начал использовать энергию ветра. Новый ветрогенератор мощностью 100 кВт был введен в работу в Охотском районе Хабаровского края и интегрирован в систему энергоснабжения вахтового поселка Унчи, через который проходят грузы для золоторудного месторождения «Светлое».

Компания опубликовала Климатический отчет, в котором обозначила стратегическую цель по снижению выбросов парниковых газов на 30% к

2030 году. Для достижения цели разработана программа, состоящая из множества различных проектов. Один из таких проектов предусматривает строительство солнечных и ветровых электростанций на территории или вблизи производственных площадок.

В 2021 году в Северо-Эвенском районе Магаданской области построена первая промышленная СЭС мощностью 2,5 МВт. Масштабный «зеленый» проект реализован на производственном участке Омолонской золоторудной компании, входящей в структуру Группы «Полиметалл».

Для установки 5 тыс. фотоэлектрических модулей выделен земельный участок, площадь которого сопоставима с площадью 12 футбольных полей. Станция будет работать в круглогодичном режиме, обеспечивая снижение выработки действующего энергокомплекса, состоящего из трех дизельных генераторов. Новый энергообъект будет вырабатывать электроэнергию для подстанции и производственных мощностей золотоизвлекательной фабрики.

## БУДУЩЕЕ

### ВИЭ завоевывают новые позиции

Надежность электроснабжения – это фактор, который помогает оптимизировать рабочие этапы технологических процессов с учетом задаваемых критериев динамики производства. В будущем эта задача не утратит своей актуальности.

Опасения по поводу ненадежности ВИЭ и микросетей остались в прошлом. Активное развитие «зеленых» технологий и курс мировой экономики на декарбонизацию способствовали тому, что в энергетику начали инвестировать компании, которые по основному виду своей деятельности далеки от этой отрасли.

Какие тренды будут задавать вектор развития энергетики в будущем?

#### Тренд № 1. Энергия биомассы.

Политика, направленная на увеличение доли ВИЭ в энергобалансе и сохранение окружающей среды, способствует формированию долговременного

тренда, обеспечивающего возрастающий спрос на все виды возобновляемой энергии.

В большинстве случаев первичная энергия не может быть использована потребителем непосредственно. Как правило, она нуждается в преобразовании или требует переработки во вторичную с помощью различных процессов и технологий.

Когда речь заходит об альтернативном сырье, одним из наиболее гибких вариантов эксперты называют вещества органического происхождения – торфяные брикеты, побочные продукты сельского хозяйства, отходы животноводства, пищевой и лесоперерабатывающей промышленности. Считается, что биомасса способна предоставить столько энергии, сколько вырабатывают все атомные электростанции России.

Генераторы на органике в основном оборудованы паровыми турбинами, и работают по принципу паротурбинных теплоэлектростанций. Уровень их мощности может быть самым разным. От 4 до 100 кВт для использования, к примеру, в фермерском хозяйстве, и до 100 МВт-ных промышленных энергообъектов.

Установки на биомассе мощностью до 1 МВт могут работать на органических отходах. В случае со станциями большей мощности используются специальные энергетические плантации (леса), предназначенные для более широкомасштабного производства сырья.

Энергетический лес – это большие по площади равнинные или слабо всхолмленные земельные участки, на которых высаживаются быстрорастущие породы деревьев и кустарников (например, тополь и ива). Для обработки плантаций используются высококомпьютеризированные способы производства.

Земельные участки располагаются на расстоянии не более 50–60 км от тепловых станций, работающих на древесной щепе. Это необходимо для сокращения транспортных расходов на перевозку щепы. «Урожай», собранный с 1 га такой плантации, обеспечивает выработку 25 МВт\*ч электроэнергии.

Устройство и эксплуатация электростанции, работающей на основе биомассы, аналогичны электростанции, использующей в качестве источника энергии уголь. Большинство из них представляют собой комбинированные теплоэнергетические установки, которые производят тепло для централизованного теплоснабжения и электричество.

Несмотря на схожесть конструкции, электростанции на органике имеют ряд преимуществ. Более простой процесс газификации биомассы, по сравнению с углем, позволяет получать более дешевую электроэнергию. Кроме того, это более экологически чистый вид топ-

лива поскольку в биомассе содержится гораздо меньше серы.

Методика получения энергии из биомассы не нова. Однако и в эту сферу приходят новые биотехнологии. Например, выведено четвертое поколение бактерий, которое способно переработать в газ отходы птицеводческих ферм. Ранее такие отходы не подлежали утилизации.

В России случаи применения технологии по получению энергии и тепла при переработке органических веществ пока остаются единичными. В Белгородской области работают две биогазовые станции, получившие название сел, рядом с которыми они расположены, – Лучки и Байцуры.

С помощью биогазовых установок можно получить не только биогаз, который в дальнейшем используется для генерации электрической и тепловой энергии, но и биоудобрения, которые положительно влияют на урожайность сельскохозяйственных культур.

Потенциал такого способа генерации в России колоссален. В нашей стране мусорные полигоны занимают порядка 40 тыс. км<sup>2</sup>, что сопоставимо с площадью небольшого государства. Ежегодно на свалку отправляются миллионы тонн органических продуктов. Вместо того чтобы приносить пользу, они медленно разлагаются. При этом в окружающую среду выделяются опасные для здоровья людей соединения.

Биогазовые станции, перерабатывающие отходы органического происхождения в газ и удобрения, могли бы частично решить эту проблему и при этом обеспечить собственные производственные мощности дешевым электричеством.

#### **Тренд № 2. Синергия технологий.**

На начальном этапе развития мирового рынка ВИЭ для промышленности особое внимание уделялось технологии интеграции солнечной и ветровой энергетики в системы энергоснабжения объектов.

В то время многие горнодобывающие компании опасались, что изменчивая энергия солнца и ветра может дестабилизировать электроснабжение и даже привести к простоям оборудования, что станет причиной производственных потерь.

Однако примеры успешно реализованных проектов микросетей показали, что ВИЭ как самостоятельно, так и в сочетании с традиционными источниками энергии (дизельное топливо, мазут или газ) могут гарантировать надежное энергоснабжение удаленных регионов.

По оценкам экспертов, в России основным принципом внедрения инноваций станет синергия. При этом в стране и дальше будут развиваться все виды генерации и полного отказа от традиционных технологий в пользу «зеленых» пока не произойдет, альтернативные источники энергии не смогут полностью вытеснить традиционную генерацию. Особенно в отраслях промышленности, потребляющих большое количество электричества. Например, в металлургии и машиностроении.

Производственные компании будут тщательно изучать ситуацию, чтобы определить, какой вид энергии на том или ином этапе жизненного цикла им выгоднее. В каких-то процессах будет задействован газ, под действием определенных условий предприятиям придется использовать дизельное топливо. Кроме этого, будет рассматриваться возможность перехода на генерацию из энергии солнца и ветра.

В условиях взаимосвязанной генерации бизнес будет остро нуждаться в технологиях интеграции ВИЭ с другими типами выработки электроэнергии, аналитике данных, машинном обучении, искусственном интеллекте и программных продуктах, которые помогут эффективно управлять новой многогранной сетью и использовать «зеленую» энергетику в промышленных объемах.



**Торoidalные трансформаторы до 7 кВА;**  
**понижающие автотрансформаторы в корпусе 230-220/100/110/120 В;**  
**влагозащищенные трансформаторы;**  
**торoidalные дроссели;**  
**высокочастотные трансформаторы и дроссели;**  
**трёхфазные и однофазные трансформаторы мощностью от 5 до 100 кВА**  
**трансформаторы симметрирующие трёхфазно-однофазные**

300004, Тула, Венёвское ш., 4, корп. 6А  
 тел./факс: (4872)70-33-60, 70-33-61  
[www.tula-transformator.ru](http://www.tula-transformator.ru) [info.tzt@ya.ru](mailto:info.tzt@ya.ru)  
**Собственное производство**

**АО «Тулский Завод Трансформаторов»**  
**ООО «Тулские высокочастотные трансформаторы»**

## Мини-АЭС. Малый источник, большие перспективы

В настоящее время энергоснабжение удаленных, изолированных районов России, большинство из которых расположено на Крайнем Севере, осуществляется с помощью генераторов, работающих на мазуте или угле. Запасы топлива энергетики вынуждены постоянно пополнять.

С учетом особенностей логистики доставка топлива, как и генерация энергии в условиях сурового климата, обходится недешево. Тарифы для населения регулирует государство. Но реальные экономические потери действительно впечатляют.

Кроме того, на промышленных потребителей в других регионах ложится дополнительная финансовая нагрузка в виде перекрестного субсидирования. Они вынуждены оплачивать пониженные тарифы для оптовых потребителей неценовых зон (где нет конкурентного рынка электроэнергии).

В декабре 2020 года Госкорпорация «Росатом» и Правительство Республики Саха (Якутия) подписали соглашение о закреплении принципов тарифообразования на электричество в рамках проекта строительства атомной станции малой мощности (АСММ).

Мини-АЭС мощностью не менее 55 МВт будет построена в поселке Усть-Куйга Усть-Янского улуса к 2028 году. Строительные работы на месте будущей электростанции развернутся в 2024 году. При строительстве АСММ будет создано около 800 новых рабочих мест.

Станция еще находится в стадии разработки, однако подготовка будущих высококвалифицированных специалистов, которые будут на ней работать,

ведется уже сейчас. Например, реализуется программа целевого обучения студентов из Якутии по программам специалитета в Национальном исследовательском ядерном университете МИФИ (Московский инженерно-физический институт) и Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева (программы магистратуры).

Новый энергообъект будет создан на базе реакторной установки РИТМ-200, спроектированной с учетом успешного опыта эксплуатации малых реакторов на судах российского атомного ледокольного флота. В октябре 2020 года флагманский ледокол «Арктика», с аналогичными атомными установками на борту, был зачислен в состав атомного флота РФ.

По оценкам экспертов, ввод в эксплуатацию наземной АСММ нового поколения даст качественный толчок развитию арктических районов Республики Саха, повысит уровень жизни населения и станет мощным стимулом для развития промышленности в регионе.

Выработка станции обеспечит надежное электроснабжение экологически чистой энергией объектов крупнейшего в России золоторудного месторождения Кючус, расположенного в Усть-Янском и Верхоянском районах Якутии. Балансовые запасы месторождения площадью 3,35 км<sup>2</sup> составляют более 175 тонн золота.

8 октября 2021 года стало известно, что ООО «Белое золото» (совместное предприятие Госкорпорации «Росатом» и полиметаллического холдинга «Селигдар») выиграло аукцион и получило право на проведение геологического изучения, разведки и добычи золота, серебра и попутных компо-

нентов, в том числе на использование отходов добычи полезных ископаемых на участке недр федерального значения, включающего месторождение Кючус.

По условиям аукциона ООО «Белое золото» должно использовать электроэнергию атомной генерации в объеме не менее 35 МВт, которую будет поставлять якутская мини-АЭС. К выполнению взятого на себя обязательства компания должна приступить не позднее 30 июня 2028 года.

Это не только позволит осваивать месторождение, но и обеспечит энергией ближайшие территории. Кроме того, не исключено, что в перспективе на базе новой АЭС будет налажено производство чистого водорода для нужд производственных предприятий и транспортных компаний.

Неоспоримым преимуществом атомной электростанции малой мощности можно назвать отсутствие необходимости в поставках угля и мазута, подвоз которых неизменно сталкивается с серьезными сложностями и требует немалых финансовых затрат.

Благодаря этому стоимость генерации мини-АЭС в труднодоступных районах республики будет ниже цены 1 кВт, выработанного мазутными станциями. Ожидается, что выработка электростанции позволит практически вдвое снизить стоимость электричества в Усть-Янском районе.

По оценкам специалистов, замещение выработки морально устаревших дизельных генераторов и угольных электростанций электроэнергией малой АЭС даст возможность сократить выбросы углекислого газа в атмосферу на 10 тыс. тонн в год.

Проектируемая наземная АСММ отличается компактными размерами. Энергообъект будет построен по модульному принципу.

Проект отвечает высоким стандартам безопасности. В перспективе его планируют сделать типовым. Это значительно удешевит и ускорит процесс строительства атомных электростанций малой мощности, а также снизит себестоимость генерации.

Реализация аналогичных проектов может стать надежным и чистым источником тепловой и электрической энергии как для недропользователей, так и для жителей отдаленных территорий с изолированными энергосистемами.

## Накопительная сила энергии

В настоящее время для обеспечения бесперебойного питания на территориях, не имеющих подключения к центральному электроснабжению, строятся гибридные солнечно-дизель-



ные электростанции с накопителями энергии. Кроме того, использование аккумуляторов позволяет компенсировать неравномерность выработки ВИЭ и сохранить избыток электроэнергии для ее использования в любое удобное время.

По оценкам аналитиков из исследовательской компании Navigant Research, к 2025 году мировой рынок накопителей электроэнергии, которые будут использоваться для нужд энергетического сектора, превысит отметку в 18 млрд долл., а рынок систем аккумуляторов, установленных на коммерческих и производственных объектах, достигнет 10,8 млрд долл.

Согласно данным, приведенным в совместном аналитическом докладе РОСНАНО и Центра стратегических разработок, российский сегмент рынка систем накопления электрической энергии (СНЭЭ) к 2025 году может увеличиться до 3 млрд долл. Из них около 50% будет приходиться на энергетическую отрасль.

Эксперты уверенно заявляют о том, что дальнейшее развитие технологий накопления энергии может изменить ландшафт электроэнергетики до неузнаваемости. И речь здесь идет не только о проектах местного уровня, которые решают проблемы энергообеспечения отдаленных и изолированных территорий. Это открывает широкие перспективы перед всеми участниками энергетического рынка.

В результате развитие систем аккумуляторов энергии:

- позволит сократить объемы использования углеводородного топлива;
- задаст новый импульс развития возобновляемых источников энергии;
- будет способствовать повышению надежности электроснабжения;
- даст возможность минимизировать затраты на развитие и обслуживание сетевой инфраструктуры;
- создаст предпосылки для снижения стоимости электроэнергии для потребителей.

Технологии аккумуляторов энергии в России уже используются и активно развиваются. Накопитель энергии мощностью 8 МВт\*ч, созданный специалистами новосибирской технологической инженеринговой компании «Системы накопления энергии» (СНЭ) в сотрудничестве с учеными Института силовой электроники НГТУ НЭТИ, уже установлен на Бурзянской СЭС.

Солнечная электростанция мощностью 10 МВт построена в Бурзянском районе Республики Башкортостан. Объект солнечной генерации состоит из 35,1 тыс. фотоэлектрических преобразователей.

СЭС оснащена встроенной системой накопления энергии, которая по-

зволяет обеспечивать 80%-ное резервирование мощности станции. СНЭЭ является рекордной для России, а Бурзянская СЭС – это единственная в РФ солнечная станция, которая при необходимости может работать в автономном режиме и обеспечивать электричеством жизненно важные объекты.

В июле 2021 года завершился первый этап натурных испытаний промышленного накопителя. В ходе исследования были изучены допустимые режимы работы оборудования, возможности его участия в регулировании работы СЭС и в противоаварийном управлении. В частности, было протестировано участие накопителей в регулировании активной мощности и напряжения на энергообъекте.

В дальнейшем это позволит обеспечивать высокое качество поставляемой энергии, даст возможность снизить ее потери, увеличить срок службы приборов и экономичность работы энергосистемы.

Опыт, полученный в ходе исследования СНЭЭ Бурзянской СЭС, будет учтен при формировании технических и функциональных требований к системам накопления электроэнергии в составе ЕЭС России, а также при создании методики проведения испытаний этого оборудования.

Энергоснабжение изолированных территорий с использованием ВИЭ – это далеко не единственный вариант применения промышленных накопителей. Такое оборудование может быть установлено в энергетических системах, которые отличаются резкопеременным графиком нагрузки. Именно такие используются при разработке нефтегазовых месторождений.

Технология бурения скважин требует применения источника энергии большей мощности, чем обычный режим эксплуатации месторождения. По этой причине на подобных объектах держат «горячий резерв». С новым накопителем в этом не будет необходимости, поскольку энергия резервного генератора для выполнения поставленной задачи больше не потребуется.

Разработками в сфере СНЭЭ занимается еще одна российская компания – «Энергозапас» – резидент технопарка «Сколково», стартап наноцентра «СИГМА Новосибирск». «Энергозапас» изобрел, создал и развивает технологию твердотельных аккумуляторных электростанций (ТАЭС).

Гравитационный накопитель энергии промышленного масштаба предназначен для устранения дисбаланса между спросом и потреблением электроэнергии в крупных энергосистемах, в том числе на основе ВИЭ.

Идея накопления энергии с помощью твердых грузов возникла около

10 лет назад. Принцип работы твердотельного аккумулятора основан на потреблении электричества в ночное время суток, когда оно в избытке, а стоимость 1 кВт минимальная. В эти часы установка поднимает груз на высоту нескольких сотен метров, а днем генерирует энергию с использованием груза, опускающегося под действием силы тяжести.

ТАЭС, в отличие от гидроаккумулирующих станций, не нуждается в источнике воды, ей не нужен перепад высот. Систему можно разместить на любой ровной площадке. В 2021 году была завершена разработка строительных манипуляторов для автоматизированного возведения ТАЭС.

Оборудование аккумуляторных станций не несет в себе угрозы для окружающей среды, устойчиво к ветровым и сейсмическим нагрузкам. По оценкам специалистов, КПД цикла превышает 80%. Срок службы ТАЭС составляет 50 лет.

Технология твердотельных аккумуляторных электростанций признана перспективной. На 2023 год запланировано создание опытно-промышленного образца. Ожидается, что уже к 2025 году на долю ТАЭС будет приходиться 10% мирового рынка накопительных систем.

Дальнейшее развитие технологии накопления электрической энергии стало невозможным без разработки четкой законодательной базы. Поэтому 1 ноября 2020 года в России вступили в силу первые национальные стандарты. Их действие распространяется на все СНЭЭ, включая те, которые предназначены для работы в автономном режиме с возможностью присоединения к сетям.

В процессе разработки нормативного документа учтены международные требования, предъявляемые к участникам энергорынка. Это будет способствовать выходу российских производителей на внешние рынки. Кроме того, стандарты предусматривают интеграцию накопителей в единую энергосистему и развитие инфраструктуры.

Система электроснабжения промышленных предприятий должна обеспечивать надежность, удобство и безопасность в обслуживании. Кроме того, необходимо, чтобы она позволяла поддерживать высокое качество и бесперебойность подачи электроэнергии к электроприемникам в нормальном и послеаварийном режимах.

Оптимальное решение поставленной задачи зависит от грамотной интеграции проверенного временим оборудования и инновационных технологий, открывающей перед компаниями широкие перспективы для дальнейшего развития.

# Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее

Сегодня в рубрике «Круглый стол» мы обсуждаем с нашими экспертами проблемы энергоснабжения промышленных объектов – тренды, сложности, интересные технические решения. Тема актуальная. Количество объектов растет, потребности увеличиваются, надо идти в ногу со временем. Как? Читайте ответы экспертов.

На наши вопросы отвечали:

**Максим Сычев**, директор компании ООО «ТСН-электро»

**Павел Записоцкий**, руководитель товарного направления ДГУ и ГПУ, ООО «Элком»

**Евгений Резенов**, инженер по высоковольтным разъединителям, ООО «Элком»

**Максим Гунишев**, PR-менеджер, сеть ENERCON

– *Что происходит сегодня на рынке энергоснабжения промышленных объектов?*

**Максим Сычев:** Сегодня рынок электроснабжения крайне многогранный. В нем представлены: заказчики с архаичной системой электроснабжения, в которую по каким-то причинам нет возможности внедрить современные разработки; заказчики, которые стараются применить самые передовые технологии. Однако с учетом требований, предъявляемых к качеству электроэнергии, усовершенствованное и интеллектуальное оборудование будет внедряться даже в самых консервативных отраслях.

**Павел Записоцкий:** Глобальные экономические факторы, оказывающее сегодня влияние на выбор стратегии при строительстве, реконструкции или модернизации системы энергоснабжения промышленных предприятий можно условно объединить в две большие группы: – необходимость снижения углеродного следа конечной продукции; – необходимость поддержания конкурентоспособности и устойчивости предприятий в условиях прогрессирующего мирового структурного экономического кризиса.

РФ в сентябре 2019 года ратифицировала Парижское соглашение по климату, а в ноябре 2021 года Президент России поручил правительству обеспечить к 2030 году сокращение выбросов парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 года и создать стратегию развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года.

Крупные промышленные группы отработывают пробные мероприятия и исследуют методы сокращения углеродного следа своей продукции. Российские промышленные группы вынуждены реагировать на условия мировой экономики и находиться в зависимости от западных рейтинговых агентств, отчеты которых

определяют ставки кредитования и объемом капитализации. После введения в 2023 году углеродного налога, предприятия, продукция которых будет иметь высокий углеродный индекс, окажутся неконкурентоспособными на западном рынке и могут одновременно потерять существенную долю капитализации.

Энергетические монополии, частные энергетические компании, поставщики компонентов, оборудования и материалов также вынуждены ориентироваться на экологическую политику крупных экспортноориентированных холдингов.

Структурный экономический кризис стал следствием резких спадов и пиков деловой активности, вызванных «торговыми войнами» и последствиями антиковидных мероприятий.

Общемировое углубление разделения труда, высокая конкуренция и антимонопольные меры привели к тому, что для повышения конкурентоспособности и сокращения издержек большинство производственных компаний отказалось или существенно сократило собственные транспортно-логистические подразделения и складские площади, перестроившись на работу со специализированными логистическими компаниями. Такая модель работы позволяет существенно снизить издержки, но только в условиях прогнозируемой загрузки логистических мощностей.

Условия непрогнозируемого и резкого спада спроса на крупные направления товаров привели к уходу с рынка большого количества небольших логистических и складских компаний, определяющих гибкость рынка, а также к сокращению мощностей и росту цен у крупных игроков. Последовавший резкий подъем спроса не вызвал соответствующего роста логистических мощностей по причине опасений о временном характере подъема спроса, капиталоемкости логистической отрасли и того, что

факторы, вызвавшие кризис, продолжают действовать. В результате выросли логистические затраты промышленных предприятий, что легло в себестоимость конечного продукта.

Соответственно, для поддержания конкурентоспособности предприятия вынуждены искать пути для сокращения издержек, в т. ч. на закупку энергоресурсов.

**Евгений Резенов:** Сейчас во всей энергетике России, и в том числе в промышленности, происходит цифровая трансформация электросетевого комплекса и развитие интеллектуальных энергетических систем. Ситуация с Covid-19 показала, что даже если большая часть персонала не сможет работать, то цифровая подстанция продолжит функционировать. Цифровизация сетей подразумевает автоматизированный контроль и управление, автоматизацию мониторинга и защиты сетей от перегрузки, предварительную обработку и расчет данных, что ведет к сокращению и предупреждению аварий на линии. На таких станциях используется только качественное и высокоточное оборудование, которое помогает достичь больших показателей в прогнозировании потребления электроэнергии. Так как невозможно запасти большое количество электроэнергии, то нужно соблюдать баланс генерации и потребления. Таким образом, будет эффективна электросистема. Ранее эффективность системы высчитывалась экспертами, но сейчас это делается с использованием программ.

**Максим Гунишев:** В связи с реализацией программы газификации страны и модернизации котельных по ДПМ все большее распространение в РФ получают распределенные энергосети. При выборе источника бесперебойного питания промышленные предприятия прежде всего ориентируются на экономический аспект. К примеру, в Сибирском регионе энергия из централизованной



**Максим Сычев,**  
директор компании ООО «ТСН-электро»



**Максим Гунишев,**  
PR-менеджер, сеть ENERCON

сети за счет перекрестного субсидирования обойдется бизнесу в 4–5 руб./кВт\*ч, тогда как киловатт, полученный от собственного газогенератора, будет стоить порядка 2–3 руб. Если предположить, что предприятие тратит на электроэнергию порядка 3–4 млн руб. в месяц, то внедрение газопоршневой установки окупится через 3–4 года, и это хороший показатель. Что касается удаленных уголков нашей страны, где нет централизованных сетей, там питание традиционно идет от дизельных генераторов, и стоимость киловатта для предприятия может доходить до 20–23 руб. На таких объектах нередки случаи аварийного отключения из-за роста потребления. Люди и предприятия в этих регионах – заложники ситуации, потому что тянуть линию и обслуживать ее так же дорого, как и внедрять газификацию, что заставляет бизнес отказываться от долгосрочных проектов.

*– Какие тенденции вы могли бы отметить?*

**Максим Сычев:** Современный рынок электроснабжения взял курс на автоматизацию всех инженерных систем предприятия. Это, с одной стороны, повышает стоимость электротехнического оборудования, применяемого для электроснабжения предприятий, но, с другой стороны, существенно экономит потребляемые ресурсы и увеличивает эксплуатационный срок технологического и осветительного оборудования, исключая их излишние часы работы. Поэтому при строительстве и модернизации систем электроснабжения необходимо находить баланс и выявлять наиболее экономически выгодное решение.



**Павел Записоцкий,**  
руководитель товарного направления ДГУ и ГПУ, ООО «Элком»

троснабжения предприятия, но, с другой стороны, существенно экономит потребляемые ресурсы и увеличивает эксплуатационный срок технологического и осветительного оборудования, исключая их излишние часы работы. Поэтому при строительстве и модернизации систем электроснабжения необходимо находить баланс и выявлять наиболее экономически выгодное решение.

**Павел Записоцкий:** Условия предстоящего введения углеродного налога, роста стоимости энергоресурсов, вызванные поспешными попытками «зеленого перехода» ЕЭС и США, давления политических решений над экономической целесообразностью, а также условия структурного экономического кризиса вынуждают промышленные компании двигаться в следующих направлениях:

- переход от капиталовложений в увеличение объемов выпуска продукции к политике инвестиций в сокращение издержек при сохранении стабильного объема выпуска продукции, ускоренного перехода на энергоэффективные технологии передачи, распределения и утилизации электрической и тепловой энергии, а также высокоэффективного использования энергоносителей;
- обеспечение энергетической автономности и, как следствие, финансовой безопасности за счет строительства собственных генерирующих мощностей.

Необходимость повышения энергетической эффективности производственных предприятий характеризуется смещением спроса от технических решений с минимальными капитальными затратами в сторону оценки стоимости их эксплуатации, периода окупаемости и экономического эффекта на конечный продукт.

Стремление к энергетической автономности определяется экономической целесообразностью такого решения.

Для большинства промышленно-развитых регионов РФ характерна низ-



**Евгений Резенов,**  
инженер по высоковольтным разъединителям, ООО «Элком»

кая стоимость (в сравнении с мировыми ценами) и высокая доступность энергоносителей, в первую очередь трубопроводного природного газа. В то же время после разделения естественной монополии – энергохолдинга РАО «ЕЭС» – возник формальный рынок частных генерирующих и электросбытовых компаний, что привело к тому, что стоимость транспортировки электроэнергии от источника до потребителя сравнима, а иногда и превышает стоимость ее производства. Исключением является ряд регионов с наиболее низкой стоимостью электроэнергии от ГЭС. Но и в этом случае встречаются зоны с недостаточной мощностью местных распределительных сетей, дорогостоящим присоединением и резким ростом стоимости электроэнергии при превышении нормативного потребления.

Для промышленных производств становится целесообразным переход на автономное энергообеспечение собственных нужд. Срок окупаемости капиталовложений на строительство малых электростанций без учета когенерации тепловой энергии, с учетом эксплуатационных затрат составляет от 2,5 до четырех лет, в зависимости от стоимости сетевой электроэнергии и сетевого газоснабжения. Централизованная сеть при этом выступает в качестве резервного и пикового источника электроэнергии. Немаловажным фактором является надежность и маневренность энергосистемы на базе собственной электростанции.

Наиболее активно строительство собственных электростанций ведут тепличные комплексы и аграрные предприятия, а также data-центры. Обусловлено это высокой долей стоимости электрической и тепловой энергии в себестоимости конечного продукта, а также повышенными требованиями к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии, которое оказывает значительное влияние на конечный продукт.

**Евгений Резенов:** В связи с массовым развитием электротранспорта и электроники рост потребления электроэнергии за прошлый год составил примерно 5%. Таким образом, увеличивается потребность в возобновляемых источниках электроэнергии, таких как ветряные генераторы и солнечные батареи. Если устанавливать дополнительно такие станции на производствах, то можно обеспечить автономность всего производства или отдельных важных участков. А это уже ведет к снижению затрат на электроэнергию.

Также очень популярен тренд энергоэффективности производств, то есть рациональное и бережливое потребление электроэнергии. Достигается это внедрением современного оборудования с низким потреблением, снижением потерь при передаче энергии, установкой цифровых блоков контроля качества и потребления электроэнергии и датчиков.

**Максим Гунишев:** Основной тренд развития современной энергетики лежит в области распределенных энергосетей и широкого распространения возобновляемых источников энергии. Уже сейчас одним из основных условий выхода предприятия на международный рынок является снижение углеродного следа. Крупные компании нашей страны стремятся к соблюдению углеродной нейтральности. Резко выросла популярность объектов альтернативной энергетики, в частности, солнечных электростанций (СЭС). При тарифе на электроэнергию от центральных сетей для предприятия в 5 руб./кВт\*ч солнечная станция окупится примерно за 8 лет, а если брать во внимание районы с децентрализованными сетями, то срок снижается до 3–5 лет. Все больше электросетевых компаний смотрит в сторону солнечной генерации как дополнительного источника энергии в общей системе электроснабжения. СЭС практически не нуждается в обслуживании, а стоимость киловатта фиксируется однажды и не меняется за время эксплуатации, поэтому для многих проблемных регионов экономическая целесообразность солнечной энергетики является неоспоримой.

**– В чем основная специфика энергоснабжения промышленных объектов?**

**Максим Сычев:** Промышленный объект – это единый механизм. Поэтому при разработке системы электроснабжения необходимо учитывать, какие убытки понесет предприятие при аварии в системе электроснабжения. На базе данной информации – грамотно определить категорию надежности предприятия по электроснабжению и подобрать необходимое и достаточное количество источников электроснабжения.

При проектировании промышленной системы электроснабжения инженерный центр руководствуется практическими принципами: простота и возможность расширения (внедрения нового оборудования), исключение перегрузок, обеспечение бесперебойного производственного процесса и безопасность при эксплуатации в условиях конкретного цеха.

Если проектирование, разработка и промышленный электромонтаж осуществляет предприятие – производитель электротехнического и осветительного оборудования, то учитываются все вышеперечисленные факторы, внедряются технически и экономически обоснованные технологии с применением инновационного оборудования, закладываются возможности для будущего расширения предприятия без капитальных вложений.

**Павел Записоцкий:** Система энергоснабжения не отделима от потребностей технологического оборудования.

Возросшая актуальность необходимости снижения издержек на выпуск конечной продукции приводит к широкому внедрению современных технических решений, в частности:

- современных комплектных распределительных устройств для высокого, среднего и низкого напряжения, заводского изготовления, характеризующихся высокой отказоустойчивостью, низкими эксплуатационными затратами, минимизацией влияния человеческого фактора, компактными размерами, отсутствием влияния факторов внешней среды на работу распределительного устройства, автоматизацией защиты, наличием удаленного мониторинга и управления коммутацией;
- электродвигателей с классом энергоэффективности IE4-IE5, в особенности в сегменте малой мощности до 150кВт, где КПД применяемых электродвигателей лежит в диапазоне 60–90% за счет массовости применения;
- современных облегченных механических частей агрегатов, в частности, мощных компрессоров, насосов, мельниц и тягодутьевых машин, в т. ч. за счет изготовления их из новых материалов и с применением компьютерного моделирования процессов;
- систем ранней диагностики состояния механизмов и электродвигателей (например, на основе анализа гармоник вибрации и изменения электрических характеристик);
- частотно-регулируемого электропривода для синхронизации нескольких параллельно работающих электроприводов (пример – прокатные станы и конвейеры), что обеспечивает снижение издержек на брак, а также для организации ПИД-регулирования электроприводов агрегатов по данным приборов контроля, в т. ч. с

автоматическим выбором программ реагирования в переменных условиях, что обеспечивает наибольший экономический эффект от внедрения ЧРЭП;

- систем комплексной автоматизации управления технологическими процессами, что позволяет выявить и устранить слабые места технологических цепочек и процесса производства, за счет чего повысить общую и энергетическую эффективность предприятия, а также выявлять и анализировать тенденции в различных системах для раннего прогнозирования отклонений.

Несмотря на доказанный экономический эффект от применения вышеизложенных технических решений, в условиях развивающегося экономического кризиса многие предприятия не имеют возможности инвестировать солидные суммы на быстрое техническое переоснащение энергосистемы и технологического оборудования в полном объеме. Технические решения подвергаются ранжированию по величине экономического эффекта от их применения, а также по срочности внедрения, исходя из состояния существующего оборудования.

Возросшая потребность в современных решениях в энергетике привела к расширению предложения от поставщиков и усложнила процесс выбора. Проектные организации и промышленные компании часто не успевают отслеживать появление новых решений и оценить их экономический эффект, поэтому в общемировую и российскую практику все больше входят контракты на внедрение системы «под ключ» с оплатой после подтверждения гарантированных показателей и экономического эффекта.

**Евгений Резенов:** Для систем электроснабжения предприятий промышленности предъявляются более жесткие требования к надежности и безопасности. Для этого должны применяться системы автоматизации переключений и релейной защиты на магистральных многоуровневых схемах с распределительными, трансформаторными и преобразовательными подстанциями, так как даже непродолжительное отключение может остановить или вывести из строя все производство. Также на линии должно быть установлено резервное оборудование.

Система электроснабжения промышленных объектов должна учитывать перспективы роста компании, следовательно, и потребления электроэнергии. Строительство опор и фундаментов должно производиться с учетом роста нагрузки в будущем и строиться с запасом прочности. Трансформаторы должны устанавливаться с запасом мощности до предполагаемой в будущем.

Так как промышленные предприятия являются крупными потребите-

лями, то нужно учитывать и экономию. Для сокращения потерь электроэнергии трансформаторная подстанция должна находиться как можно ближе к потребителю.

*– Какие важные факторы надо учесть, планируя систему энергоснабжения промышленного объекта?*

**Максим Сычев:** Одним из главных факторов является бюджет заказчика. Однако при выборе системы электроснабжения необходимо соблюсти баланс между бюджетом, требованиями, предъявляемыми государством к инженерным системам, учесть целесообразность дальнейшего расширения. Не всегда стоит применять все самые последние современные разработки, если отсутствует такая необходимость. Решить задачу целесообразности применения тех или иных решений и экономически их обосновать может компания, оказывающая полный спектр электротехнических услуг: от проектирования и производства до промышленного электромонтажа и сервиса.

**Павел Записоцкий:** Непременным фактором является безопасность энергосистемы для эксплуатирующего персонала и персонала технологических линий.

Планирование энергосистемы и ее частей неразрывно связано с присоединенным технологическим оборудованием и начинается с определения приоритетных критериев, которые влияют на свойства конечного продукта.

Производится сбор данных о планируемых источниках энергоснабжения и их характеристиках, в т. ч. ценовых. Они могут быть как вводы внешней централизованной сети, так и объекты собственной генерации.

При планировании систем электроснабжения производится разбивка общей системы на локальные участки, для которых определяется категория электроснабжения потребителей и требования к качеству электроэнергии.

Для одних технологических линий важна минимизация стоимости конечного продукта при приемлемой надежности и качестве электроэнергии, и допускается отклонение качества электроэнергии в вероятных пределах, а также допускаются временные перерывы электроснабжения заданной возможной длительности.

Оценка приемлемости появлений и длительности перерывов электроснабжения или отклонений качества электроснабжения производится на основании сравнения стоимости ущерба или возможного расчетного перерыва электроснабжения со стоимостью мероприятий для исключения возможности появления такого ущерба.

Другие технологические линии могут относиться к безостановочным или

опасным производствам, для которых перерывы и отклонения качества электроснабжения могут нести фатальные последствия, или же прерывание электроснабжения и отклонения в качестве электроснабжения при выпуске партии продукции могут привести к выбраковке партии и существенным экономическим потерям.

На следующем этапе производится предпроектный сбор технических решений и предложений от поставщиков. На основании технико-экономических обоснований производится предварительное сравнение стоимости предложений и оценка экономического эффекта от их применения. В случае ограниченного бюджета производится ранжирование отобранных решений.

На основании проведенного отбора формируются перечни технических требований к оборудованию и технические задания, после чего проводится конкурсный отбор.

Изложенная выше работа может быть проведена заказчиком собственными силами, если в его структуре имеются профильные проектные подразделения, или в кооперации со специализированными проектными организациями, или же работа может быть передана ЕРС-компаниям на условиях реализации «под ключ», но с обязательным перечислением целевых производственных и экономических показателей, которые заказчик должен получить после завершения строительства. Важно отметить, что в связи с разницей в приоритетах и целях заказчика и ЕРС-подрядчика нередки случаи негативного опыта реализации проектов в условиях, когда этап выбора технических решений отдается ЕРС-подрядчику.

При планировании энергосистемы предприятия необходимо оценить перспективы будущего расширения мощностей и заложить возможности будущего расширения энергосистемы.

**Евгений Резенов:** Важными факторами при проектировании системы электроснабжения предприятия являются:

- отдаленность объекта от источника электроэнергии (ЛЭП). Это влияет на потери, а значит, и на экономику предприятия;
- климат данной местности (например, оборудование для холодного климата не подходит для районов с теплым климатом);
- проектная потребляемая мощность;
- потребность в резервном питании;
- используемое оборудование;
- количество персонала;
- наличие отопления и тип;
- потребность в безостановочном режиме потребления электроэнергии. Данный фактор может быть очень важен для многих предприятий, так как пре-

ращение электропитания может вызвать аварии, повреждение оборудования, брак изделий при производстве и т. д. Для случаев отключения электроэнергии или аварии на линии предусматривается резервное питание от другой сети или питание от генератора. Может быть предусмотрено автоматическое включение резервного питания.

**Максим Гунишев:** При проектировании промышленного объекта необходимо запросить у энергоснабжающей организации стоимость прокладки новой линии согласно расчетному потреблению и заложить эту стоимость в строительство объекта. Если затраты на прокладку линии покажутся неприемлемыми, возможно, придется рассмотреть вопрос выбора иного источника электроснабжения. Бывает, что дешевле провести и обслуживать газовую трубу с небольшим газгольдером, чем тянуть воздушные линии электропередач. Основные виды промышленного электроснабжения на сегодняшний день – это:

- центральное электроснабжение (независимо от источника – АЭС, ГЭС и т. д.);
- газовое (локальные газопоршневые установки (ГПУ));
- твердотопливное (небольшие ТЭЦ).

На собственную генерацию обычно переходят предприятия нефтяной промышленности, машиностроения, обрабатывающей промышленности и лесопромышленного комплекса. Какой бы вариант энергоснабжения ни выбрало предприятие, всегда есть возможность для частичного замещения электропотребления за счет возобновляемых источников.

*– На какие новые интересные технические решения в этой сфере стоит обратить внимание?*

**Максим Сычев:** Сегодня активно ведется работа по цифровизации и автоматизации систем электроснабжения. Наглядная система мониторинга параметров сети электроснабжения и состояния коммутационных устройств оптимизирует процесс эксплуатации и существенно улучшает качество работы оперативного персонала предприятия. Автоматизированная система управления не только значительно увеличивает скорость поиска и устранения неисправностей в системе электроснабжения, но и позволяет предотвратить аварийные ситуации, следовательно, избежать серьезных последствий. Каждая система управления разрабатывается под конкретное предприятие и имеет свой набор функций, может использоваться не только в качестве мониторинга, но и в качестве «умного помощника», например, подсказывающего, каких конкретно условий недостаточно для перехода алгоритма на следующий шаг. При разработке АСУ отдельное

внимание уделяется программному обеспечению, на базе которого происходит построение системы. Если ПО универсальное, мультибрендовое и гибкое к будущим изменениям, то в любое время можно будет осуществить перенастройку или расширение системы автоматизации, дополнив необходимыми функциями, либо интегрировать АСУ в системы верхнего уровня по различным протоколам связи.

**Павел Записоцкий:** На уровне распределительных устройств стоит обратить внимание на современные компактные высоковольтные распределительные устройства в элегазовой изоляции (КРУЭ), характеризующиеся высокой отказоустойчивостью, низкими эксплуатационными затратами, минимизацией влияния человеческого фактора, отсутствием необходимости в аренде территорий (по сравнению с открытым распределительством), отсутствием влияния факторов внешней среды на работу распределительных устройств, которые обеспечивают удаленный мониторинг и управление коммутацией. Собственная стоимость такого оборудования может быть выше стоимости оборудования открытых распределительных устройств, однако комплексные затраты на строительство и эксплуатацию могут быть существенно ниже при значительно более высоком уровне надежности и отказоустойчивости.

На уровне потребителей электроэнергии необходимо отметить расширение применения преобразователей частоты с ПИД-регулированием. Лучшие современные модели ПЧ обладают функциями систем автоматического управления, в том числе с возможностью программирования логики работы. В настоящее время разработаны системы частотного регулирования и для синхронных электродвигателей. Мощность электропривода, для которого может быть разработан частотный преобразователь, фактически не ограничена. Существуют отдельные модели для мощности электропривода до 30МВт.

С развитием технологий силовой полупроводниковой электроники, технологий производства постоянных магнитов, а также с освоением технологий изготовления сложных узлов электродвигателей появляются новые перспективные решения, в частности, с применением новых типов синхронных электродвигателей на постоянных магнитах, а также с применением вентиляторно-индукторных электродвигателей.

В настоящее время для целей накопления энергии и организации источников бесперебойного питания для резервирования отдельных систем применяются свинцово-кислотные и литиевые аккумуляторные батареи. Такие ИБП применяются в основном для краткосрочного резервирования ответственных

систем ограниченной мощности. Организация ИБП для долгосрочного резервирования или резервирования технологических линий с большой потребляемой мощностью затруднительна по причине высокой стоимости и специфических характеристик традиционных элементов питания. Перспективным направлением является применение для накопления электроэнергии батарей на основе суперконденсаторов, а также водородных элементов. Снижается стоимость высокотехнологичных механических накопителей электроэнергии, на основе которых, в частности, изготавливаются дизельно-роторные ИБП, которые нашли широкое применение в дата-центрах для исключения бестоковой паузы при переключениях на резервные дизельные генераторные установки. В некоторых случаях ДРИБП также применяются для улучшения качества электроэнергии.

**Евгений Резенов:** В данном вопросе хотел бы отметить решение роботизации и автоматизации технического обслуживания и ремонтных работ объектов электрификации производств, так как это важнейший фактор в достижении высокого уровня безопасности при работах. А если совместить это решение с централизованным мониторингом сетей, то вполне можно прийти к нулевой аварийности в данной сфере. Современные технологии уже пришли к тому, что на основе обработанных показателей системы управления могут самосовершенствоваться и выводить скрытые постоянства ошибок при производстве работ.

**Максим Гунишев:** Для крупных предприятий с высоким стабильным уровнем потребления приемлемы только такие источники, как ГЭС, АЭС, ТЭС. Мощность таких предприятий измеряется гигаВаттами. Легкая промышленность с потреблением в сотни мегаватт может позволить себе установку локальных газопоршневых станций. Для питания небольших удаленных предприятий достаточно энергии в сотни килоВатт. В этом сегменте экономически обоснованно применение системы накопления электроэнергии (СНЭ) и использование альтернативных источников энергии.

*– Какие трудности возникают при энергоснабжении промышленных объектов?*

**Максим Сычев:** Несмотря на то что в современном мире взят курс на экономию энергетических ресурсов, потребность предприятий с каждым годом возрастает. Причиной является увеличение объема выпускаемой продукции или ужесточение требований государственных стандартов (СП, ГОСТов), применяемых к инженерным системам

на предприятии. В связи с этим предприятиям приходится увеличивать объем потребляемых энергетических ресурсов, что в некоторых районах проблематично из-за отсутствия свободных мощностей на доступных источниках питания. Также к промышленным объектам предъявляются требования к качеству электроэнергии, как поступающей на предприятие, так и к тем помехам, которые они могут выдать в сеть.

**Павел Записоцкий:** В связи с широким выбором имеющихся на рынке технических решений и обилием предложений перед руководителями промышленных объектов остро встал вопрос обеспечения работы новых типов оборудования квалифицированным эксплуатирующим персоналом, что приводит к введению предприятиями ограничений в технической политике в части выбора оборудования, что одновременно сокращает возможности промышленных объектов в части применения новых эффективных решений.

В условиях ограниченного бюджета на строительство или модернизацию энергосистем промышленные предприятия нередко не выделяют финансирование на проектную проработку экономического эффекта применения тех или иных решений и производят сравнение по закупочной стоимости, что ограничивает применение современных технических решений.

Для целей строительства малой и распределенной постоянной генерации наиболее эффективным источником электроэнергии в большинстве случаев являются газопоршневые генераторные установки. Оптимальным балансом стоимости и КПД выработки электроэнергии обладают ГПУ с единичной мощностью от 5МВт. Для обеспечения оптимального экономического эффекта в составе электростанции таких установок должно быть несколько. Для многих промышленных предприятий общая электрическая мощность электростанции в 10–15МВт будет избыточной в отдельные периоды работы или на всем протяжении. При работе на неполной нагрузке у двигателей ГПУ падает КПД. Проблему могла бы решить продажа излишков электроэнергии во внешнюю сеть. В то же время даже в регионах, в которых наблюдается дефицит источников электроэнергии (например, в отдельных районах Удмуртской Республики), сетевые компании готовы приобретать только гарантированное количество электроэнергии по единому тарифу, установленному для генерирующих компаний региона, или без гарантии объема, но со значительной скидкой от единого тарифа гарантированной выработки, что может быть ниже себестоимости выработки. Связано это с особенностями диспетчерского управ-

ления энергосистем и действующего законодательства в отрасли. Такие условия, как правило, не приемлемы для производственных предприятий, которые могли бы отдавать в сеть излишки. В ходе организации автономного электроснабжения предприятий предусматриваются мероприятия по недопущению выдачи избытков электроэнергии во внешнюю централизованную сеть, а мощность и количество ГПУ подбираются в соответствии с потребляемой мощностью. В случае внесения изменений в законодательство по принципу изменений, принятых по солнечной и ветровой электрогенерации, промышленные предприятия могли бы за счет строительства собственных электростанций решить проблемы недостатка генерирующих мощностей в регионах.

**Евгений Резенов:** По моему мнению, главной трудностью и проблемой в электроснабжении является экономия средств при закупке оборудования. Таким образом, при конкурсном выборе поставщика оборудования лидирует тот, кто предложит меньшую цену. А удешевление продукта ведет к снижению качества и последующей некорректной работе, дорогостоящему ремонту и убыткам при производстве.

Существует огромное количество именитых поставщиков оборудования, а также поддельных изделий под знаменитым брендом. Нужно выбирать только подтвержденные качественные продукты.

**Максим Гунишев:** Основные сложности в имеющейся инфраструктуре – это выделенная мощность и необходимость инвестиций в модернизацию системы энергоснабжения, а также постоянное увеличение тарифов (в среднем на 8–10% в год).

**На что обращать внимание при выборе подрядчика по проектированию системы электроснабжения промышленного предприятия?**

**Максим Сычев:** При выборе подрядчика по проектированию рекомендую

обращать внимание на стаж проектной организации на рынке услуг. Если подрядчик является заводом – изготовителем электротехнического и осветительного оборудования, осуществляет промышленный электромонтаж, то есть выполняет строительство энергообъектов «под ключ», это будет являться неоспоримым преимуществом при выборе. Например, при обращении за проектом трансформаторной подстанции к производителю данного оборудования вы обращаетесь к проектировщикам-практикам, которые к каждому проектному решению подходят с точки зрения реализуемости на практике. Это является определенной гарантией, что запуск объекта будет произведен точно в срок.

**Павел Записоцкий:** Выбор применяемых технических решений должен осуществляться по схеме, изложенной в вопросе № 4, а подрядчик по проектированию должен обладать достаточной компетенцией для оценки предлагаемых технических решений и иметь в своем составе подразделение, способное разрабатывать или компетентно оценивать технико-экономические обоснования применяемого оборудования, а также состав факторов, учтенных в ТЭО.

Контракт с подрядчиком по проектированию системы энергоснабжения должен включать в себя авторский надзор с уровнем обеспечения, достаточным для корректировки значительного объема рабочей документации.

На мой взгляд, подрядчик по проектированию будет наиболее объективен в своих решениях в том случае, если договорные обязательства он будет нести непосредственно перед конечным заказчиком, а не перед генеральным подрядчиком строительства.

В связи с обилием предложений от поставщиков различного оборудования бывает сложно найти подрядчика по проектированию, обладающего компетенцией и опытом в применении в проектах современных технических решений по всем направлениям оборудо-

вания, применяемого в конкретном проекте, поэтому привлечение профильных субподрядчиков и экспертных организаций к разработке и проектированию отдельных направлений оборудования, на мой взгляд, должно приветствоваться.

**Евгений Резенов:** Проектирование электроснабжения предприятия является очень ответственной и требовательной задачей, в которой много особенностей. Конечно, в такой сложной системе неизбежна поломка оборудования или обрыв сети. И тут уже важно, как себя поведет организация. Наличие сервисных центров, оперативного отклика, поддержки на горячей линии являются главными в вопросе восстановления электроснабжения предприятия. Также нужно удостовериться в наличии сертификатов компании на проведение данных работ и подтвержденной квалификации специалистов компании. Электрические сети компании должны являться частью всего производственного комплекса и при проектировании должны быть учтены особенности других коммуникаций и сооружений. Таким образом, в компании должны быть специалисты во всех областях строительства.

**Максим Гунишев:** Нужно ориентироваться на опыт проектирования, подтвержденный кейсами реализованных проектов с детальным разбором сроков и особенностей ввода в эксплуатацию. Важно заранее не просто рассчитать по формулам планируемую выработку электроэнергии, но и предусмотреть множество моментов, связанных с особенностями каждого конкретного объекта энергоснабжения. Если говорить об опыте строительства солнечных станций, которым располагает ENER-GON, то мы перед стартом реализации проекта моделируем с помощью специального программного обеспечения режимы работы станции и объем гарантированной выработки. Это дает возможность заказчику заранее оценить риски и преимущества от внедрения системы собственной генерации.



## КОНКУРС ЭЛЕКТРОРЕКЛАМА

Прием заявок до 20 мая 2022 г.

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

организатор:



www.marketelectro.ru  
ежеквартальный журнал-справочник

# Нештатные ситуации в электросетях. Анализ и решения

■ Евгений Рябцев

Напряжение и другие параметры электрической сети в России стандартизированы. ГОСТ 32144–2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах напряжения общего назначения» определяет, что действующее значение напряжения в Сети должно быть в пределах  $220 \text{ В} \pm 5\%$  (максимальное отклонение  $\pm 10\%$ ).

Номинальное значение частоты напряжения электричества в сети составляет 50 Гц. Допустимое отклонение этого показателя в синхронизированных системах электроснабжения не должно превышать  $\pm 0,2$  Гц в течение 95% времени интервала в одну неделю и  $\pm 0,4$  Гц в течение 100% времени интервала в одну неделю.

В электрической сети потребителя должны быть обеспечены условия, при которых отклонения напряжения питания на зажимах электроприемников не превышают предельно допустимых значений, установленных действующим стандартом. Поэтому любые бытовые приборы с сетевым питанием, офисная техника и промышленное электрооборудование разрабатываются с учетом этих требований.

Однако в реальности параметры электросетей не всегда соответствуют требованиям нормативного докумен-

та. Отклонения могут возникать под действием как природных явлений (например, ионизация воздуха во время грозы), так и техногенных влияний (электротранспорт, мощные нагрузки в строительстве и промышленности, переключение питающих центров, коммутация мощных устройств и др.).

Нередко свою «посильную лепту» вносит также и человеческий фактор: сети могут быть спроектированы с ошибками, перегружены, некачественно отремонтированы и т. п. Все это может спровоцировать серию импульсных помех, а также стать причиной отклонений значения и формы напряжения электросети.

Наличие импульсных токов негативно отражается на работе электроприборов и оборудования, насыщенных электронной. Помехи создают нестандартные условия питания, в результате чего электронные устройства могут выйти из строя, не говоря уже о качестве их функционирования.

## Диспетчерский анализ нештатных ситуаций

Отклонение параметров электросети от нормативных показателей приводит к возникновению штатных ситуаций, при которых технологический процесс или состояние оборудования

выходит за рамки нормального функционирования, что может привести к аварийной ситуации.

Одной из самых крупных в истории России стала авария в энергосистеме Москвы, которая произошла 25 мая 2005 года и затронула около 7 млн человек в разных регионах страны.

Нештатная ситуация на питающем центре «Чагино» нарушила устойчивость региональной энергосистемы и спровоцировала отключение ЛЭП в столице, на юго-западе Московской агломерации, а также в Тульской, Калужской, Смоленской и Рязанской областях.

Перегрузка, возникшая из-за утреннего роста потребления электроэнергии, повлекла за собой автоматическое каскадное отключение высоковольтных ЛЭП на юге столицы и Московской области.

В Москве без электроэнергии остались пять административных округов, на территории которых находились 11 706 строений, в том числе 28 медучреждений, две станции аэрации, три регулирующих узла водоснабжения и 30 насосных станций «Мосводоканала».

На железных дорогах пяти направлений в общей сложности остановилось 862 пассажирских, пригородных и товарных поезда. Из-за аварии в системе электроснабжения в туннелях метро было обесточено 43 состава. На момент ЧП в них находились около 20 тыс. человек. Операция по эвакуации попавших в беду пассажиров подземки длилась несколько часов. Кроме того, началось перебои в работе банкоматов и операторов сотовой связи. Возникли проблемы с доступом в Интернет. Днем две фондовые биржи даже приостановили торги.

С серьезными проблемами столкнулось множество предприятий в нескольких регионах России. Например, из-за обесточивания птичников на птицефабриках Петелино (Тульская обл.) погибли более 1 млн кур. Сбой в энергосистеме привел к тому, что в доменных печах Ступинского металлургического комбината (Московская обл.) застыл расплавленный никель. Позже стоимость ремонтных работ эксперты оценили в 1 млн долл.

По оценкам правительства Москвы сумма ущерба превысила 1,708 млрд руб., простой с 25 по 30 мая причинил убытки еще на 3 млрд руб. Москов-



ская область понесла ущерб в 504 млн руб., администрация Тульской области оценила причиненные сбоем убытки в более чем 436 млн руб. Потери ОАО «РЖД» составили порядка 650 млн руб.

Одной из ключевых причин возникновения серьезных аварийных ситуаций может быть перегрузка энергооборудования и необеспечение баланса мощности и электрической энергии в процессе оперативного управления энергосистемой, которые могут возникать в различных ситуациях.

С целью предотвращения и недопущения возникновения масштабных системных аварий необходимо обеспечить комплексное развитие всех элементов энергосистемы, повышать ее энергоэффективность и использовать заранее продуманную систему мероприятий, блокирующих воздействие причин технологических нарушений.

Анализ нештатных ситуаций – одна из наиболее сложных и важных задач диспетчерского управления электрическими сетями. Особым классом таких задач является диспетчерский оперативный анализ, в ходе которого персонал должен сформулировать возможные варианты (а в идеале сделать заключение) о сути нештатной ситуации.

В настоящее время на большинстве питающих центров и диспетчерских пунктов используются устаревшие программные комплексы АСДУ или средства телемеханики, которые не соответствуют современным требованиям. Как правило, функционал такого оборудования не позволяет передавать информацию в стандартный протокол сбора данных для оперативного и технологического контроля за работой электросетевой инфраструктуры.

Данные собираются с помощью конвертера протокола, преобразующего потоки информации, поступающей с подстанций класса напряжения 35–110 кВ, в стандартные протоколы. Использование этой схемы значительно усложняет процесс настройки технических средств программного продукта и не гарантирует качество передачи данных.

Диспетчерская служба центра управления сетями осуществляет мониторинг текущего состояния электросетевой инфраструктуры и решает задачи управления в зоне операционной деятельности. На фоне резкого увеличения скорости и объема передаваемой информации становится очевидно, что системы связи нуждаются в модернизации. Для повышения качества сбора и обработки данных необходимо активное внедрение цифровых технологий.

Одним из основных признаков современных автоматизированных систем управления эксперты называют интеграцию набора программных продуктов в общее информационное пространство.

К примеру, на диспетчерском щите электросетевой компании управление электроснабжением происходит с помощью программно-аппаратного комплекса «КОТМИ-2010», предназначенного для создания диспетчерских информационно-управляющих систем реального времени с функциями сбора информации из разных источников, телеуправления, обработки принятых данных, их архивации и предоставления запрашиваемой пользователем информации.

Клиент системы состоит непосредственно из программного продукта и набора функциональных модулей. Рабочее место дежурного диспетчера – это обычный офисный компьютер. Для оперативной обработки массива поступающих данных мощности ПК недостаточно, что неизбежно приводит к «торможению» системы.

В процессе работы с программно-аппаратным комплексом специалисты выявили ряд серьезных минусов:

- Уровень надежности устройств телемеханики не соответствует современным требованиям. В частности, в список выполняемых оборудованием функций не входит операция включения/отключения масляного выключателя;
- Надежность работы модемов также оставляет желать лучшего. Эксперты неоднократно фиксировали «зависание» этих устройств как со стороны программных средств, так и со стороны оборудования, установленного в диспетчерском пункте;
- Модемы и каналный адаптер разработаны сторонними компаниями, что существенно усложняет техническое обслуживание и ремонт оборудования;
- Технологическое оборудование верхнего уровня расположено на рабочем месте диспетчера. Эта особенность комплекса создает серьезные неудоб-

ства как для оперативного, так и для обслуживающего персонала.

В 2015 году в России создан Единый территориально-распределенный корпоративный центр обработки данных (ЕТРК ЦОД) ОАО «СО ЕЭС». В ходе реализации масштабного проекта на базе ОДУ и РДУ были введены в эксплуатацию объединенные модули и локальные вычислительные комплексы.

Ввод в эксплуатацию нового оборудования позволил максимально полно использовать вычислительные ресурсы для повышения надежности работы оперативного диспетчерского управления. Кроме того, благодаря новому оборудованию обеспечена возможность контроля работы сетей в режиме реального времени и реализована процедура «бесшовной» миграции информационных систем в виртуальную среду.

АСДУ выполняет функции контроля и комплексного управления электросетевой инфраструктурой во всех режимах ее эксплуатации. С учетом этого эксперты настаивают на целесообразности дальнейшего исследования, разработки и внедрения интегрированных систем управления программными комплексами для сетей и энергообъектов, которые объединяют ранее созданные отдельно функционирующие автоматизированные системы.

Интегрированные АСДУ объединяют функции надзорного, технологического и организационно-экономического мониторинга. Кроме того, они обеспечивают совместное функционирование автоматизированных систем управления предприятиями (АСУП) электросетей, регионов электросетей и автоматизированных систем управления технологическими процессами центров питания, которые находятся в оперативном управлении диспетчера.



Рост энергопотребления способствует увеличению нагрузки на электростанции и сети. Одновременно с этим увеличивается объем оперативных данных, которые необходимо своевременно доставить диспетчеру. В свою очередь диспетчер, используя свои знания и технические возможности, которыми он располагает, обязан гарантировать полный контроль над выработкой, передачей и распределением электричества.

Многие из современных АСДУ построены с использованием цифровых компонентов. Прежде всего, это микропроцессорные устройства защиты, оборудование для измерений, межчиповые линии связи, графическая система управления подстанциями и сетевой инфраструктурой.

Оборудование и программные продукты, предлагаемые как часть АСДУ, – это целая система, предназначенная для мониторинга, связи, контроля, анализа и защиты. Все эти функции выполняются в соответствии с единой концепцией развития автоматизированных систем управления.

Дальнейшее развитие автоматизированных систем управления электрическими сетями позволит:

- добиться автоматизации и вывести на качественно новый уровень эффективность диспетчерского контроля и управления;
- оперативно анализировать показатели работы сетей, предотвращать нештатные ситуации;
- сокращать время, которое затрачивается на ликвидацию нарушений и аварий;
- поддерживать параметры качества электроэнергии и оптимальные режимы основных сетей на уровне критерия минимизации потерь;
- повысить энергоэффективность и надежность работы энергообъектов и сетей;

- снизить недоотпуск электроэнергии за счет получения оперативных данных о состоянии электросетевой инфраструктуры и возможности быстро реагировать на любые отклонения от нормативных показателей;
- повысить надежность работы энергосистемы благодаря использованию полной и оперативной информации о работе оборудования и др.

По оценкам экспертов, залогом успеха внедрения автоматизированных систем управления является создание специальных программных комплексов, которые предназначены для контроля и анализа нештатных ситуаций в электросетях.

В случае аварии программа может оперативно проанализировать собранные данные о параметрах электросети и выработать план восстановления питания или сгенерировать рекомендации для устранения аварийной ситуации.

Именно поэтому необходимо разрабатывать и внедрять программные комплексы для управления сетями. Это не только позволит сократить количество аварий, но и даст возможность существенно повысить качество электроснабжения потребителей на определенных режимах работы.

### **Автоматика против нештатных ситуаций**

Для обеспечения надежности электроснабжения и ограничения развития аварийных режимов используется противоаварийная автоматика (ПА). Это устройства или комплекс автоматических устройств, специально разработанных для предупреждения, локализации и устранения нарушений нормального режима.

К противоаварийной аппаратуре предъявляется ряд требований:

- Быстродействие. ПА должны с необходимой скоростью выполнять работу, для которой они предназначены. Это главное условие для устройств, которые используются для предотвращения нарушений динамической устойчивости;
- Селективность. Требование означает способность ПА отбирать объекты, способ и минимальный объем воздействий, обеспечивающих максимально эффективную локализацию нарушений нормального режима. В случае если на нештатную ситуацию реагирует несколько защитных аппаратов, установленных последовательно, то их суммарное воздействие также должно соответствовать требованию селективности;
- Чувствительность – способность ПА реагировать на отклонения от нормального режима, на действие которых они рассчитаны;
- Надежность. Противоаварийные устройства должны действовать по четко прописанной программе, заложенной в схему, и безотказно срабатывать в ситуациях, для которых они предназначены, а также исключать ложное реагирование на условия, когда их действие не предусмотрено.

В каждом конкретном случае структура ПА зависит от назначения устройства и условий его работы. Неизменным остается одно – вся противоаварийная автоматика состоит из трех элементов:

- Выявительная часть (ВЧ);
- Логическая часть (ЛЧ);
- Исполнительная часть (ИЧ).

Органы выявительной части определяют отклонения от нормативных показателей, вырабатывают соответствующие сигналы и передают их в ЛЧ. Логические элементы сопоставляют последовательность, продолжительность и интенсивность принятых сигналов, выбирают оптимальные виды воздействия и цепочку устройств, которые необходимо задействовать. Функция исполнительной части состоит в непосредственном осуществлении воздействий.

Все устройства противоаварийной автоматики можно условно разделить на несколько основных видов:

- ПА для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ). Аппаратура предназначена для оперативного выявления возникающих опасных перегрузок, непредвиденных отключений участков ЛЭП и их полных разрывов, а также других отклонений от нормального режима.

При возрастании передаваемой мощности до критического значения, а также в случае фиксации других технологических нарушений, которые представляют угрозу для устойчивости, аппараты АПНУ выполняют оперативную дозированную разгрузку электропередач и межсистемных связей.

С этой целью могут быть использованы три вида воздействия: отключение



генерирующего оборудования, быстрая разгрузка паровых турбин с последующим ограничением мощности по условиям послеаварийного режима и деление энергетических систем по сечениям, которое обеспечивает отключение части нагрузки и подачу ограниченной мощности в нужный район.

- ПА для ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Оборудование этого типа предназначено для выявления моментов приближения рабочих показателей к пределу устойчивости или фиксации момента непосредственного возникновения асинхронного режима с последующим воздействием на выявленные отклонения.

При выявлении нарушений АЛАР ресинхронизирует энергетическую систему или делит ее в предварительно намеченных сечениях. В этих случаях ПА выполняют отключение гидро- и турбогенераторов или производят быструю разгрузку паровых турбин в избыточной части энергосистемы, что способствует выравниванию частот и ускоряет ресинхронизацию;

- ПА для ограничения повышения частоты (АОПЧ). В случае выявления превышения максимально допустимых значений частоты устройство отключает энергогенерирующее оборудование гидроэлектростанций или отделяет тепловые станции от энергетической системы со сбалансированной нагрузкой;
- ПА для ограничения повышения напряжения (АОПН). Противоаварийная автоматика этого типа ориентирована на своевременное определение повышения напряжения до граничных значений, а также отключение шунтирующих реакторов и линий, которые выступают в роли источника повышенного напряжения.

## Релейная защита от ненормальных режимов

Релейная защита (РЗ) – один из видов электрической автоматики. Эти устройства необходимы для обеспечения бесперебойной работы энергосистемы. Они непрерывно контролируют состояние защищаемых элементов, чутко реагируют на возникновение повреждений и других нештатных ситуаций:

- перегрузка электрооборудования;
- защита от затянувшегося пуска;
- двух- и трехфазные короткие замыкания (КЗ);
- замыкания на землю;
- внутренние повреждения в обмотках трансформаторов, генераторов и двигателей;
- асинхронный режим работы синхронных двигателей.

Существует несколько видов реле, каждый из них соответствует определенным характеристикам электрической энергии. Это позволяет системе устройств контролировать несколько показателей, постоянно сравнивая контролируемые величины с нормативом.

В случае если отслеживаемая характеристика выходит за рамки установленного диапазона или защитные устройства выявляют неисправный участок, соответствующее реле реагирует на ситуацию: воздействуя на силовые коммутационные аппараты, оперативно отключает проблемную зону.

В первую очередь такие действия касаются подключенной логической части цепи. Логика настраивается на определенный алгоритм действий с учетом выполняемых задач. Возникшая нештатная ситуация полностью устраняется силовым выключателем, который прерывает питание аварийной схемы.

Измерительный орган любой релейной защиты настраивается в соответствии с определенной уставкой срабатывания, разграничивающей зону охвата и срабатывания защитных устройств. Сюда может входить как один, так и одновременно несколько участков.

Защитное устройство может реагировать на все повреждения, возникающие в защищаемой зоне, или на определенные отклонения от нормального режима. Поэтому, как правило, защищаемый участок оснащается сразу несколькими видами защит (основными и резервными), которые дополняют друг друга.

Основные защиты обеспечивают отключение повреждений в пределах защищаемого элемента с четко установленной скоростью и чувствительностью. Они должны реагировать на все неисправности, возникающие в рабочей зоне, или воздействовать на большинство из них.

Все остальные защиты, которые не подходят под основные условия, относятся к категории резервных. Они выполняют функцию ближнего резервирования основной РЗ в случае ее отказа или вывода из работы в закреплённой зоне.

Кроме того, резервные защиты могут выполнять так называемое дальнее резервирование – в дополнение к обслуживанию своего участка их действие также распространяется на смежные рабочие зоны на случай отказа их собственных защит или выключателя.

В последнее время сфера релейной защиты активно развивается и расширяется. Уже сегодня в энергетике используется микропроцессорная аппаратура и программное обеспечение как для защиты, так и для комплексного управления оборудованием.

По сравнению с электромеханическими устройствами защиты микропроцессорная техника отличается несколькими весомыми преимуществами:

- повышение аппаратной надежности защитных устройств;
- удобство в обслуживании из-за уменьшения числа используемых блоков и соединений;
- сокращение численности оперативного персонала;
- расширение и улучшение качества защитных функций;
- возможность регистрации событий с последующим анализом нештатных ситуаций;
- принципиально новые возможности управления средствами защиты и передача данных на удаленные уровни управления.

Принципы построения и алгоритмы, которые используются в цифровой релейной защите (ЦРЗ), существенно отличаются от тех, что применяются в электромеханических и электронных устройствах. Эксперты объясняют это различиями в технической базе и способах обработки данных.

Информация, которую получает ЦРЗ, может состоять из ряда составляющих. В их число входят:

- аналоговые сигналы, информирующие о показателях контролируемых величин;
- дискретная информация (в том числе сигналы от коммутационного оборудования, других устройств защиты и обслуживающего персонала);
- цифровые данные от других защитных устройств;
- управление настройками и параметрами цифровой релейной защиты, которое осуществляется диспетчером или системами управления с помощью коммуникационного интерфейса.

В свою очередь, исходящая от ЦРЗ информация может содержать:

**ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры»**

- Контактные и пускатели электромагнитные серий ПМ 12 и ПМЛ-кзз на токи до 250 А
- Реле электротепловые токовые на токи до 330 А
- Контактные реле коммутации выключателей нагрузки мощностью 12,5 25 кВт
- 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 Лунянского, 1  
Тел.: (48234) 2-00-53, 2-06-45 (многоканальный), 2-11-42  
Факс: (48234) 2-19-44, 2-16-67  
pusk@kzeap.ru, www.kzeap.ru

- логические сигналы к другим средствам защиты;
- сигналы на отключение выключателей;
- цифровые данные, характеризующие как текущие значения переменного тока, так и логические сигналы;
- цифровую информацию, получаемую с использованием коммуникационных интерфейсов;
- сообщения разных видов (например, запись измеряемых параметров в нормальном и аварийном режимах и др.).

Структура цифровой релейной защиты состоит из девяти функциональных блоков:

1. Аналоговые входы переменного тока.
2. Микропроцессорный блок, преобразователи и усилители для цифровой обработки сигналов.
3. Дискретные входы для ввода логической информации.
4. Дискретные выходы для управления и сигнализации.
5. Клавиатура управления для ввода управляющей информации.
6. Дисплей.
7. Интерфейс, обеспечивающий устойчивую связь между защитой и компьютером.
8. Системный интерфейс для связи защиты с системой контроля и управления.
9. Функциональный интерфейс, способствующий быстрому обмену информацией.

## Цифровая трансформация. Реальность и перспективы

Анализ достижений в области разработки информационной автоматизированной системы управления в

энергетике показывает, что на сегодняшний день до решения проблемы еще далеко. Электроэнергетика пока находится на начальном пути цифровизации.

Существует несколько факторов, которые препятствуют активному внедрению инноваций. Во-первых, не все компании до конца понимают масштаб возможностей, которые открывает перед ними цифровая трансформация.

Организационная структура таких ретроградов ориентирована исключительно на устаревшие подходы. Большинство сотрудников не доверяет информационным технологиям в силу возраста, привычки, а порой даже из-за нежелания изучать что-то новое. Поэтому они не готовы к внедрению инноваций и весьма настороженно относятся к любым новым технологиям.

Еще одна причина, по которой тормозится процесс активного внедрения инноваций, – старое оборудование, не отвечающее основным требованиям перехода на «цифру», а также сравнительно небольшое количество питающих центров, управляемых с помощью цифровых технологий.

Из-за этого в большинстве случаев практически невозможно собирать и анализировать данные о работе электрических сетей, особенно на уровнях низкого напряжения.

На данный момент еще не проработаны и не проверены на практике методики, показывающие, как можно эффективно работать по новым технологиям с устаревшим оборудованием.

Есть еще третий фактор. Экономический. Еще совсем недавно компании компенсировали низкую эффективность повышением тарифов. Отсутствие возможности покрывать издерж-

ки «старым проверенным способом» приводит к тому, что они вынуждены снижать затраты (в том числе и на реконструкцию оборудования) и искать нетарифные источники выручки.

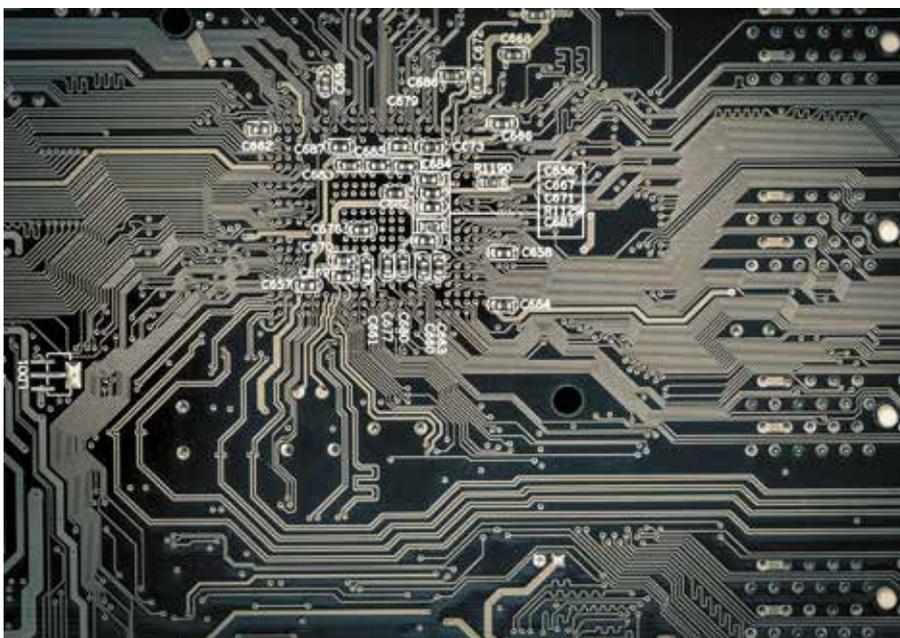
Если говорить о преимуществах цифровой трансформации, то их несколько. Мгновенная доступность данных, их оперативный анализ с использованием расширенной аналитики и машинного обучения помогают:

- принимать решения и таким образом способствуют увеличению производительности;
- сократить издержки. Например, на строительство новых энергообъектов, проведение ремонтных работ, снизить эксплуатационные расходы;
- улучшить качество менеджмента, повысить уровень взаимодействия с клиентами и увеличить их лояльность;
- сузить слабые места в энергосистеме. Автоматические устройства в режиме реального времени собирают и обрабатывают данные о работе подстанции или электросети, дают возможность следить за состоянием оборудования. В нештатной ситуации автоматика сама выполняет реконфигурацию. При этом проблемный участок отключается без погашения остальной части потребителем;
- в автоматическом режиме собирать данные о выработке электроэнергии и ее потреблении. Так компании могут полностью контролировать процессы производства и распределения энергии на всех этапах: от электростанции до бытовой розетки дома у потребителя. Это повышает показатели эффективности и способствует получению экономической выгоды;
- повысить конкурентоспособность компании. Увеличение доли современного высокотехнологичного оборудования с возможностью удаленного управления и мониторинга в режиме онлайн позволяет энергокомпаниям стать более гибкой на рынке энергоуслуг.

Наиболее активно цифровизация проникает в те сегменты энергетической отрасли, где используется современное оборудование и задействовано больше высококлассных специалистов. В первую очередь это атомная энергетика.

В то же время в других сегментах ситуация несколько иная. Если говорить о тепловых электростанциях, то здесь цифровые технологии используются при строительстве новых энергообъектов или внедряются в ходе модернизации уже действующих электростанций. На старых энергоблоках ввод «цифры» может быть просто невыгодным.

Некоторые из элементов цифровизации уже успешно работают на подстанциях 110 кВ и распределительных сетях класса напряжения 6–10 кВ сете-



вой компании «ЛОЭСК – Электрические сети Санкт-Петербурга и Ленинградской области».

В ходе реконструкции питающих центров энергетики не только выполняются замену устаревшего и изношенного оборудования на принципиально новые устройства с использованием инновационных smart-решений, но и устанавливаются современные аппаратно-программные комплексы.

В таких комплексах используются датчики, приборы учета, сенсоры и аналитические инструменты. Набор технических и программных средств позволяет непрерывно измерять параметры сети и оперативно передавать собранную информацию в оперативно-информационные комплексы, установленные в диспетчерских пунктах РЭС. Это помогает существенно сократить время обнаружения нештатных ситуаций и устранения аварий.

### Цифровые двойники: новый уровень электроэнергетики

Сбои в электросетях происходят во всем мире. Аварии и нештатные ситуации оставляют без электроэнергии тысячи человек и становятся причиной миллионных убытков. В этой сфере важно оптимизировать работу за счет внедрения инновационных технологий.

Уже разработаны и внедряются «умные» электросети с цифровыми двойниками. Новый инструмент цифровой трансформации помогает свести риск возникновения нештатных ситуаций к минимуму.

Цифровые двойники – один из элементов интеллектуальной сети. По сути, это виртуальный аналог реального объекта (электростанции, подстанции, магистральной сети и т. д.), компьютерная модель, которая в своих ключевых характеристиках дублирует «оригинал» и способна воспроизводить его состояния при разных условиях и режимах.

Цифровые двойники возводят некий мост между физической реальностью и миром «цифры». Они меняют принципы работы энергетической системы. Виртуальная копия реального объекта, которая имитирует работу «подлинника», помогает управлять его работой намного эффективнее.

Сама идея создания цифрового двойника промышленного объекта не нова: расчеты и модели того, как поведет себя какое-нибудь оборудование или даже реактор, создавались и раньше.

Но только совсем недавно в распоряжении разработчиков появились достаточные вычислительные мощности, которые позволяют проводить расчеты

в режиме реального времени, а также возможности для постоянного обновления моделей на основе данных, поступающих от реальных объектов.

Импульсом к развитию киберфизической системы послужило появление Интернета вещей и искусственного интеллекта. Двойники строятся на базе специализированных платформ с использованием многочисленных датчиков. Кроме того, применяются технологии высокоскоростных вычислений с использованием массивов собранных данных.

Цифровой близнец энергообъекта позволяет выбирать оптимальный режим работы, ставить виртуальные эксперименты, которые в реальности могут причинить вред здоровью людей или вывести из строя оборудование, причинив серьезные убытки.

Информация, которая поступает с установленных на объекте датчиков, а также данные о ранее выполненных ремонтах дают возможность установить степень износа оборудования и вероятность его отказа. Следовательно, киберфизическая система позволяет сократить расходы на профилактику и обслуживание.

В случае если какой-либо из параметров отклоняется от нормативных показателей, двойник может наглядно представить внутреннее устройство сложного объекта, смоделировать ситуацию и просчитать, как поведет себя оборудование в пограничных и нештатных ситуациях, когда нормальное функционирование нарушено.

Те же подходы и технологии позволяют создавать информационные копии не только отдельных энергообъектов или установок, но и целых систем со всеми технологическими процессами.

Такие модели дают возможность найти проблемные места, которые могут проявить себя в будущем, чтобы энергетики могли принять соответствующие меры уже сейчас и предотвратить аварию.

Например, система предиктивной аналитики Schneider Electric за месяц предсказала сбой в работе компрессора, что позволило предупредить аварийную ситуацию на объекте и сэкономило одной из европейских энергокомпаний 3,2 млн долл.

Отечественные компании, которые уже начали внедрять инновационную технологию, также убедились в ее эффективности. АО «Интер РАО – Электрогенерация» использует систему мониторинга на базе IoT-платформы, что способствует сокращению перерасхода топлива. По оценкам аналитиков, экономический эффект от внедрения системы составляет около 130 млрд руб. в год.

Благодаря использованию технологии цифровых двойников одна из российских генерирующих компаний снизила убытки от простоя энергоблоков в 5,5 раза. Постоянный мониторинг состояния и рабочих параметров парогазовых установок позволил уменьшить количество инцидентов в 3 раза.

Разработка и внедрение эффективных средств защиты и автоматизированных систем управления для распределительных электрических сетей повышает эффективность управления и контроля сетевой инфраструктуры в нормальном и аварийном режимах.

Кроме того, это предотвращает развитие аварийных ситуаций, способствует снижению уровня разрушения электрооборудования и помогает в кратчайшие сроки восстановить электроснабжение потребителей.





# РОССИЙСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

28.02 – 03.03.2023

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Международная  
специализированная  
выставка RosBuild 2023

Салон «Малоэтажное  
домостроение»

Форум «Строим будущее  
России вместе»



12+

Реклама



[www.rsn-expo.ru](http://www.rsn-expo.ru)

При поддержке



Под патронатом



Организатор



# Все преимущества литий-ионной технологии в новых экономичных АКБ Delta LFP Plastic



В клининговой технике, как и в других видах мини-электротранспорта, сегодня наблюдается активный переход на использование литий-ионных аккумуляторных батарей. Чаще всего в клининговых машинах используются те же тяговые аккумуляторы, что и в складской технике (штабелерах, погрузчиках). Это литий-ионные АКБ большой емкости (600Ач и более), выполненные в прочном стальном корпусе. Использование таких батарей успешно решает задачи автономного питания тяжелой складской техники, но оказывается не всегда экономически оправданным при использовании в технике для клининга – гораздо более легкой, работающей на небольшом напряжении – 24В. Такие характеристики аккумулятора, как большая емкость, значительный вес и прочный стальной корпус являются здесь не обязательными, что открывает возможности для использования более экономичных решений, обладающих при этом всеми преимуществами литий-ионной технологии.

Актуальным ответом на требования рынка стал выпуск новой бюджетной линейки аккумуляторных батарей **Delta LFP Plastic** от Федеральной сети **ENERGON**. Компактные и легкие литий-ионные АКБ номиналом 24Ач, 30Ач и 54 Ач, выполненные в пластиковом корпусе, являются универсальным решением. Батареи не только успешно решают задачи автономного питания клининговой техники, но также могут использоваться для питания мини-электротранспорта, лодок и катеров в электрическом двигателе или выступать

в качестве стационарных накопителей электроэнергии для систем бесперебойного питания (на 24В или 48В – при параллельном подключении двух АКБ).

Серия разработана на основе одной из самых эффективных литий-ионных технологий – литий-железо-фосфат (LiFePO<sub>4</sub>), обеспечивающей аккумуляторам максимальную стабильность, стойкость к горению и удобство в эксплуатации. **Delta LFP Plastic** обладает целым рядом преимуществ, по сравнению со свинцово-кислотными аккумуляторами:

- отличаются значительно меньшей массой (в 2 и более раз легче свинцово-кислотных аналогов);
- удобны в подключении. При необходимости использовать источник питания на 24В 54Ач вам потребуется всего одна литий-ионная батарея Delta LFP Plastic (вместо двух свинцово-кислотных АКБ на 12В 55Ач). Единый корпус обеспечит комфортное использование аккумулятора;
- быстро заряжаются – в течение двух часов из полностью разряженного состояния (в том время как свинцово-кислотным АКБ для полной зарядки требуется 8–12 часов);
- имеют длительный срок службы – 3000 циклов «заряд-разряд» (это примерно 5–10лет), что соответствует стандартным характеристикам тяговых литиевых батарей и в 2 и более раз превышает срок эксплуатации свинцово-кислотных АКБ;
- имеют длительный разрядный ток до 0,5С;
- не нуждаются в обслуживании.

Все батареи новой серии оснащены встроенной системой контроля и управления зарядом (BMS), осуществляющей постоянный мониторинг состояния и балансировку литий-ионных ячеек батареи, а также имеют возможность подключения по Bluetooth. Установив специальное приложение на свой смартфон или планшет (iOS или Android, пользователь получает доступ к информации о состоянии заряда батареи, текущем уровне напряжения, токе потребления и токе заряда, а также аварийным/предварительным сигналам и оповещениям.

Для эффективной и безопасной эксплуатации заряд аккумуляторов **Delta LFP Plastic** может производиться исключительно с помощью совместимых зарядных устройств. Специально для новой серии АКБ сеть **ENERGON** выпустила линейку зарядных устройств **Delta LFP Charger**. В линейке представлены зарядные устройства для каждого номинала батарей **Delta LFP Plastic**. Значение тока заряда рекомендуемого зарядного устройства соответствует половине значения емкости аккумулятора: так, для батарей с номиналом 24Ач рекомендуется использовать зарядное устройство с токами заряда 10–12А, для батарей 54Ач – 20-ти-амперные зарядные устройства. Информация о рекомендуемых зарядных устройствах представлена в техническом паспорте АКБ.

Новые линейки аккумуляторных батарей **Delta LFP Plastic** и зарядных устройств **Delta LFP Charger** уже поступили в продажу. Приобрести новинки можно как в специализированных магазинах аккумуляторов (для мото-техники, водного электротранспорта и т. п.), так и у дилеров клининговой техники (Karcher, Tennent и др.), являющихся авторизованными партнерами Федеральной сети **ENERGON**.



111250, Москва,  
пр. Завода Серп и Молот, 3 кор. 2  
Тел.: +7 (495) 145 - 85 - 85  
e-mail: sales@energong.ru  
www.energong.ru

# Современные системы учета электроэнергии

■ Екатерина Дубкова

**Современные системы учета и контроля электроэнергии – это эффективный инструмент, который помогает специалистам получать «из первых уст» достоверную информацию об энергопотреблении объектов учета, анализировать ее, своевременно выявлять и пресекать энерговоровство, снижать операционные затраты энергокомпаний на получение данных со счетчиков.**

Долгое время в России использовались индукционные приборы учета электроэнергии с вращающимися элементами. Единственная функция такого счетчика состояла в подсчете потребленных киловатт-часов нарастающим итогом. Потребитель раз в месяц списывал с его табло показания и передавал их в энергокомпанию или сама компания направляла контролеров для снятия и фиксации показаний.

С распространением и постепенным удешевлением технологии производства микропроцессоров в 1990–2000 годах появилась возможность встраивать в прибор учета электронику. Так появились первые «умные» счетчики и автоматизированные системы учета электроэнергии – АСКУЭ и АИСКУЭ.

## АСКУЭ

АСКУЭ – это автоматическая система коммерческого учета электроэнергии. Ее функциональное назначение состоит в автоматизации процесса учета расхода электричества для выполнения расчетов с его потребителями.

Помимо этого, на основании собранной информации система формирует ряд отчетов, которые используются для прогнозирования энергопотребления, расчетов стоимостных показателей и др.

Есть еще один важный аспект. АСКУЭ позволяет подсчитывать количество электричества, поступающего на объекты, разные по своему целевому назначению: от жилых домов до производственных помещений. Система может учитывать энергопотребление на уровне дома, городского района и даже населенного пункта.

Основные функции АСКУЭ:

- Постоянный автоматический контроль использования энергии за расчетный период. Если система установлена на предприятии – то в разрезе цехов, производственных участков, конкретных потребителей и т. д.;
- Обеспечение оперативного и максимально точного учета энергопотребления в соответствии с многочисленными тарифами. В некоторых моделях реализована функция автоматического перевода наиболее энер-

гоемких технологических процессов на выгодные тарифы;

- Оперативное получение информации о неисправностях приборов и сбоях в системе;
- Предоставление цифровых характеристик по запросу оперативно-диспетчерского персонала с выводом информации на экран ПК или другого устройства;
- Управление системой времени с возможностью ее корректирования;
- Сохранение собранной информации в базе данных.

Система позволяет устанавливать точку контроля показаний. Это означает, что прибор может фиксировать данные через определенный отрезок времени: раз в 30 минут, в час, в день и т. д.

Основные элементы системы:

- Элементы первого (нижнего) уровня. К ним относятся цифровые устройства учета энергии и мощности, оснащенные специальным модулем для отправки данных в центр сбора информации.

Основной плюс микропроцессоров состоит в их способности учитывать активную и реактивную энергию согласно действующих тарифов, а также мощность в обоих направлениях.

Кроме того, эти устройства способны фиксировать максимальную мощность и нагрузку на протяжении определенного промежутка времени и хранить информацию в своей памяти.

Функционал многих микропроцессорных устройств позволяет измерять качественные параметры энергии. Например, частоту, напряжение, провалы напряжения и др.

Для передачи данных со счетчиками устанавливается связь. Если же подключение отсутствует, то вся информация архивируется и еще какое-то время сохраняется в памяти устройства.

- Элементы второго (среднего) уровня – это средства коммуникации. Их функцию выполняют модемы, мультиплексоры и другая телекоммуникационная аппаратура, а также специальные телефонные каналы.



## С распространением и постепенным удешевлением

### технологии производства микропроцессоров

### в 1990–2000 годах появилась возможность встраивать

### в прибор учета электронику.

- Элементы третьего (верхнего) уровня. К этой категории относятся персональные компьютеры с установленным на них специализированным программным обеспечением.

ПО предназначено для аккумуляции информации, вывода на экран отчетов в виде инфографики или сводных таблиц, а также для отправки данных в преобразованном виде на другие системы.

Программы и мощность компьютера подбираются с учетом объема поступающих и обрабатываемых данных. Кроме того, во внимание принимаются все дополнительные функции системы.

Надежность работы АСКУЭ напрямую зависит от компонентов первого уровня. Поэтому основные требования предъявляются к качеству приборов учета. Именно от их точности зависит достоверность собранной информации.

Для передачи информации используется несколько технологий.

**Интерфейс RS-485.** В РФ широкое распространение получил стандарт физического уровня связи – интерфейс RS-485. Сеть, построенная с использованием этого интерфейса, представляет собой приемопередатчики, соединенные с помощью витой пары.

В основе интерфейса лежит принцип дифференциальной передачи данных. Его суть состоит в том, что один сигнал передается по двум проводам (принцип дифференциальной передачи данных). Причем по одному из них идет оригинальный сигнал, а по второму – его инверсная копия.

Между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов, которая и передает сигнал. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе, которая одинаково воздействует на оба провода. При дифференциальной передаче искажение не происходит.

Самым ощутимым минусом такого устройства эксперты называют ограниченное количество приемопередатчиков. Их может быть не больше 32. Такие системы можно использовать лишь на небольших объектах.

Выходом из ситуации стало построение каскадированных систем с использованием сумматоров, которые аккумулируют информацию, полученную от разных источников.

Следует отметить, что автоматические системы на базе интерфейса

RS-485 разрабатывались в то время, когда использование GSM было экономически не выгодно. В дальнейшем ситуация изменилась.

**GSM/GPRS** – способ передачи данных с приборов учета с помощью сети сотовой связи мобильных операторов. Благодаря глобальному покрытию территорий, эти виды радиосвязи стали доступны как в городах, так и в сельской местности.

Если на объекте используется сотовая связь, то с целью опроса прибора учета электроэнергии достаточно подключить GSM-модем с SIM-картой. Преимуществом этой системы обмена данными эксперты называют надежность и простоту процесса, а также отсутствие устройств сбора и передачи данных (УСПД), ретрансляторов и другого оборудования.

Принцип работы GSM-модема имеет много общего с алгоритмом функ-



ционирования телефона-факса: центральный компьютер звонит на модем, подключенный к счетчику, по номеру SIM-карты и получает затребованную информацию.

Основными недостатками использования таких модемов являются повышенное время подключения к прибору учета энергоресурсов и сравнительно невысокая скорость передачи данных. К минусам технологии специалисты также относят необходимость оплаты услуг сотовому оператору и эксплуатационные издержки (нужно оплачивать ежемесячно SIM-карту для каждого такого прибора ради нескольких сеансов связи в месяц).

В то же время этим устройствам свойственны и преимущества. Прежде всего, речь идет об отсутствии предварительных настроек. Кроме того, к числу плюсов можно отнести и стоимость,

поскольку цена GSM-модема ниже, чем у GPRS-модемов.

По принципу работы GPRS-модем похож на смартфон. Устройство автоматически выходит в Интернет и подключается к центральному компьютеру, который в определенное время получает информацию с прибора учета электроэнергии. При этом не тратится время на подключение.

Преимущества модема – высокая скорость опроса счетчиков и сравнительно низкая стоимость трафика. Минус – цена таких модемов выше. Кроме того, устройства нуждаются в предварительной настройке.

**Протокол LoRaWAN** – это высоконадежный стандарт для беспроводных маломощных сетей. Отличительной особенностью технологии является низкое энергопотребление, способствующее работе передающего модема от встро-

енной батареи или источника внешнего питания в течение нескольких лет, а также большая дальность связи (до 15 км) в зоне прямой видимости и до 5 км в условиях городской среды. Кроме того, стоимость таких модемов ниже цены аналогичного оборудования других систем.

Эти преимущества делают решения на базе LoRaWAN более привлекательными на фоне устройств с другими технологиями.

Для работы АСКУЭ необходимо установить базовую станцию. Радиус ее действия зависит от плотности бетонной застройки, количества кирпичных строений в зоне покрытия или наличия других преград для прохождения сигнала. Оборудование устанавливается в любом строении и обеспечивает подключение сотен устройств.

Станция работает на частотах диапазона 860–1000 Гц. Их использование не требует получения разрешения (лицензии) в установленном государством порядке.

На объекте потребителя могут быть установлены приборы учета с импульсным выходом (такие счетчики оснащены мигающим светодиодом) или более современные устройства с цифровым интерфейсом.

Импульсный выход обеспечивает только ежедневную передачу показаний. Современные модели электроприборов могут передавать больше информации (график потребления, токи, напряжение). Кроме того, если в их конструкции производитель предусмотрел специальное реле, то администратор системы может в удаленном режиме включать и выключать подачу электроэнергии к любому объекту, где установлен такой прибор учета энергоресурсов.

Сеть LoRaWAN состоит из трех основных элементов:

- конечные приборы, поддерживающие протокол LoRaWAN и способные подключаться к счетчикам и датчикам;
- базовые станции (шлюзы). Обеспечивают сбор данных от конечных приборов и их передачу на серверное программное обеспечение;
- серверное ПО с открытым IP, благодаря которому выполняется интеграция с любой SCADA и любым программным обеспечением верхнего уровня.

Важная особенность LoRaWAN заключается в том, что каждый из этих трех компонентов Сети может быть заменен аналогичными решениями, представленными на рынке разными производителями. Это означает, что при построении сети можно без каких-либо затруднений использовать оборудование разных марок, устанавливать базовые станции разных типов, применять различные программы (платные платформы, облачные ресурсы, ПО из открытых источников).



## Практика показывает, что G3-PLC не всегда может эффективно справиться с опросом большого количества счетчиков из-за того, что концентратору недостаточно времени на сбор данных.

- Преимущества LoRaWAN:
- Экономическая эффективность. Использование энергоэффективной сети дальнего радиуса действия – это экономически оправданное решение, поскольку для ее построения необходим минимальный набор оборудования, а цена точки учета и услуги связи в несколько раз ниже стоимости услуг операторов сотовых сетей;
  - Высокая проникающая способность. Высотные здания не являются серьезной преградой для передачи данных. Сигнал заглушить практически невозможно поскольку он передается в широком диапазоне частот. При этом сеть не нуждается в построении сложной архитектуры. Радиус действия одной базовой станции охватывает десятки квадратных километров. Построить такую сеть проще, а обслуживать – дешевле;
  - Это оптимальное решение в ситуациях, когда счетчики рассредоточены по большой территории;
  - Максимальное количество точек учета, которые может одновременно обслуживать одна базовая станция в зоне покрытия, не ограничено;
  - Сеть масштабируется до нужного размера только за счет добавления новых приборов и датчиков. Установка дополнительных устройств (промежуточных концентраторов, ретрансляторов и других средств коммуникации) не требуется. При этом количество задействованного оборудования не отражается на надежности АСКУЭ;
  - В сети могут одновременно функционировать самые разные устройства. К примеру, одна базовая станция может принимать сигналы от счетчиков электрической энергии, тепла и воды, а также собирать данные с датчиков протечек, дыма, открытия дверей и др.

**Интерфейс PLC.** Телекоммуникационная технология обеспечивает высокоскоростной информационный обмен по силовым электрическим сетям. Для построения АСКУЭ используются технологии PLC для узкополосной передачи информации в диапазоне частот CENELEC A (35–91 кГц, Россия

и Европа), CENELEC B (98–122 кГц, некоторые страны Европы), FCC (155–487 кГц, США).

В настоящее время наибольшее распространение получили стандартизированные технологии передачи данных PLC PRIME и G3-PLC, которые предназначены для передачи данных непосредственно по ЛЭП. Каждой из этих технологий свойственны свои преимущества.

К примеру, PRIME отличается высокой скоростью передачи данных – до 141 Кбит/с, ее функционал позволяет мониторить сеть в онлайн-режиме. G3-PLC может передавать пакеты IPv6 в Интернет, работать с оборудованием разных типов и обеспечивает надежный режим, способный устранять шумы несущих частот.

Некоторые опции G3-PLC достаточно сложные. Для их структурирования на физическом уровне требуется больше времени. Это особенно хорошо заметно на трансформаторных подстанциях, где насчитывается более 300-т точек учета.

Для построения топологической сети G3-PLC использует алгоритмы, отличающиеся от тех, что применяет PRIME.

Особенность алгоритмов G3-PLC состоит в «умении» обходить зашумленные участки или недоступные приборы учета в процессе сбора данных. Это негативно отражается на скорости обмена информацией и может стать причиной задержки сбора данных.

Практика показывает, что G3-PLC не всегда может эффективно справиться с опросом большого количества счетчиков из-за того, что концентратору недостаточно времени на сбор данных. Поэтому сеанс оказывается незавершенным.

Этот вывод подтверждает опыт компании ADD Grup, которая испытала обе технологии на одном из энергообъектов Праги. Была поставлена задача: за одну минуту собрать данные с подстанции, обслуживающей 550 пользователей.

Первым испытание проходил G3-PLC. Однако из-за особенностей технологии результаты эксперимента оказались неудовлетворительными.

Было принято решение перейти на PRIME. Эта технология продемонстрировала 100%-ую эффективность.

G3-PLC уступает PRIME по скорости сбора данных, но показывает более высокие результаты во время работы в шумных местах, где количество «умных» приборов учета не превышает 300 единиц на одну подстанцию.

Также возможно применение гетерогенных модулей связи (PLC/RF модем). Гибридное решение позволяет улучшить качество сбора данных и сделать процесс выполнения поставленной задачи более надежным. В случае если одна из систем по каким-то причинам даст сбой, модем автоматически переключается на другую.

ADD Grup уже внедрила гибридное решение на базе G3-PLC в сочетании с ВЧ-каналом в оборудование российских



ской подстанции, на которой установлено 400 интеллектуальных приборов учета. Энергообъект функционирует в регионе с суровым климатом.

Опыт использования гетерогенного модуля демонстрирует 98,5% суточного и почасового сбора данных. Огромное преимущество технологии заключается в возможности переключать режимы связи при появлении одного счетчика или группы приборов, по которым прохождение сигнала может быть затруднительным. Проблемные участки легко преодолеваются с помощью радиоканала.

Кроме того, на рынке существует ряд проприетарных технологий. Часть из них не соответствует нормам излучения по частоте или мощности. Поэтому специалисты рекомендуют учитывать это при выборе PLC-технологии.

**ZigBee** – это система (способ) канал связи передачи данных с приборов уче-

## Для беспроводного обмена данными не требуется

### оформление разрешений на использование

### радиочастотного диапазона.

та по технологии беспроводной передачи данных с возможностью построения самоорганизующейся и самовосстанавливающейся сети с автоматической ретрансляцией передаваемых сообщений для большого количества компактно расположенных объектов опроса.

Главными преимуществами такой системы являются сравнительно не-

большая стоимость, простота, дальность действия (до 10 км) и низкое энергопотребление.

Для беспроводного обмена данными не требуется оформление разрешений на использование радиочастотного диапазона, который хорошо зарекомендовал себя в условиях плотной городской застройки: радиоволны беспрепятственно проникают через бетонные строительные конструкции и лишь незначительно ослабевают при прохождении через кирпичную кладку.

Для увеличения дальности связи и улучшения качества сигнала производители электротехнического оборудования разработали и поставили на рынок радиомодемы, оснащенные функцией ретрансляции сигнала. Они принимают сигнал от других модемов и передают дальше.

Таким образом, в случаях, когда расстояние между базовым устройством и каким-либо модемом сети больше максимального расстояния в зоне прямой видимости, сигнал проходит через промежуточные модемы.

Наряду с функцией ретрансляции модемы освоили технологию выстраивания единой сети и в автоматическом режиме могут определять самый короткий путь до устройства-получателя.

Это означает, что при выходе из строя одного из звеньев цепи сеть самостоятельно перестроится и передаст информацию с помощью другого модема.

Ячеистая топология, предлагающая альтернативные варианты выбора маршрута между устройствами в случае неисправности одного или нескольких узлов, а также при возникновении радиопомех на определенном участке, способствует повышению надежности всей сети.

**Ethernet.** Это один из самых распространенных, быстрых и практически универсальных международных сетевых стандартов. Используя стандартизированную инфраструктуру с множеством сред передачи данных (витая пара, волоконная оптика, радиоканал и др.), сеть Ethernet обеспечивает передачу больших объемов информации с высокой скоростью, независимо от размера систем.

Ethernet – это стандартная шина для сопряжения контроллеров и серверов автоматической системы учета



энергоресурсов с остальной системой сбора, обработки и передачи данных со счетчиков. При этом для обмена данными можно использовать уже существующие ресурсы глобальных локальных сетей.

С началом использования технологии Ethernet в специализированных промышленных приложениях этот сегмент рынка начал стремительно развиваться.

Основное преимущество использования АСКУЭ в бытовой сфере заключается в оптимизации затрат. Кроме того, система способствует снижению объема потребления и защищает от хищений.

АСКУЭ включает три уровня учета:

- Измерительный. На этом уровне работу системы обеспечивают входящие в нее измерительные приборы, аппаратура и датчики;
- Информационный. На этом уровне осуществляется сбор и передача данных с помощью специальных проводных линий, инфракрасных или радиочастотных каналов;
- Архивный. Предназначен для архивирования информации и хранения данных в измерительно-вычислительном комплексе.

Установка АСКУЭ происходит поэтапно по следующей схеме:

1. Создание рабочего проекта. На этом этапе разрабатывается структура системы, выполняется чертеж и составляется вся необходимая сопутствующая документация.
2. Выбор способа передачи данных. При этом учитываются преимущества, недостатки и возможности технической реализации системы.
3. Приобретение оборудования на основании проектной сметы.
4. Установка системы на предприятии и проведение пуско-наладочных работ.
5. Подбор обслуживающего персонала. При необходимости проводится обучение его обучение.
6. Ввод системы в эксплуатацию.
7. Гарантийное и послегарантийное обслуживание.

В последнее время на рынке электротехники все чаще можно услышать новую аббревиатуру АИИС КУЭ, которая расшифровывается как «автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электрической энергии». Эта система также предназначена для сбора информации по конкретным датчикам и устройствам.

По составу эти две системы, как правило, идентичны. За исключением дополнительных требований, которые предъявляются к программному обеспечению верхнего уровня. Основные требования к АСКУЭ прописаны в правилах розничного рынка электроэнергии. Работа АИИС КУЭ регу-

лируется Приложением 11.1 к Положению о получении статуса субъекта ОРЭМ.

## ЛОСОД

Локальное оборудование сбора и обработки данных (ЛОСОД) – функционально законченное устройство, разработанное для использования в качестве основного элемента автоматизированных систем учета энергоресурсов. Внедряется на предприятия для обеспечения сбора и передачи данных со счетчиков коммерческого учета на сервер энергокомпании.

Основу ЛОСОД создают приборы учета количества ресурсов. Современные счетчики, кроме своей основной функции, которая состоит в определении объема потребленной электроэнер-

гии, позволяют измерять, накапливать, обрабатывать и хранить в собственной энергонезависимой памяти большое количество различных параметров за определенный период времени.

Для дистанционного управления и передачи данных с результатами измерений счетчики оснащаются проводными или беспроводными интерфейсами. Среди них можно выделить как широко распространенные (например, RS-485, Ethernet), так и специализированные, отличающиеся с низким энергопотреблением решения – PLC, ZigBee и др.

ЛОСОД предназначена для:

- автоматизации сбора данных о потреблении энергоресурса, что способствует снижению потерь;
- формирования точной первичной измерительной информации об объемах и параметрах потоков электрической



энергии и значениях потребляемой мощности на отдельной площадке (участке, объекте) измерения;

- контроля поступления электрической энергии в Сети предприятия, а также распределение объемов потребления по цехам, производственным участкам и службам;
- контроля работы энергоемкого оборудования в течение суток (для производств с круглосуточным технологическим процессом);
- передачи информации об энергопотреблении поставщику ресурсов или оператору системы распределения (ОСР).

Принципиальное отличие ЛОСОД от АСКУЭ состоит в том, что потребитель, на объекте которого используется ЛОСОД, лишен возможности просматривать и контролировать данные по энергопотреблению в онлайн-режиме,

поскольку у локального оборудования отсутствует необходимое для этого ПО.

### Интеллектуальная система учета энергоресурсов (ИСУ)

Понятие ИСУ введено сразу в нескольких законодательных актах в области электроэнергетики, как совокупность функционально объединенных элементов, аппаратов и устройств, которая предназначена для передачи показаний счетчиков, информационного обмена и хранения данных. Кроме того, ИСУ обеспечивает удаленное управление компонентами системы, устройствами и приборами, не оказывающее воздействия на результаты измерений.

Функционал системы также позволяет предоставлять информацию о результатах измерений, данные о количестве и других параметрах электро-

энергии в соответствии с Правилами предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электроэнергии (мощности), которые были утверждена постановлением правительства РФ № 890 от 9 июня 2020 года.

Владельцы ИСУ – территориальные сетевые организации и гарантирующие поставщики. Благодаря ИСУ они получили возможность снимать показания, нормализовать коммерческий учет энергоресурсов и моментально, в упрощенной процедуре, ограничивать энергообеспечение должников.

Все электросчетчики, которые вводятся в эксплуатацию после 1 января 2022 года, должны соответствовать функциям интеллектуальной системы учета, которые определены в Правилах № 890. Поэтому все старые приборы учета, не имеющие возможности реализовать дополнительные опции, постепенно отойдут в прошлое.

ИСУ-М – это система учета энергоресурсов с возможностью оперативного контроля метрологических характеристик измерительных комплексов. Также она обеспечивает:

- проведение онлайн мониторинга коммерческих потерь;
- обработку в режиме реального времени измерений, поступающих от систем учета электроэнергии энергообъектов, функционирующих в составе ЕЭС России;
- оперативный контроль балансов по фрагментам электросети, линиям электропередачи, питающим центрам, РЭСам и электросетевым компаниям;
- своевременную локализацию и устранение источников коммерческих потерь;
- Выявление неисправных компонентов системы учета и измерительных комплексов электричества (например, трансформаторы тока, напряжения, КЛ, счетчики), которые требуют ремонта, внеочередной метрологической поверки или полной замены.

В нормальном режиме работы ИСУ-М позволяет на основе математической обработки собранных данных получить контрольные метрологические характеристики измерительных комплексов электроэнергии.

Кроме того, функционал системы дает возможность отслеживать эти показатели на всем этапе жизненного цикла информационно-измерительной аппаратуры, вплоть до момента плановой поверки или до вывода оборудования из эксплуатации.

Программно-аппаратный комплекс интегрируется в существующую АИИС КУЭ, которая функционирует на часовых или получасовых интервалах времени. При этом интеллектуальная система управления выполняет роль



## Учет электроэнергии открывает новые возможности

### для повышения показателей эффективности работы

#### предприятия.

программно-аппаратной надстройки и позволяет осуществлять оперативный контроль достоверности показаний коммерческого учета не только на уровне РЭС, объектов генерации и центров питания, но и в разрезе отдельных измерительных комплексов и их комплектующих.

Обязательным условием работы ИСУ-М является наличие АИИС КУЭ на энергообъекте или объекте потребителя. Кроме того, система учета, работающая на месячных интервалах времени и/или с использованием индукционных счетчиков, где реализована практика самосписывания показаний, также не позволяет осуществить внедрение ИСУ-М.

Системы учета, которые функционируют на оптовом и розничном рынках энергии, в качестве основного протокола обмена данными используют МЭК 61850. ИСУ-М также работает на основе этого протокола. При этом рабочий формат может быть любым. Программно-аппаратный комплекс адаптируется к любому ИС, используемым в электроэнергетическом комплексе.

## Беспроводная система энергомониторинга Panoramic Power

Учет электроэнергии открывает новые возможности для повышения показателей эффективности работы предприятия. Проведение энергомониторинга положительно отражается на себестоимости готовой продукции и способствует повышению его экономических показателей.

Традиционные системы учета энергоресурсов организованы на базе счетчиков, которые непосредственно снимают данные об энергопотреблении, а также устройств передачи информации для их последующей обработки на ПК.

Основной недостаток такого алгоритма создания системы учета состоит в том, что на рынке электротехники представлено огромное количество измерительного оборудования, устройств передачи данных и вариантов ПО, которые компании-интеграторы пытаются объединить в одно целое.

Случается, что протоколы несовместимы, а контроллеры нуждаются в отдельных прошивках и т. п. Для выполнения всех этих действий требуется время и, конечно же, ресурсы, которые вынужден выделять потребитель.

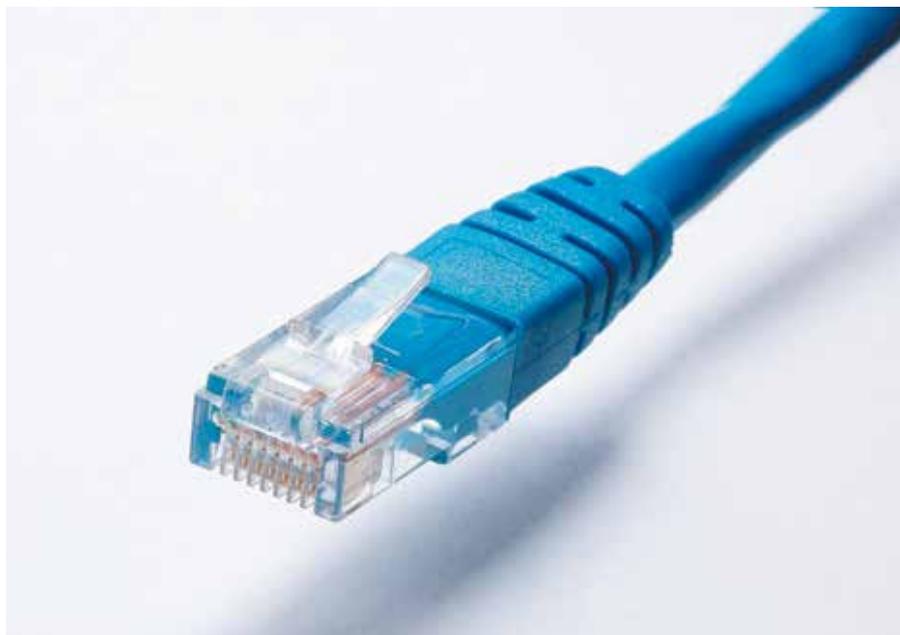
Нет ничего удивительного в том, что многие предприятия, когда разговор

заходит о необходимости модернизации системы учета электроэнергии, с некоторой опаской изучают эти вопросы, закладывают большие бюджеты и сознательно завышают сроки внедрения, поскольку ожидают, что процесс установки будет долгим и непростым.

Однако в последнее время ситуация начала меняться к лучшему. На рынке появились новые решения, отличающиеся своей законченностью, что минимизирует риски их неверного сопряжения.

В то же время существуют и более простые приборы учета потребления энергоресурсов с уже интегрированными системами передачи и хранения данных. Одним из таких решений является система энергомониторинга Panoramic Power.

Разработчики создали небольшие по размеру беспроводные датчики (вес самого маленького не превышает 23 г),



которые устанавливаются в электрическом шкафу без нарушения изоляции и разрыва кабеля, поэтому они не требуют использования дополнительного оборудования. Их достаточно закрепить на проводе, и пользователь мгновенно может получить данные об энергопотреблении.

Одним из главных преимуществ системы на базе беспроводных датчиков является отсутствие монтажных работ. Для установки не требуется прокладка кабелей или отключение оборудования от электрической сети. На монтаж десятка таких устройств необходимо потратить несколько минут.

С целью создания миниатюрных датчиков разработчики приняли решение сделать устройства без элементов питания. Приборы питаются от электромагнитного поля проводника и не требуют обслуживания.

Это позволило существенно уменьшить размер контрольных устройств, убрать многочисленные провода, отказаться от батареек и свести к минимуму время, которое требуется на их установку и обслуживание. В одном компактном распределительном щите могут поместиться десятки датчиков вместо двух-трех обычных счетчиков электрической энергии.

Данные передаются через модем в собственное облачное ПО через локальную сеть, Wi-Fi или сотовую связь. Кроме того, информация может поступать и аккумулироваться в сторонних программных продуктах с помощью стандартных протоколов передачи данных.

Работа с данными обеспечивает получение мгновенного результата поскольку информация с датчиков поступает каждые 10 секунд. Пользователь получает точные данные об энергопо-

треблении оборудования на своем предприятии в режиме реального времени.

Различные типы датчиков позволяют измерять любой диапазон тока, а также контролировать расширенные параметры нагрузки и мощности.

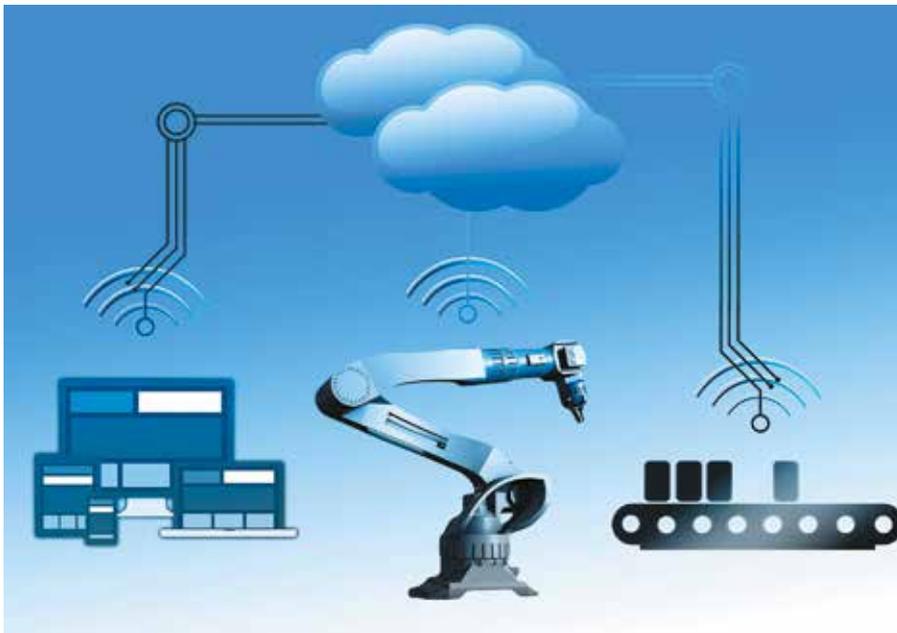
Преимущества использования автоматизированной беспроводной системы учета энергоресурсов:

- Снижение затрат на оплату электроэнергии за счет автоматического контроля работы оборудования и правильного планирования максимума нагрузки. В свою очередь, рациональное использование энергоресурсов и снижение непроизводительных потерь электричества способствуют повышению прибыли;
- Минимизация затрат, связанных с текущим и капитальным ремонтом, которая достигается благодаря настройке уведомлений о нетипичной работе оборудования и прогнозированию возможных нештатных ситуаций;
- Повышение производительности работы оперативно-диспетчерского персонала за счет дистанционного мониторинга соблюдения рабочих регламентов;
- Полноценный внутренний учет электроэнергии и результаты анализа собранной информации, которые формируются с помощью встроенных автоматических отчетов, способствуют выявлению «невидимых» потерь и непроизводительных расходов электричества;
- Оптимизация энергопотребления за счет использования оптимальных стратегий управления.

В 2020 году беспроводная система интеллектуального энергомониторинга Panogamic Power была установлена на заводе Coca-Cola HBC Россия в Санкт-Петербурге. С ее помощью специалисты уже решают такие задачи, как учет энергоресурсов по цехам, нормирование расходов электричества на единицу продукции и контроль потребляемой мощности.

Кроме того, использование этой системы способствует выявлению потенциала сокращения расходов электричества, помогает определить слабые звенья в работе оборудования для оптимизации производственных процессов и сокращения затрат на оплату электрической энергии.

Учет энергоресурсов открывает широкие возможности для повышения эффективности работы предприятия. Современные приборы учета, интегрированные с инновационным программным обеспечением, способны не только фиксировать и оперативно передавать точные данные по каждой единице энергопотребления, но и предупреждать о возможных неполадках в работе оборудования, тем самым помогая предотвратить возможные поломки и возникновение аварийных ситуаций.



# Инновационные системы прокладки кабельных трасс

**Организация рабочих мест, прокладка силовой или информационной кабельной коммуникации обязывают заказчика изначально продумать все нюансы, все критерии и требования, а также задачи, которые должна выполнить данная система. И не всегда получается именно то, что необходимо, именно так, как задумывалось. Но на рынке кабеленесущих систем уже есть решения, которые способствуют нивелированию всех технических, дизайнерских и коммерческих вопросов.**

Компания КОПОС KOLIN уже более 95 лет ежедневно решает основную задачу – ускорить, облегчить, улучшить и повысить уровень монтажа. Инновационная модернизированная линейка парапетных кабельных каналов компании КОПОС позволяет осуществить абсолютно любой проект как по сложности коммуникации, так и на соответствие дизайнерским требованиям проектов.

Новые требования пожарной безопасности не только в Европе или России, но и в целом в мире обязывают нас как производителей применять только соответствующие всем жестким требованиям нормативов ГОСТ материалы, при этом организовывая производственный цикл на новом оборудовании с получением в итоге продукции кабельных каналов серии РК, отвечающих всем требованиям, предъявляемым к ней.

Одни из самых жестких требований – потребительские – заставляют технологов, конструкторов компании КОПОС постоянно заниматься модернизацией ассортиментного ряда изделий компании. Так получилось и с кабельными каналами парапетного типа КОПОС.

Модернизация конструкции кабельных каналов позволила повысить эстетичность кабельных линий, а вместе с этим и легкость монтажа самой линии, фиксации электроустановочных изделий, и, что немаловажно, осуществить практичное размещение различных типов электроустановочных изделий в одной конструкции кабельного канала.

Легкость монтажа самой линии достигается модернизацией узлов крепления аксессуаров как ответвительного характера, так и для монтажа ЭУИ. Конструкция изделия доработана таким образом, что крепление аксессуаров поворотов, ответвителей теперь возможно на любом этапе монтажа проекта. Ранее требовалось учитывать определенные расстояния между ответвляемыми трассами или при организации поворотов. Новая модернизированная конструк-



ция позволяет осуществить фиксацию на погонажных отрезках трассы даже при соединении их встык. Таким образом, скорость монтажа увеличивается за счет отсутствия необходимости вымерять точный диапазон расстояний между ответвляемыми трассами.

Второй узел, который был доработан, – это нивелирование уровня размещения крышки кабельных каналов. В первых модификациях, причем они остаются в ассортиментном портфеле компании, крышка была ниже уровня корпуса канала, что выделяло лицевую сторону проложенной системы. Новые модификации кабельных каналов поставляются с крышками изделий, которые полностью на одном уровне с боковыми лонжеронами трассы.

Данная модификация не только положительно сказалась на эстетичности трасс, но и удовлетворила требования многих дизайнеров. Вместе с тем конструкция фиксации крышки была доработана таким образом, чтобы на пазы фиксации крышки возможно

было зафиксировать распределительную коробку под классические электроустановочные изделия. Данная коробка является одновременно и суппортом, и распределительной коробкой для защиты кабельного узла, а также эти коробки, соединяясь, позволяют установить многопостовые ЭУИ под единой собственной рамкой.

Новые безгалогеновые кабельные каналы действительно можно назвать инновационными в своей группе по содержанию всех технических, конструктивных и дизайнерских решений, а широта ассортимента позволит осуществить монтаж проекта любой степени сложности, при этом сэкономив на времени и стоимости изделий.



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

# Модернизация РЗА ячеек РУ 6–35 кВ от компании ООО «Юнител Инжиниринг»

Распределительные устройства номинального напряжения 6–35 кВ являются наиболее распространенными на территории Российской Федерации. Причем достаточная весомая их часть находится в собственности промышленных предприятий и частных электросетевых компаний, соответственно необходимость модернизации таких РУ возникает практически во всех отраслях производства и энергетики. Для любого собственника всегда остро стоит задача распределения ресурсов, закладываемых на обновление технического оснащения, и решение ее зависит не в последнюю очередь от финансовой составляющей и времени простоя оборудования или перерывов электроснабжения потребителей. Ответ на данный вопрос предлагает производственная компания ООО «Юнител Инжиниринг». Программа «Ретрофит ячеек 6–35 кВ – релейный отсек» позволяет в минимальные сроки и с высочайшим качеством выполнить модернизацию РУ, сохранив при этом не выработавшее свой срок силовое электротехническое оборудование, тем самым существенно сократить затраты.

Программа «Ретрофит ячеек 6–35 кВ – релейный отсек» в зависимости от потребностей Заказчика предусматривает:

- замену старых элементов конструкции ячейки – двери релейного отсека;
- замену морально и физически устаревших устройств РЗА и оборудования внутри релейного отсека ячейки;
- изготовление выносного шкафа, укомплектованного современными устройствами МП РЗА и вторичной коммутации;
- нестандартные конструктивные и технические решения под нужды Заказчика.

Специалисты ООО «Юнител Инжиниринг» разработали альбом типовых

решений по ретрофитам на большинство стандартных ячеек, выпускаемых производителями РФ. Однако для повышения качества производимых работ и выпускаемой продукции, перед началом проектирования проводится обследование существующего оборудования и ячеек, с выездом конструктора ООО «Юнител Инжиниринг» на объект Заказчика. На этапе ППО в первую очередь производятся замеры лицевых панелей и релейного отсека ячеек, уточняются места установки петель и врезки устройств на двери, а также определяется размещение оборудования вторичной коммутации внутри релейных отсеков. Такой подход позволяет предоставить Заказчику полностью готовый кон-

структив, в результате чего монтаж по месту проводится в максимально сжатые сроки, без необходимости выполнения дополнительных слесарных работ.

На основании результатов ППО, карт заказа и согласования с Заказчиком, проектное подразделение ООО «Юнител Инжиниринг» разрабатывает конструкторскую документацию, что позволяет изготавливать модули ретрофита ячеек, во всех отношениях соответствующие реконструируемому объекту.

Стандартный комплект поставки включает в себя:

- Дверь релейного отсека с порошковым покрытием

Поставляется комплектно с терминалом РЗА, измерительными приборами и пр. При необходимости сохранения существующих устройств (например, счетчика ЭЭ) или поставке части оборудования отдельно от ретрофита, на заводской площадке посредством лазерной резки выполняются все необходимые установочные отверстия. В комплект поставки включается промаркированный кабельный шлейф соответствующий смонтированному на заводе, а также устанавливаемому по месту оборудованию.

- Оборудование вторичной коммутации релейного отсека.

Поставляется в виде комплекта устройств и клемм, смонтированного на din-рейки. Маркировка клеммных рядов выполняется в полном соответствии с маркировкой шлейфа двери.

Доставка оборудования на объект осуществляется в деревянных ящиках с возможностью идентификации каждого типа ретрофита. Укомплектованная дверь размещается в одном ящике с оборудованием вторичной коммутации релейного отсека, смонтированным на din-рейки и установленным на транспортировочную панель.



Модульность поставки ретрофитов релейных отсеков ООО «Юнител Инжиниринг» и наличие качественной конструкторской документации, позволяет существенно ускорить процесс монтажа и наладки оборудования на объекте Заказчика, что позволяет минимизировать время отключения производственных мощностей и другой нагрузки. Таким образом ретрофит релейного отсека позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей за счет усовершенствования оборудования и при этом минимизировать материальные и временные затраты на реконструкцию действующего РУ.

Следует отметить, что комплект ретрофита серии КР успешно прошел испытания и имеет сертификат соответствия Евразийского экономического союза № 0238437 серия RU.

Существенным достоинством технического решения от компании «Юнител Инжиниринг» является возможность комплектации ретрофитов оборудованием релейной защиты собственной разработки и производства. Линейка РЗА включает комплекс защит 6–35 кВ ЮНИТ-М1, устройства дуговой защиты ЮНИТ-ДЗ или ЮНИТ-ДЗ-М, а также вспомогательные блоки такие как ЮНИТ-БПТН, ЮНИТ-БК-02 и ЮНИТ-КИ.

Все устройства РЗА разработки компании могут применяться в схемах вторичной коммутации распределительных устройств с переменным, постоянным и выпрямленным оперативным током. Монтаж может производиться в релейных отсеках ячеек КРУ (включая РУ наружного исполнения) и камер КСО, а также в шкафах и на панелях.

Устройства серии ЮНИТ-М1 предназначены для выполнения функций релейной защиты, автоматики, местного/дистанционного управления коммутационными аппаратами, измерения, регистрации, осциллографирования и сигнализации распределительных устройств 6–35 кВ.

Серия устройств ЮНИТ-М1 представлена следующими функциональными исполнениями:

ОЛ1 – максимальный комплект защит отходящей линии, включая направленные МТЗ и защиты по напряжению. Может применяться в качестве защиты фидеров с двусторонним питанием, ДГУ, ТП и пр.

ОЛ2 – оптимизированный комплект защит. Может применяться для большинства отходящих присоединений.

ОЛ3 – минимальный комплект защит. Может применяться для защит ТСН, КЛ и пр.

ВВ – комплект РЗА вводного выключателя



СВ – комплект РЗА секционного выключателя

ТН – устройство защит секции по напряжению и мониторинга ТН

ЦД – центральный блок дуговой защиты. Предназначен для работы совместно с устройствами ЮНИТ-ДЗ и ЮНИТ-ДЗ-М.

Устройства ЮНИТ-ДЗ и ЮНИТ-ДЗ-М предназначены для обнаружения всплеск света открытой электрической дуги для чего в зависимости от кода заказа комплектуются волоконно-оптическими датчиками петлевого или точечного типа. Дуговая защита на базе указанных устройств может быть выполнена по распределенному принципу, а при выполнении поэтапной реконструкцию РЗА РУ, ранее созданная распределенная дуговая защита отдельных ячеек на базе ЮНИТ-ДЗ и/или ЮНИТ-ДЗ-М может быть преобразована в централизованную, путем доукомплектации секции РУ терминалом ЮНИТ-М1-ЦД.

Блоки ЮНИТ-ДЗ-М являются преобразователем светового потока дугового замыкания в сигнал выходного реле соответствующего ВОД поврежденного отсека и применяются только совместно с МП РЗА ячейки. Настройка ЮНИТ-ДЗ-М производится dip-переключателями. Логика дуговой защиты выполняется внутри терминала РЗА.

ЮНИТ-ДЗ имеют более сложную конфигурацию, логика дуговой защиты выполняется внутри ЮНИТ-ДЗ, настройка производится посредством специализированного ПО. Выходные реле устройства рассчитаны на воздействие на электромагнит отключения выключателей, снабженных различными типами приводов. Вышесказанное позволяет использовать ЮНИТ-ДЗ их не только совместно с РЗА, но и в

качестве автономного устройства дуговой защиты ячейки или небольшой секции РУ. Кроме того, для выполнения неселективной защиты секции может применяться исполнение ЮНИТ-ДЗ с ВОД радиального типа.

#### Преимущества технического решения ООО «Юнител Инжиниринг»:

- обеспечение полного цикла от проектирования до ввода в эксплуатацию
- использование надежных комплектующих производства ведущих предприятий отрасли
- разработка технических решений на базе РЗА собственного производства
- применение типовых решений собственной разработки
- разработка нестандартных проектных и конструкторских решений
- обучение и техническая поддержка персонала заказчика и проектных организаций
- богатый опыт выполнения работ по модернизации РЗА ячеек 6–35 кВ

**ЮНИТЕЛ** ИНЖИНИРИНГ

+7(495) 651–99–98  
 (отдел продаж, г. Москва)  
 +7(495) 651–99–98 доб. 601  
 (техподдержка, г. Иваново)  
 e-mail: info@uni-eng.ru (отдел продаж)  
 rza@uni-eng.ru (техподдержка)  
 http://www.uni-eng.ru

# ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ

**www.metz.by**

**www.novostienergetiki.ru**

## НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

**www.novostienergetiki.ru**

### ВСЁ О СОБЫТИЯХ И ЛЮДЯХ В ЭНЕРГЕТИКЕ!



## КОНКУРС ЭЛЕКТРОРЕКЛАМА



Прием заявок до 20 мая 2022 г.

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

организатор: **РЫНОК**.....  
**Электротехники**  
ежеквартальный журнал-справочник

www.marketelectro.ru

**РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ**



**interlight**

RUSSIA

**intelligent building**

RUSSIA

**19 – 22.09.2022**

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», МОСКВА

# Умная. Светлая. Стильная.

Международная выставка  
освещения, автоматизации зданий,  
электротехники и систем  
безопасности

messe frankfurt

# Светодиодные светильники: технические решения и тренды

Алексей Клищов

**Рынок осветительного оборудования отличается высокой конкуренцией. Эта тенденция мотивирует производителей отслеживать тренды, быть в курсе современных технологий, внедрять инновации и функциональные расширения, а также пересматривать ценовую политику в сторону снижения стоимости.**

На сегодняшний день светодиодные технологии – это лучшее решение для создания надежных, функциональных и энергоэффективных систем освещения любых объектов: от производственных помещений до домашних интерьеров.

Многочисленные преимущества перед традиционными источниками света обеспечивают постоянный рост популярности светодиодов и открывают широкие перспективы для этой технологии в будущем.

Почему потребители все чаще отдают предпочтение LED-лампам?

Привычные лампы накаливания уже давно не обеспечивают требуемого уровня освещения помещений. Светотдача большинства из них составляет всего 15 Лм, что в семь раз меньше, чем у светоизлучающих диодов.

Этот показатель немного выше у люминесцентных и галогенных ламп – порядка 70 и 90 Лм соответственно. Однако их нельзя назвать безопасными, поскольку внутри колбы могут находиться пары ртути в дозах, опасных для здоровья человека. Такие приборы требуют специальной утилизации, что также срывает не в их пользу.

Еще один важный критерий выбора – срок службы. Традиционные лампы работают около 1000 часов, поэтому часто нуждаются в замене. Самые простые модели светодиодных источников света рассчитаны минимум на 30 000 часов работы. Они могут прослужить не менее трех-четырех лет. Срок службы более дорогих LED-приборов от проверенных производителей составляет 11 лет.

У первых светодиодов существовала одна проблема: со временем светоизлучающие кристаллы тускнели. Но в дальнейшем разработчикам удалось этот недостаток устранить. Свечение современных аналогов практически не изменяется на протяжении всего срока эксплуатации.

Экономичность LED-светильников заключается не только в долгом сроке службы. Осветительные приборы на светодиодах признаны самым экономичным вариантом освещения.

LED-лампы обеспечивают низкое потребление электроэнергии при высоком уровне освещенности. Они потребляют в 8–15 раз меньше электричества по сравнению с лампами накаливания и в 2–5 раз по сравнению с люминесцентными.

Кроме того, полупроводниковые приборы работают в широком температурном диапазоне: от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . При сильных морозах люминесцентные и галогенные лампы не зажигаются или дают меньше света, а светодиоды, наоборот, светят еще ярче.

Это преимущество дает возможность использовать светодиоды в самых разных сферах. Например, на основе LED-технологии сегодня изготавливается большой ассортимент уличной осветительной и декоративно-рекламной светотехники.

При соответствующей герметизации светодиодные источники света можно устанавливать во влажной среде и даже под водой. Конечно, для этого требуются лампы, прожекторы или ленты с определенным уровнем защиты.

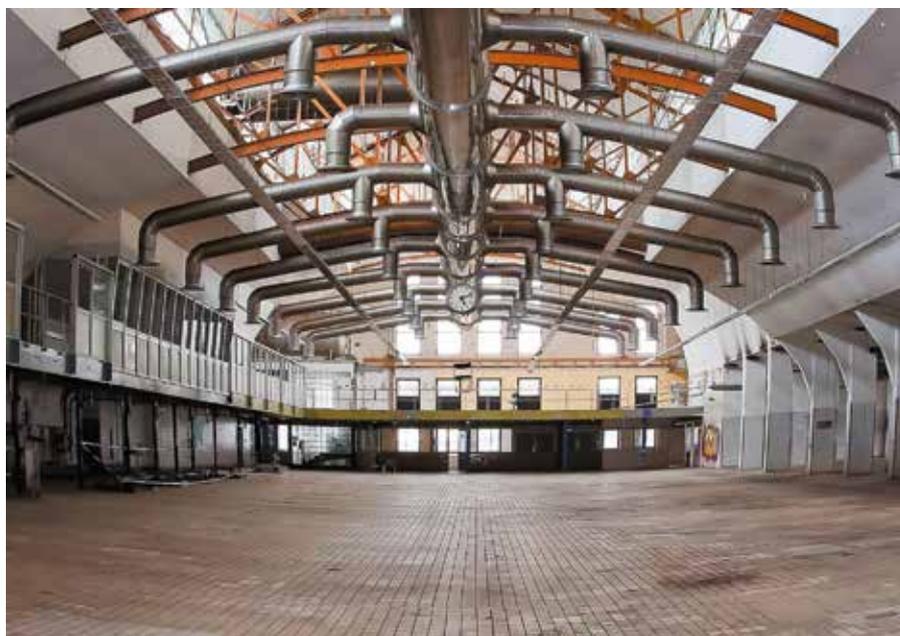
Минусом LED-светильников некоторые пользователи называют яркий

белый свет. Но цвет освещения бывает разным: холодным белым, нейтральным дневным или теплым желтым. Если использовать приборы со специальными драйверами и контроллерами, то можно получить возможность регулировать не только цвет, а также яркость свечения.

Светодиодные лампы работают бесшумно, им не свойственны блики и мерцание. Они не утомляют глаза. Стойко переносят вибрации и резкие скачки напряжения. Моментально включаются, не требуя времени на разогрев. Подключаются к обычной сети в 220 В. Но встроенные преобразователи подают на устройства не больше 12–24 В. Поэтому ток такой светильник не ударит.

## Промышленное освещение

Производственным называется особый тип освещения, который обеспечивает создание оптимальных условий для продуктивной трудовой деятельности людей. Грамотно спроектированное и правильно организованное освещение рабочего помещения благоприятно



влияет на психику человека, сохраняет здоровье, обеспечивает безопасность и способствует качественному выполнению поставленных задач, что положительно отражается на производительности труда и на результатах деятельности всего предприятия в целом.

## Освещение предприятий машиностроительного комплекса

Машиностроение – это стратегически важный комплекс для экономики РФ. В его состав входит более 70 отраслей промышленности, которые специализируются на производстве и ремонте машин и оборудования, выпуске различных металлических изделий и конструкций.

На долю машиностроительного комплекса России приходится более 6% от

всего объема производимой в стране продукции. В этой сфере задействованы 22 тыс. предприятий. Каждое из них состоит из нескольких производственных помещений, административных зданий и обслуживающих хозяйств.

К освещению каждого структурного подразделения предъявляются свои требования. Становится очевидным, что дальнейшее развитие тяжелой промышленности требует внедрения качественных электротехнических и светотехнических решений, обеспечивающих высокую эффективность работы предприятия.

При разработке проекта системы освещения производственного предприятия должны быть учтены виды выполняемых работ и особенности технологического процесса. При этом следует опираться на своды правил, постановления Правительства РФ и отраслевые нормы.



К числу основных параметров, на которые разработчики проекта осветительных систем обращают внимание, относятся:

- Уровень естественного освещения;
- Объединенный показатель дискомфорта;
- Индекс цветопередачи, определяющий количественную меру способности искусственного источника света верно отображать цвета освещаемых объектов в сравнении с идеальным или естественным освещением. Этот параметр особенно важен для освещения производственных участков, где проводится работа с цветом (например, покрасочный цех);
- Равномерность распределения света;
- Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильников в процессе эксплуатации.

Основной нормативный документ, устанавливающий нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий, сооружений, площадок промышленных предприятий и мест проведения работ вне помещений, – СП 52.133320.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная версия СП 52.13320.2011 и СНиП 23–05–95\*).

В соответствии со сводом правил, в системе освещения промышленного объекта должны быть предусмотрены несколько видов освещения.

*Рабочее.* Этот тип освещения предназначен для обеспечения нормируемых осветительных условий (уровень освещенности, качество освещения) во всех помещениях, а также на открытых участках вне зданий, которые используются для выполнения работ, прохода людей и движения транспортных средств.

Для помещений, в которых присутствуют зоны с разными условиями естественного освещения, а также выполняются процессы с разными режимами работы, необходимо предусмотреть возможность раздельного управления системой управления освещением каждой из этих зон;

- Аварийное освещение обеспечивает продолжение работы производственного оборудования при непредвиденном отключении рабочего освещения. Предусмотрено в тех случаях, когда отсутствие основного освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может привести к пожару, взрыву, длительному нарушению технологического процесса или стать причиной отравления людей;
- Аварийное эвакуационное освещение необходимо для безопасной эвакуации людей из опасной зоны в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Кроме того, одной из функций эвакуационного освещения является

## При проектировании осветительных систем необходимо

## учитывать все особенности металлообрабатывающих

## производств.

обеспечение автономной работы осветительной установки на тех участках производственного помещения, где непредвиденное прерывание рабочего процесса может нести в себе угрозу для жизни людей или стать причиной крупных финансовых потерь;

**Охранное.** В случае если на предприятии не используются специальные технические средства охраны, вдоль границы территорий, охраняемых в ночное время суток, монтируется система охранного освещения. Осветительные приборы обеспечивают освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли.

- Дежурное освещение включается на территории производственных предприятий в нерабочее время. Область применения, величины освещенности, равномерность и требования к качеству такого освещения в нормативных документах не прописаны.

Необходимый уровень освещения помещений, производственных площадок, расположенных вне зданий, и открытых участков, которые служат для прохода людей и движения машин, может быть обеспечен как осветительными приборами рабочего освещения, так и совместным включением вместе с ними светильников аварийного и/или эвакуационного освещения. В некоторых случаях часть осветительных приборов аварийного освещения могут выполнять функцию дежурного освещения.

**Тяжелое машиностроение** – одна из отраслей в составе машиностроительного комплекса. Это основа тяжелой промышленности, которая характеризуется большим потреблением металла. В структуру значительной части заводов входят огромные по размерам производственные и механосборочные цеха, на территории которых создается крупногабаритное оборудование.

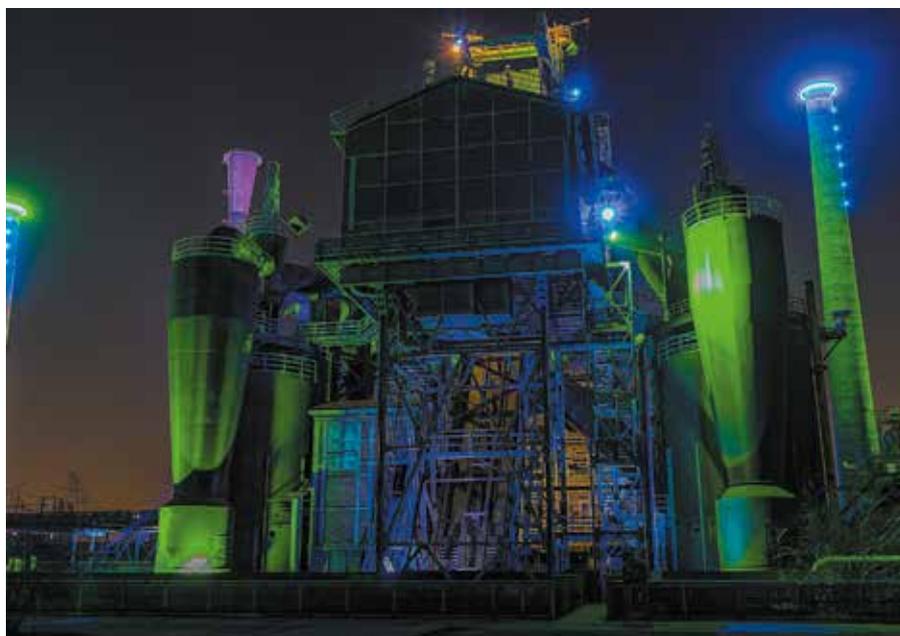
В заготовительных и обрабатывающих цехах предприятий тяжелого машиностроения, как правило, формируется агрессивная окружающая среда. В местах хранения и переработки формовочных материалов активно выделяется пыль. Процессы литья сопровождаются выделением огромного количества тепловой энергии.

При проектировании осветительных систем необходимо учитывать все особенности металлообрабатывающих производств. В частности, светотехническое оборудование должно обладать высокой степенью защиты от проникновения влаги и пыли, отвечать

требованиям пожаро- и взрывобезопасности, безотказно функционировать в условиях экстремально высоких температур.

Для проведения сборочных работ механосборочные цеха оснащаются мостовыми кранами с высокой грузоподъемностью. Требуемый уровень освещенности рабочего пространства достигается за счет организации локального подкранового освещения. При этом осветительные приборы должны не только соответствовать общим требованиям механической и климатической защиты, но и быть устойчивыми к вибрации.

Для освещения помещений и открытых площадок предприятий тяжелого машиностроения используются взрывозащищенные светотехнические устройства. Например, светодиодные светильники ZENITH LED Ex – надежные



и удобные в эксплуатации приборы, отличаются широким выбором вариантов крепления. Выпускаются с КСС двух типов (полуширокая и широкая), благодаря чему световое пятно растягивается вдоль освещаемого участка и не оставляет темных пятен. В зависимости от модификации меняется мощность устройства, световой поток и набор предлагаемых опций.

Для освещения производственных цехов с высотой потолков 5–12 метров предназначены LED-светильники серии INSEL LB/S LED. Они характеризуются компактными размерами, низким коэффициентом пульсации светового потока (<3%), высоким индексом цветопередачи (> 80).

Разработчики устройства предусмотрели возможность управления освещением по протоколам 1–10 В и DALI. Кроме того, доступны варианты

**Одним из ключевых факторов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность**

**и финансовые показатели завода, являются грамотно спроектированные системы освещения.**

осветительных приборов с встроенным датчиком движения и освещенности.

**Транспортное машиностроение.**

Предприятия транспортной отрасли машиностроительного комплекса производят автомобили, авиатранспорт, суда, локомотивы, электропоезда, трамвайные, грузовые и пассажирские вагоны,

а также вагоны метрополитена и другой рельсовый транспорт.

Одним из ключевых факторов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность и финансовые показатели завода, являются грамотно спроектированные системы освещения.

Качественное освещение повышает производительность труда персонала при выполнении рабочих операций, обеспечивает бесперебойность и безопасность технологических процессов. В цехах окончательной сборки оборудования светильники должны обеспечивать светораспределение, концентрирующее максимум светового потока на рабочих поверхностях, что позволяет специалистам комфортно выполнять сборочные работы.

Наряду с нормируемым уровнем освещенности освещение должно обеспечивать требуемую контрастность, позволяющую четко выделять объекты на фоне стен и пространства цеха. Как правило, величина выбирается с учетом разряда зрительных работ.

Нормальное и безопасное функционирование заготовительных цехов, где проводится первоначальная обработка материалов и предварительная стыковка листовой стали, применяется светотехническое оборудование с высокой степенью защиты.

Особое внимание уделяется освещению обрабатывающих цехов, в которых производится окрашивание и сушка изделий. Для максимально точной передачи достоверного оттенка эксперты рекомендуют использовать светотехнику с высоким индексом цветопередачи. Кроме этого, светильники должны быть изготовлены из негорючих материалов.

С этими задачами успешно справляются модульные осветительные приборы на базе светодиодов HB LED. Это второе поколение серий энергоэффективных светильников, предназначенных для использования в системах освещения производственных цехов и логистических комплексов, где высота потолков превышает 8 метров.

Преимущество такого технического решения заключается в высокой световой отдаче источников света (выше 110 лм/Вт) и оригинальной системе отвода тепла, которая обеспечивает



неизменность технических характеристик светильников на протяжении всего срока их службы.

В зависимости от модели меняется мощность приборов и световой поток. По желанию заказчика производитель может изменить вид рассеивателя, заменив обычное стекло термостойким.

Для освещения сборочных цехов и складских помещений предприятий транспортного машиностроения нередко используются светодиодные магистральные светильники. Современные модели характеризуются высоким индексом цветопередачи, степенью защиты от пыли и влаги не менее IP54 и возможностью управления освещением по протоколу 1–10 В и DALI.

**Станкостроение** – базовая отрасль машиностроительного комплекса, специализирующаяся на производстве высокоточного интеллектуального оборудования и расходных материалов для оснащения промышленных производств. Станкостроительные предприятия выпускают обрабатывающие станки для разных материалов, которые выполняют различные операции: сверлильные, полировальные, резьбообрабатывающие, токарные, шлифовальные, доводочные и др.

Драйвером роста этой отрасли эксперты называют обеспечение технологичности производства, повышение энергоэффективности и внедрение инноваций. Каждое из этих направлений должно затрагивать все уровни организации производственного процесса, в том числе системы освещения.

До недавнего времени для освещения помещений и территории станкостроительных заводов использовались ртутные, люминесцентные и металлогалогенные лампы. Светильники устанавливались на лиру или крепились к потолку с помощью подвесов. Такие светотехнические решения были энергоемкими и затратными в обслуживании.

Появление LED-технологий позволило существенно сократить затраты предприятий на энергоресурсы и обслуживание осветительных установок, обеспечив при этом безусловное соблюдение всех требований, предъявляемых к освещению производственных помещений.

Процесс производства станков состоит из нескольких этапов. При этом большинство технологических операций выполняются на разных участках. Например, литье и механическая обработка станин происходит в заготовительных цехах, изготовление основных узлов станков осуществляется в обрабатывающих цехах, монтаж и сборка оборудования – в сборочных.

Тип осветительной установки и технические характеристики светильников необходимо выбирать с учетом условий, в которых они будут эксплуатироваться.

Так, на участках, где выполняется литье станин, процесс изготовления заготовок сопровождается выделением тепла. При охлаждении горячих форм водой выделяется огромное количество пара.

Нормальное функционирование осветительного оборудования в столь сложных условиях обеспечивается за счет использования светильников с высокой степенью защиты от проникновения влаги, стойких к воздействию экстремальной температуры окружающей среды.

Для освещения производственных цехов станкостроительных заводов используются светотехнические устройства, предназначенные для установки в пожароопасных зонах. Например, энергоэффективные светильники серии ACORN LED. Некоторые модели представлены на рынке во взрывозащищенном исполнении. Приборы выпущены

для замены аналогичных устройств с лампами накаливания.

Не менее успешно с поставленными задачами справляются энергоэффективные линейные светильники серии SLICK LED. Они предназначены для освещения производственных и технических помещений с высотой потолков до пяти метров. Светотехнические устройства можно использовать для замены морально устаревших ламповых решений.

Для установки в пожароопасных зонах производитель светотехники выпустил модели с термостойким стеклом.

**Судостроение.** Предприятия судостроительной отрасли занимаются строительством и ремонтом морских и речных судов, а также других плавучих объектов. Сооружения обычно строят на специализированных площадках – верфях.



Транспортное судостроение представляет собой масштабное производство с многоступенчатым производственным циклом. Каждая ступень – это самостоятельный этап, на котором выполняются определенные технологические процессы. Особенности производства задают четкие требования к технологии и используемому оборудованию, в том числе и к осветительным системам.

В большинстве случаев на предприятиях судостроения строительные или ремонтные работы выполняются на открытых площадках, которые освещаются светотехникой прожекторного типа. Прожекторы устанавливаются на специальных мачтах или опорных конструкциях.

Еще совсем недавно для освещения верфей использовались металлогалогенные лампы, дуговые натриевые и разрядные ксеноновые лампы высокого давления. Светодиодные источники искусственного

света не могли с ними достойно конкурировать из-за высокой цены.

Однако по мере развития LED-технологий производители наладили выпуск светодиодных решений, способных повысить эффективность систем освещения территории производственных предприятий и снизить уровень затрат на эксплуатацию светотехнического оборудования.

Наряду с бесперебойным функционированием и обеспечением нормальной освещенности зоны проведения работ светотехника должна быть устойчивой к сложным климатическим условиям и обладать высокой степенью защиты от пыли и влаги.

Как правило, высота потолков в судостроительных цехах превышает 25 метров. Качественное освещение могут обеспечить светильники с концентрированной кривой силы света (КСС) с

углом раскрытия светового потока 30°.

К несущим фермам осветительные приборы крепятся с помощью скоб и специальных кронштейнов (лир). Лира получила широкую популярность благодаря простоте конструкции и удобству использования, поскольку с ее помощью можно регулировать направление света по вертикали.

Корректировка светораспределения предполагает возможность поворота оптической части светильника.

Большинство судостроительных производств оборудовано кранами мостового типа, которые перемещаются по подвижной стальной конструкции. Для увеличения уровня освещенности локальных зон необходимо монтировать подкрановое освещение.

С этой целью используются светильники, которые не только соответствуют общим требованиям механической и климатической защиты, но и устойчивы к высоким вибрационным нагрузкам.

В помещениях, где производится натурная или масштабная разбивка чертежей, а также в других зонах с повышенным разрядом зрительной работы особое внимание уделяется уровню освещенности.

Недостаток освещенности может негативно отразиться на производительности труда и стать причиной выпуска некачественной продукции. Учитывая специфику производства, даже небольшая ошибка может привести к серьезным последствиям.

Кроме того, выполнение высокоточной зрительной работы нуждается в ограничении пульсаций освещенности. Даже незаметные глазу человека пульсации могут спровоцировать повышенную утомляемость персонала, снизить работоспособность и качество выполнения поставленных задач.

Одним из вариантов светотехнических устройств, которые используются для освещения открытых производственных площадок, являются энергоэффективные модульные светодиодные прожекторы серии HB FLOODLIGHT. Светильники предназначены для замены металлогалогенных прожекторов с лампой мощностью 1 кВт и их аналогов.

Конструкция светильника состоит из светодиодных модулей с вторичной оптикой и источника питания, которые установлены в литой алюминиевый корпус. Вторичная оптика изготавливается из полиметилметакрилата (ПММА) с углом рассеивания 15° или поликарбоната с углами рассеивания 40° и 60°. По желанию заказчика возможна комплектация прожектора прозрачным темперируемым стеклом.

**Машиностроение ВПК.** Военно-промышленный комплекс состоит из множества производственных предприятий, научно-исследовательских и



опытно-конструкторских организаций, специализирующихся на разработке, производстве, хранении и постановке на вооружение военной техники и специального оборудования.

Из-за того, что военная техника, как правило, отличается габаритными размерами, для ее создания необходимы большие по площади производственные площадки. Для их освещения создаются энергоэффективные системы со светотехникой, устанавливаемой на большой высоте.

На многих предприятиях военно-промышленного комплекса производственные участки объединены в единую систему с помощью развитой транспортной инфраструктуры, состоящей из автомобильных дорог и железнодорожных линий. Поэтому в качественном освещении нуждаются как цеха, так и прилегающие к ним территории, и пути сообщения.

Светотехнические устройства для открытых площадок должны эффективно использовать световой поток, обладать высокой степенью защиты от проникновения влаги, пыли и других загрязнений, быть устойчивыми к негативному воздействию сложных погодных условий.

Производство ракет и артиллерийского вооружения сопряжено с использованием ракетного топлива и пиротехнических технологий. Эти производственные процессы относятся к категории пожаро- и взрывоопасных.

Однако неконтролируемые химические реакции можно предотвратить с помощью мер предосторожности. Потому для освещения помещений, в которых возможно образование взрывоопасных смесей, следует использовать взрывозащищенные и пожаробезопасные светильники.

На некоторых участках производственного цикла используется осветительное оборудование, устойчивое к воздействию химически активных сред.

Для освещения открытых производственных площадок и транспортных путей различной категории можно использовать светодиодные решения серии FREGAT LED. Продуктовая линейка характеризуется широким выбором мощностей, светового потока, цветовой температуры и оптимальным сочетанием светотехнических характеристик.

Светильники оснащены уникальной оптической системой. Ее особенность заключается в возможности ограничивать слепящее действие и обеспечивать высокую эффективность использования светового потока.

Осветительные приборы можно устанавливать как на консольный кронштейн, так и на торшерную опору. Опционально доступно крепление для настенного монтажа.

Корпус изготовлен из литого под

давлением алюминия. Степень защиты – IP66. Кроме того, корпус надежно защищен от механических повреждений. Внутри оболочки находится источник питания и сложная групповая оптика с широким светораспределением. Рассеиватель выполнен из закаленного силикатного стекла.

### Освещение предприятий горно-химической промышленности

Горно-химическая отрасль является одним из направлений тяжелой промышленности. В основном производственные предприятия расположены в районе добычи полезных ископаемых, обогащения и переработки первичного сырья – на Кольском полуострове и Урале.

С развитием научно-технического прогресса стремительно внедряются в производство новые технологии, инновационные методы и передовое оснащение. Все эти процессы не только нуждаются в качественном энергоснабжении, но и требуют энергоэффективного освещения, обеспечивающего нужный уровень освещенности производственных помещений, площадок и карьеров.

Для освещения открытых пространств используются прожекторы, которые устанавливаются на специальных осветительных мачтах. Высота таких конструкций может достигать 30 метров. До внедрения LED-технологий функцию источников света выполняли устройства на базе ламп типа ДКсТ, МГЛ, ДНаТ и ДРЛ. Сегодня их активно вытесняют светодиодные решения, способные повысить эффективность осветительной



установки и минимизировать затраты на ее обслуживание.

При проектировании систем освещения производственных цехов горно-обогатительных комбинатов особое внимание уделяется требованиям, которые предъявляются к светотехническим устройствам, предназначенным для установки в помещениях с горно-химическим сырьем. В частности, такое осветительное оборудование:

- должно обладать высокой степенью защиты от влаги и пыли;
- должно быть изготовлено из компонентов, изготовленных из негорючих материалов;
- в случае необходимости должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении.

Например, для освещения цехов, участков переработки взрывоопасных веществ, складских и других поме-

щений, расположенных на территории взрывоопасных зон, предназначен светодиодный светильник заливающего света серии ВЭЛАН33.

Корпус светотехнического устройства изготовлен из алюминия с нанесенным на его поверхность порошковым покрытием. Коррозионностойкие материалы обеспечивают длительный срок службы светильника.

Внутри корпуса установлен блок питания, сверхъяркие светоизлучающие диоды, аккумулятор и две клеммные зажимы. Наличие двух кабельных вводов и двух клеммных колодок позволяет осуществлять транзитную прокладку кабеля. При отсутствии напряжения аккумулятор обеспечивает работу прожектора в течение 1,5 часа.

Используемое в конструкции прибора боросиликатное стекло устойчиво к механическому воздействию, что

также положительно характеризует эксплуатационные характеристики устройства. Использование этого материала делает защитный светопропускающий элемент термостойким, особо прочным и при этом обладающим высокой пропускной способностью.

Светодиодный прожектор, при одинаковой освещенности, потребляет в несколько раз меньше электрической энергии, чем светотехника с лампами накаливания. КПД светильника ВЭЛАН33 приближается к 100%, что свидетельствует о его преимуществах с точки зрения энергосбережения.

Снижение потребляемой мощности позволяет не только более экономно расходовать электричество, но еще и прокладывать кабели меньшего сечения. Кроме того, это способствует снижению материалоемкости на несущие кабельные лотки и др.



## Освещение предприятий фармацевтической отрасли

Фармацевтика – это отрасль экономики, занимающаяся разработкой, производством и дистрибуцией лекарственных препаратов. Технологический прогресс, инновации в области НИОКР, а также растущий спрос на лекарственные препараты и пищевые добавки способствуют тому, что фармацевтика входит в число наиболее динамично развивающихся секторов рынка.

Неотъемлемой частью производства медицинских препаратов являются биохимические процессы, для которых создается определенная среда. Неизменным остается только одно условие. Все промышленные цеха должны быть стерильно чистыми и эргономичными. Поэтому к системам освещения таких объектов предъявляются особые требования.

Светильники, установленные в помещениях фармацевтических цехов, должны быть изготовлены из нетоксичных материалов, инертных к активным веществам, выдерживать частые мойки и действие дезинфицирующих средств.

Корпус светотехнических устройств должен быть гладким, с высокой степенью защиты, лишенным мелких деталей, выступающих крепежных элементов и других выступов, что исключает возможность скопления пыли. Кроме того, светильник должен обеспечивать требуемый уровень освещенности, равномерный свет и хорошую цветопередачу.

Оптимальным решением для освещения фармацевтических производств специалисты называют светодиодные

**Одна из разновидностей осветительных приборов,  
разработанных специально для установки в чистых  
помещениях с высоким классом чистоты, –  
это встраиваемые (интегрированные) светильники  
ADV/K UNI LED.**

осветительные приборы со степенью защиты не менее IP54 и световой отдачей от 140 Лм/Вт.

Высокая степень защиты надежно предохраняет осветительное оборудование от проникновения влаги, дезинфицирующих растворов и мойки под высоким давлением при температуре воды до +80 °С.

Мощные светильники с высокой эффективностью в сочетании с качественной оптикой способны обеспечить хороший уровень освещения для безопасности персонала и контроля за выполнением производственных процессов.

От правильно сделанного выбора зависит, будет ли на производстве качественное освещение и как долго. Поэтому необходимо выбирать светотехнику, подтвержденную сертификатами соответствия.

Сертификат на светодиодные светильники – это документальное подтверждение того, что пройдены все сертификационные процедуры:

- Выполнен анализ документации, предоставленной предприятием – получателем документа;
- на базе независимого научного центра проведена экспертиза светотехнического оборудования.

Немаловажен и тот факт, что при оформлении сертификата на LED-светильники удостоверяется их надлежащее качество и безопасность при эксплуатации. Без подтверждения этих показателей законный выпуск и реализация приборов на территории России запрещены, впрочем, как и вывоз светильников за пределы страны.

Срок действия таких документов может быть разным. В случае сертификации партии светотехнической продукции сертификат считается действительным до срока, указанного в качестве даты завершения возможной эксплуатации.

Если документ выдан для серии светодиодных светильников, то срок его действия истекает через год, три или пять лет (зависит от выбора компании-получателя).

Случается, что сертифицируется не сам продукт, а производство. В таких ситуациях после выдачи сертификата

соответствия инспекционный контроль органа сертификации будет ежегодно проверять технологические процессы изготовления осветительных приборов.

Одна из разновидностей осветительных приборов, разработанных специально для установки в чистых

помещениях с высоким классом чистоты, – это встраиваемые (интегрированные) светильники ADV/K UNI LED. Светотехника монтируется в легкие, металлические герметичные кассетные потолки типа Clip in, а также в потолки из сэндвич-панелей и гипсокартона.

В комплекте со светильниками производитель поставляет специальные монтажные узлы, которые вместе с силиконовым уплотнителем, закрепленным по периметру, обеспечивают защиту уровня IP65 между потолочными панелями и светотехническим устройством.

Корпус осветительного прибора представляет собой цельнометаллическую сварную конструкцию, изготовленную из листовой стали. Внутри корпуса установлен драйвер и линейные LED-модули со светодиодами типа SMD.



Оптическая часть устройства производится из закаленного стекла или полиметилметакрилата (ПММА). Каждый из этих материалов устойчив к воздействию ультрафиолетового излучения и не теряет своих свойств при обработке дезинфицирующими средствами.

Поверхность светильника гладкая, лишённая каких-либо выступающих фрагментов и элементов крепежа.

Осветительный прибор с коэффициентом пульсации светового потока <2% и индексом цветопередачи >80 максимально точно отображает цвета освещаемых объектов. При этом создаются максимально комфортные условия для работы персонала и контроля за ходом технологического процесса.

Светильник может быть модифицирован с помощью драйвера, управляемого по протоколу DALI и беспроводному протоколу ME6.

## ME6. Облачное управление освещением

Использование систем автоматизированного управления работой осветительных установок на производственных предприятиях всех отраслей промышленности позволяет снизить энергопотребление, повысить комфорт световой среды и при этом выполнять нормативные требования к освещенности разных функциональных зон.

Беспроводная система управления освещением ME6 – это готовое решение для автоматизации и диспетчеризации освещения, которое позволяет контролировать тысячи LED-светильников. При этом речь идет о возможности детального контроля работы отдельных осветительных приборов, групп и даже нескольких объектов одновременно.



- Ключевые особенности ME6:
- решение централизованное и масштабируемое;
  - простота проектирования и установки;
  - энергоэффективность, снижение сроков окупаемости внедрения системы управления освещением;
  - возможность изменения зон и групп без необходимости изменения системы прокладки кабелей и установки новых связанных устройств;
  - открытый API для интеграции в системы Интернета вещей;
  - встроенный программный продукт, обеспечивающий расширяемость для поддержки нового функционала в будущем.

Аппаратное обеспечение ME6 дает возможность развернуть беспроводную систему управления осветительными установками предприятия гораздо быстрее и с меньшими капиталовложениями, чем при использовании традиционных решений.

Использование облачных технологий позволяет сократить до минимума набор компонентов, необходимых для реализации проектных задач.

Система проста в использовании, не требует от IT-специалистов и энергетиков специальных знаний о работе протоколов и специфике программирования. Используя ME6, пользователь работает исключительно с графическим интерфейсом, который понятен даже непрофессионалу в этой области.

Весь программно-аппаратный комплекс системы построен по принципу **plug&play (дословно переводится как «подключил и работай»)**, который подразумевает быстрое определение и конфигурирование устройств.

Применение mesh-технологий обеспечивает стабильную динамическую беспроводную связь, где все модули системы одновременно являются приемниками и передатчиками информации. Используя открытый API, предприятие может интегрировать ME6 в любую автоматизированную систему управления объектом.

Максимально полно возможности системы раскрываются в случае использования осветительных приборов, оснащенных источником питания с функцией управления по протоколу 1–10V, или светильников с встроенным беспроводным модулем управления.

При этом в системе сохранена возможность управления недиммируемыми нагрузками, что позволяет комплексно подходить к решению проектных задач.

## Освещение спортивных объектов

Освещение спортивных сооружений относится к категории самых сложных. И причин здесь несколько. Напри-

## Спортивное освещение должно отвечать особым требованиям, которые предъявляются к освещению для проведения телевизионных трансляций, и быть выгодным с экономической точки зрения.

мер, футбольные матчи проводятся на открытой территории, где на трибунах присутствует большое количество болельщиков. В вечернее время суток, когда естественного света недостаточно, функцию освещения выполняет светотехническое оборудование.

Перед искусственными источниками света ставится архисложная задача. Они обязаны обеспечивать идеальную видимость и при этом способствовать комфорту как игроков на поле, так и зрителей на трибунах.

Качественный свет позволяет арбитрам внимательно следить за игрой на поле, своевременно фиксировать все происходящее, чтобы принимать объективные решения. В основном им приходится выполнять свои функции с далекого расстояния. На крупных стадионах оно может достигать сотен метров.

Кроме того, **спортивное освещение** должно отвечать особым требованиям, которые предъявляются к освещению для проведения телевизионных трансляций, и быть выгодным с экономической точки зрения. Несмотря на множество нюансов, правильный выбор и монтаж LED-светильников может решить все поставленные задачи.

**Освещение футбольных полей и стадионов.** Функционирование современных спортивных сооружений неразрывно связано с созданием качественной и энергоэффективной системы освещения. Недостаточное количество света вызывает переутомление глаз и способствует возникновению чувства дискомфорта. В то время как правильно рассчитанное и профессионально смонтированное освещение обеспечивает:

- создание комфортной освещенности поля, не вызывающей усталости при проведении тренировочных матчей и спортивных поединков;
- отсутствие пульсации, что позволяет игрокам объективно оценивать расстояние до движущегося спортивного снаряда;
- отсутствие бликов, которые оказывают ослепляющий эффект и снижают реакцию спортсменов;

- равномерное освещение поверхности поля, без световых пятен и резких теней;
- высокий индекс цветопередачи;
- отсутствие эффекта светового ослепления, которое снижает меткость и радиус обзора.

Первое, на что необходимо обращать внимание при проектировании системы освещения стадиона, – это площадь сооружения, виды спортивных мероприятий, режим использования поля и необходимость ведения телетрансляций. От этого зависит выбор системы освещения.

*Мачтовые светодиодные системы освещения.* Способ предполагает установку четырех мачт по углам игрового поля. На этих опорах крепятся светодиодные прожекторы, предназначенные для организации систем спортивного освещения.

Специализированные LED-светильники полноценно освещают территорию, направляя свет точно туда, где он требуется. Они обеспечивают высококачественное оптическое распределение в сочетании с высокой производительностью и низким уровнем светового загрязнения.



Использование высоких мачт способствует снижению слепящего эффекта прожекторов. В некоторых случаях высота опор превышает 80 метров. При расчете высоты мачты действует условие: величина угла между линией от центра поля до места установки опоры и нижним рядом прожекторов должна быть не более 25°.

Главный недостаток систем мачтового освещения состоит в том, что установленные таким способом опоры могут отбрасывать тень на поле. Поэтому на больших стадионах эту систему лучше использовать в комплексе с другими осветительными приборами, которые монтируются на козырьках, опорах и строительных конструкциях. Это позволяет существенно улучшить качественные показатели осветительных установок.

Система мачтового освещения идеально подходит для использования на

**При необходимости обустройства акцентного освещения эксперты рекомендуют использовать светодиодные ленты.**

многофункциональных полях и небольших стадионах регионального или местного значения, где все состязания проводятся днем, а освещение включается только в вечернее время.

Кроме того, это отличный вариант для небольших населенных пунктов. В них стадион нередко используется не только для проведения спортивных

состязаний. Случается, что на стадионах проходят выступления музыкальных коллективов, проводятся народные гулянья и другие развлекательные мероприятия.

В таких случаях в системе освещения необходимо предусмотреть возможность отключения нескольких прожекторов, чтобы свет падал только на ту часть стадиона, где установлена сцена. Также очень важно обучить персонал управлению и ознакомить с особенностями работы со светотехническим оборудованием.

*Линейные LED-системы.* Для освещения больших стадионов нередко применяются линейные системы. При их использовании осветительные приборы устанавливаются либо вдоль стадиона, либо по периметру поля. При этом прожекторы монтируются на козырьках зрительских трибун, опорах или крепятся к специальным подвесным конструкциям.

Линейная система обеспечивает более равномерную подсветку, при которой ослепление игроков и зрителей значительно снижается. Этот вариант несколько сложнее в реализации и, соответственно, более дорогостоящий.

*Комбинированная система.* При организации освещения спортивных объектов не всегда удается применить стандартные решения. Это связано со значительными масштабами площадок и необходимостью обеспечивать подсветку как на высоких, так и на низких уровнях конструкции.

В таких случаях используются комбинированные системы освещения: спортивные сооружения освещаются ярким светом от мощных LED-прожекторов, установленных на мачтовых опорах, а также мягким рассеянным светом от линейно установленных светильников.

При необходимости обустройства акцентного освещения эксперты рекомендуют использовать светодиодные ленты. Такое световое решение подходит для зонирования пространства и навигации. Ленты крепятся в проходах между секторами, на боковых частях зрительских кресел и т. д.

Модельный ряд светодиодных прожекторов для спортивных и многофункциональных стадионов насчитывает



десятки модификаций. Такие светотехнические устройства присутствуют в продуктовой линейке большинства крупных компаний-производителей.

Одно из возможных решений – LED-система прожекторного заливающего освещения ArenaVision. Она предназначена для организации точечной подсветки, обеспечивает высокое качество света и поддерживает новые стандарты телевидения при съемке спортивных мероприятий.

С целью обеспечения максимальной эффективности прожектора при освещении крытых и открытых спортивных объектов производитель разработал два варианта модели: в цельном литом корпусе одного светильника установлены два светодиодных модуля, вторая разновидность ArenaVision укомплектована тремя LED-кластерами.

Каждая из этих версий функционирует от внешнего отсека драйвера. Отсек может работать как отдельно от прожектора, находясь на некотором расстоянии от него, а может быть зафиксирован на монтажном креплении самого осветительного устройства, что существенно упрощает процесс монтажа и снижает первоначальные затраты на организацию системы освещения.

Мощный DMX-драйвер со степенью защиты IP66 позволяет подключить прожектор к системе управления освещением, что дает возможность:

- управлять подсветкой удаленно;
- осуществлять планирование и изменять настройки освещения в режиме реального времени;
- создавать уникальные динамичные световые шоу до, во время и по окончании матча.

На базе светодиодных прожекторов ArenaVision разработан светотехнический проект, способствующий расширению возможностей функционального использования «Газпром Арены» – высокотехнологичного и самого посещаемого стадиона Восточной Европы.

В ходе реализации этого проекта было установлено 352 осветительных прибора ArenaVision. Освещение трибун организовано с помощью 120 светильников Tango LED. Они также интегрированы в общую систему управления и могут использоваться для организации масштабных, красочных световых шоу.

*Система управления освещением Interact Sports. Использование «умных» технологий в системах освещения спортивных объектов открывает широкие возможности как для более эффективного использования ресурсов, так и для управления светом.*

Например, интеллектуальная система Interact Sports дает возможность управлять всеми световыми решениями на стадионе с помощью одной панели. На ней, в режиме реального времени, отобра-

жаются все данные о подключенных световых установках и режиме их работы.

Функционал системной архитектуры настолько обширный, что наряду с обеспечением нужного уровня освещенности игрового поля, фасадов, приветственных и других зон, позволяет создавать оригинальные световые шоу, которые дарят болельщикам яркие, незабываемые эмоции.

Кроме того, с помощью Interact Sports можно обеспечить более высокий уровень безопасности в местах массового скопления людей, контролировать их поведение, направление движения и интенсивность потока. Управление светом дает возможность показать болельщикам нужный путь и тем самым предотвратить образование длинных очередей.

Функционал «умной» системы позволяет собирать агрегированные данные и аналитическую информацию

о поведении людей на стадионе. В дальнейшем эти данные можно использовать для фокусированного маркетинга и улучшения качества услуг.

Одна из функций интегрирована в Interact Sports для того, чтобы создавать биоадаптивное освещение в раздевалках спортсменов. С помощью этой опции в помещениях формируется атмосфера, которая помогает игрокам взбодриться перед матчем, сконцентрироваться и настроиться на игру, а по завершении соревнований способствует их расслаблению.

В систему сетевого светодиодного освещения встроена технология навигации внутри помещения. Установив специальное приложение на свой смартфон, болельщики могут быстро и просто найти нужное место на стадионе. Кроме того, им становится доступна информация об объекте и появляется возможность получать специальные предложения.



Для создания дополнительных световых эффектов устанавливаются LED-системы Color Kinetics. Их функционал дает возможность воспроизводить динамический контент на фасадах и трибунах спортивных комплексов.

Кроме того, руководство стадионов может создавать уникальные световые шоу с помощью сценического освещения Vari-lite и синхронизировать его с музыкальным или любым другим звуковым сопровождением. Для этого необходимо подключить устройства к системе Interact Sports.

## Офисно-административное освещение

Недостаток света в офисе навевает на работников дремоту, снижает

уровень работоспособности и делает рабочую обстановку некомфортной. Стробоскопический эффект вызывает головную боль. Под его действием человек становится более раздражительным.

Кроме того, тусклый, мерцающий свет портит зрение. В такой обстановке глазам необходим частый отдых. Все это оказывает негативное влияние не только на сотрудников, но и на бизнес в целом.

Чтобы персонал работал эффективнее, важно, чтобы решающим фактором при выборе светильников для офиса было качество, а не цена.

В последние годы для освещения офисных и административных помещений все чаще используются светодиодные осветительные приборы.

Светотехника на базе светоизлучающих диодов характеризуется отличными техническими характеристиками.

Поэтому LED-светильники дают яркий, равномерный поток света и экономят электричество.

Свет ламп можно фокусировать на тех рабочих зонах, где требуется хорошее освещение, и при этом не тратить электроэнергию на подсветку незадействованных в рабочих процессах участков.

Современные светодиодные решения позволяют выбирать цветовую температуру свечения лампы. Это дает возможность создавать максимально комфортные условия для офисных работников: холодный свет помогает им сконцентрироваться, а теплый – расслабиться во время перерыва для отдыха или питания.

По оценкам экспертов, правильно выбранная температура освещения увеличивает концентрацию внимания работников на 20%, положительно влияет на их самочувствие, повышает мотивацию и продуктивность.

Организация офисного освещения предполагает комплексный подход. В этом вопросе нельзя ограничиться только одним типом светотехнических устройств или использовать какое-то универсальное решение.

Для создания комфортной среды в офисе необходимо общее, локальное (местное) и зональное освещение. Первое обеспечивает требуемый уровень света во всем помещении. Оно может быть верхним и боковым. Но будем откровенны: светильники на стенах устанавливаются крайне редко, поскольку создают большое количество теней.

Значительно чаще на практике применяется верхнее общее освещение. Для этого используются люстры, светильники разных типов и конфигураций, а также свет, который отражается от потолка.

Локальное освещение способствует увеличению интенсивности подсветки каждого рабочего места. Оно может быть организовано с помощью настольных ламп, подвесных осветительных приборов или светильников направленного света, установленных на стене или потолке.

Зональное освещение необходимо для визуального выделения определенных зон в офисе. Например, зоны отдыха и релакса. Кроме того, его нередко используют для того, чтобы сделать офисное пространство более стильным или уютным. Для этого с помощью световых решений выделяют дизайнерские элементы или подчеркивают интересные детали. К примеру, модную искусственную траву на стене.

Для освещения офисов и административных зданий используются LED-светильники нескольких видов:

- накладные модели осветительных приборов крепятся к потолку любого типа при помощи монтажных планок;



## Изначально биодинамическое освещение было ничем иным, как просто новаторской идеей.

- подвесные источники света чаще применяют в системах освещения больших помещений. На рынке представлен широкий выбор возможных вариантов. Среди этого разнообразия можно подобрать светотехнику нужного размера и с удобным типом крепления;
- встраиваемые лампы монтируются в подвесной потолок или стену. Для их установки используется скрытая система крепления.

Недавно в продаже появились новые встраиваемые светодиодные светильники с регулируемыми креплениями, которые удобно устанавливать в потолок, и конструкции из гипсокартона с отверстиями разного диаметра.

Новинка стала универсальным решением для компоновки встраиваемого освещения или замены старых источников света более современными моделями. Наличие раздвижных лапок существенно упрощает процесс установки и сокращает время монтажа.

В самой большой модели размер врезного отверстия регулируется в диапазоне от 5 до 21 см. Модельный ряд представлен осветительными приборами квадратной и круглой формы. Продукция представлена на рынке под торговой маркой «Эра».

Светильники выполнены в форме тонких светодиодных панелей белого цвета. За счет лаконичного дизайна они выглядят эстетично как во включенном состоянии, так и в светлое время суток, когда искусственный свет выключен.

Матовый рассеиватель исключает образование бликов, освещение помещения получается ровным и мягким.

### Биодинамическое освещение офисных помещений

Современные офисы совершенно не похожи на те скучные, однотипные залы и безликие кабинеты пятидесятилетней давности, залитые потоками холодного света ртутных ламп.

Сегодня работодатели стараются сделать так, чтобы рабочие места сотрудников были не просто безопасными и удобными, а еще и комфортными. Комфорт стал новой ступенью в эволюции офисов, превратив серые кабинеты в мультифункциональные динамичные пространства.

Понимание базовых принципов влияния света на физиологию и психологическое состояние человека позволило создать новый инструмент, обеспечивающий комфортное пребывание офисных работников на рабочем месте и поддерживающий их работоспособность, – биодинамическое освещение.

Изначально биодинамическое освещение было не чем иным, как просто новаторской идеей. И только спустя какое-то время она трансформировалась в «умную» систему освещения, став частью реальности.

Суть инновационного решения состоит в изменении интенсивности и цветовой температуры в зависимости от времени суток, погоды или сезона. Природная динамика солнечного света воспроизводится с помощью цифровых протоколов связи.

Под действием динамического света, даже пребывая внутри закрытого помещения, люди чувствуют себя так, словно находятся на улице, и солнце изменяет свой цвет, двигаясь по горизонту от восхода до заката.

Спектр свечения светодиодов меняется автоматически. В таких условиях сотрудникам значительно проще работать. Их глаза не устают, поскольку свет вокруг максимально приближен к естественному.

Утро нового трудового дня начинается с холодного синего света, оказывающего стимулирующее воздействие на клетки сетчатки, которые регулируют внутренние биоритмы и телесные функции человека.

Действие синего света помогает телу человека быстрее включиться в рабочий режим: приводит его в состояние повышенной активности, улучшает концентрацию внимания, избавляет от утренней сонливости.

На протяжении дня система уменьшает количество синего света, заменяя его более теплым красным светом. Постепенное усиление красного света в дневное и вечернее время оказывает расслабляющий эффект. В результате организм человека «успокаивается», сбрасывает с себя груз дневных забот и переходит в состояние покоя.

Воздействие более теплого света очень важно. Результаты научных исследований показывают, что синий свет – это основной фактор, подавляющий выработку мелатонина – гормона, вырабатываемого в организме для регуляции дневного цикла сна и бодрствования.

Существует несколько способов реализации системы биодинамического освещения, начиная от автоматизированного мониторинга естественной



освещенности за окном, таймерных программ и заканчивая настройкой системы в зависимости от текущих потребностей людей, находящихся в помещении.

Кроме того, функционал некоторых «умных» систем освещения позволяет программировать цветовую температуру и интенсивность светового потока на каждый день так, чтобы осветительные приборы точно воспроизводили суточное изменение спектра солнечного света в определенном регионе страны.

Чтобы система управления биодинамическим освещением «понимала» свое географическое местоположение и могла выстроить алгоритм изменения цветовой температуры в соответствии с траекторией движения солнца в этом регионе, необходимо при первом подключении задать расположение, а также установить текущую дату и время.

В дальнейшем, в течение дня, работа светильников контролируется в автоматическом режиме, с учетом времени суток. Изменение яркости света и цветовой температуры происходит плавно и практически незаметно для глаз человека.

Существуют две системы управления цветовой температурой освещения:

1. Tunable White предполагает исключительно ручное управление.
2. Human Centric Lighting. Система предназначена для автоматического управления. Однако при этом в нее внедрены функции Tunable White. В случае необходимости такая интеграция позволяет корректировать настройки работы светильников в ручном режиме.

Несмотря на то, что изначально биодинамические системы разрабатывались специально для административно-офисных помещений, коммерческих и производственных предприятий, сегодня они все чаще используются в быту.

А вот в Финляндии решили пойти еще дальше и попытались реализовать эту технологию в системах уличного освещения, чтобы таким образом снизить негативное влияние долгих зимних ночей на настроение местных жителей.

Воплощение замысла в реальность началось с установки 45 уличных фонарей Ignis 2 на одной из дорог Хельсинки. Светильники состоят из двух светодиодных матриц: одна излучает свет цветовой температурой 5000 К, вторая – 3000 К. Плавный переход от одной температуры к другой происходит с помощью программируемой системы управления.

Концепция динамического освещения помещений выглядит привлекательно и весьма перспективно. Насколько она окажется эффективной при использовании на открытых пространствах и удастся ли людям сохранить хорошее настроение в пасмурную погоду, покажет время.

### Магнитная трековая система – тренд в дизайне освещения

Рынок светотехники регулярно пополняется интересными новинками. Это только лишний раз доказывает правдивость русской народной пословицы, утверждающей, что совершенству нет предела.

Многие уже успели по достоинству оценить преимущества светодиодных трековых систем освещения. Специальные осветительные приборы, установленные на шинопроводах, поначалу использовались в музеях и картинных галереях, выставочных и торговых залах. Направленный свет светодиодных светильников помогал привлекать

внимание посетителей к предметам искусства или новинкам сезонной коллекции.

Со временем эту технологию взяли на вооружение дизайнеры домашних интерьеров и помещений ресторанов. Также ей нашлось применение в системах офисно-административного освещения.

Позже трековые системы начали проникать в другие отрасли. Этому способствовали хорошая интенсивность свечения в сочетании с энергоэффективностью, современный дизайн и возможность управления каждым отражателем отдельно.

Вообще же трек-системы открывают широкий простор для дизайнеров, поскольку могут крепиться к стенам и устанавливаться на потолки, могут подвешиваться, встраиваться в потолок, размещаться вертикально или в различных конфигурациях.

Кроме того, они просты по своему устройству и обеспечивают быстрый монтаж, позволяют оперативно заменить светильник или перенести его и установить в другом месте шинопровода.

Использование рельсовой системы дает возможность индивидуально подобрать нужную интенсивность, цвет и направление освещения для подсветки отдельных рабочих мест, зон или дизайнерских элементов помещения.

Функциональность в сочетании с лаконичным изяществом форм не оставила равнодушными любителей минимализма. Энергоэффективные трек-системы стали органичным дополнением интерьеров как в классическом стиле, так и в стилях лофт или хай-тек.

Трековые системы освещения обладают массой положительных качеств и конкурентных преимуществ. Казалось бы, что-то удобнее и совершеннее придумать уже невозможно. Но благодаря развитию светодиодных технологий на рынке появилось альтернативное решение.

Речь идет о магнитных шинопроводах, которые также предназначены для использования в системах освещения помещений разного функционального назначения. И с эстетической, и с технической точки зрения новинка полностью соответствует духу времени. Но обо всем по порядку.

Инновационное светотехническое оборудование состоит из шины, комплектующих и осветительных приборов, которые крепятся к шинопроводу с помощью магнитов.

По форме шины напоминают швеллер или металлический профиль. Но в зависимости от модели трека и компании-производителя конфигурация может быть другой.

Главная особенность конструкции – металлическая полоса (магнитный сер-



## Тренды в светодизайне меняются не так стремительно, как сменяют друг друга модные коллекции известных дизайнеров на мировых подиумах.

дечник), расположенная внутри алюминиевого корпуса. После окончания всех работ по монтажу системы освещения к этой полосе на треке крепятся передвижные светильники со встроенным мощным магнитом.

В отличие от обычной трековой системы у магнитной нет механических узлов для установки осветительных приборов. Светильники устанавливаются в любом месте шинпровода. Их расположение можно быстро и просто изменить, не прибегая к помощи профессионалов, что делает такой вариант освещения необычайно практичным.

При контакте шины с прожектором магниты моментально притягиваются, обеспечивая надежную фиксацию и качественную передачу питания ко всем элементам цепи.

Трек-система питается от электрической сети, к которой подключается с помощью блока питания. Напряжение в шине передается по токопроводящей плате. Его максимальные значения полностью безопасны для здоровья человека. Во время установки плату можно брать руками, при этом не опасаясь поражения током.

Магнитные шинпровода обладают всеми плюсами уже ставших традиционными трековых систем. Разница состоит в наличии магнитной составляющей, которая максимально упрощает процесс монтажа и эксплуатации. Именно этим новинка выгодно отличается от своей предшественницы.

В зависимости от типа монтажа магнитные шинпровода могут быть трех видов:

- Накладные трек-системы крепятся с помощью саморезов непосредственно к стене или потолку;
- Подвесные. Для монтажа шин этого типа необходимо использовать специальные тросы;
- Встраиваемые трековые системы устанавливаются в предварительно подготовленную нишу в стене или потолке.

Для построения длинных или сложных по конфигурации магнитных трековых систем используются шины разной длины, которые соединяются в единую цепь с помощью коннекторов.

Соединительные элементы бывают нескольких видов: внутренние и внешние, прямые и угловые. Разнообразие форм коннекторов позволяет группировать треки с учетом их ширины и типа.

Как правило, выбор осветительных приборов, предназначенных для установки в магнитные трек-системы, зависит от компании-производителя шинпровода. В большинстве случаев светотехнические устройства разных производителей между собой несовместимы.

Все магнитные трековые светильники можно разделить на пять групп:

1. *Линейные.* Осветительные приборы с рассеивающим светом (некоторые специалисты называют такие светодиодные устройства «светящимися полосками») располагаются внутри шинпровода. При включении создают эффект светящихся отрезков. Угол рассеивания светодиодных ламп, под которым световой поток расходится от источника света, составляет 120°. Благодаря этому линейные LED-светильники дают рассеянный свет, который идеально подходит для общего освещения.

2. *Линейные светильники с точечным светом* также устанавливаются внутри

трека. Свет включенных осветительных приборов формирует светящиеся отрезки с эффектным точечным световым акцентом. Акцентный свет линейных светильников направлен строго вниз.

3. *Поворотные светильники с рассеивающим светом* обеспечивают направление рассеянного света в определенное место или зону помещения.

4. *Трековые споты* цилиндрической формы – это универсальное решение на базе светодиодной лампы. Подвижное основание дает возможность поворачивать светильник в разные стороны и таким образом менять направление света.

5. *Подвесные* осветительные приборы подвешиваются над рабочими и биллиардными столами, барными стойками и обеденными зонами с помощью тросов. Подвесные светильники гармонично смотрятся в помещениях с высокими потолками, где нужен яркий свет.

Магнитные трековые системы хорошо сочетаются как с искусственными, так и с натуральными отделочными материалами, которые используются в оформлении интерьеров. Главное – правильно выбрать место, куда будет установлен шинпровод, и источники света с подходящей цветовой температурой.

## Современные технологии в светодизайне интерьеров

Тренды в светодизайне меняются не так стремительно, как сменяют друг друга модные коллекции известных дизайнеров на мировых подиумах. Тем не менее здесь также появляются свежие идеи светового оформления, направления и технологии, которые помогают сделать освещение гибким и функциональным.



В целом все тренды 2022 года можно охарактеризовать как «объемность и технологичность». Объемность предполагает установку осветительных приборов на разных уровнях. Технологичность позволяет менять схемы освещения в зависимости от обстановки, настроения и задач, которые с его помощью необходимо решить.

Дизайн интерьера стремится к индивидуальности, но, как и в любом модном течении, в нем также можно выделить несколько общих трендов светового оформления.

**Легкость форм.** Светодизайн помогает изменять вид помещения в соответствии с выбранным стилем. В прошлое уходят классические решения, базирующиеся на использовании тяжеловесных многослойных люстр.

Основополагающей идеей остается стремление к простым и легким формам. Этим свойством обладают изящные накладные и встраиваемые осветительные приборы в корпусе из современных материалов.

В 2022 году будут востребованы компактные LED-светильники в черно-белой гамме, которые эффектно смотрятся в трековых системах. Простые и лаконичные по форме, они активно вытесняют из современного интерьера богато декорированные модели.

На смену классическим бра приходят подвесные осветительные приборы строгой геометрической формы, выполненные в виде шара, цилиндра или конуса. Такие плафоны становятся гармоничным дополнением интерьера, создавая мягкое освещение и акцентируя свет на отдельных зонах.

Вместе с тем можно ожидать увеличения спроса на компактные светильники в зеленой цветовой гамме. Пандемия и самоизоляция способствовали вос-

становлению связи человека с миром природы. Отсюда появился тренд на биофильные элементы в дизайне интерьера с множеством растений и зеленого цвета.

Институт цвета Pantone *цветом 2022 года* выбрал лавандовый оттенок Very Peri. Но с таким решением согласны не все. Например, Sherwin-Williams, которая специализируется на производстве красок и покрытий, своим цветом года объявила красивый Evergreen Fog (Вечнозеленый туман) – удивительный серо-зеленый тон, который в компании назвали символом возрождения.

С выбором Pantone также не согласен руководитель агентства по изучению потребительского рынка Trendo. mx Густаво Прадо. Он считает, что цвет наступившего года – это «Зеленый кетцаль». По его мнению, именно этот оттенок наиболее точно передает дух времени, напоминает человеку о роскоши и желании наслаждаться жизнью после двух лет затяжного кризиса.

Поэтому зеленый светильник в интерьере будет вполне соответствовать современным трендам.

**Объемное многослойное освещение,** размещенное на нескольких уровнях, позволяет добиться наибольшей освещенности там, где это необходимо. С помощью многоуровневого освещения любое пространство становится более функциональным.

Не секрет, что использование только одного осветительного прибора для освещения даже небольшого помещения создает несбалансированную подсветку. Если источник света расположен в центре помещения, книжные шкафы, полки и другие предметы интерьера хорошо освещаются сверху, а под всеми этими поверхностями и по

сторонам ложатся тени и обнаруживаются плохо освещенные участки.

Современные светодиодные технологии позволяют реализовать множество функциональных и практических решений с использованием нескольких источников света. Главное все грамотно продумать и разместить их таким образом, чтобы затененные области были не изъяном, а выступали в роли инструмента зонирования пространства.

Многослойный световой сценарий создается за счет потолочных светильников, бокового и дополнительного освещения. Светодизайнеры рекомендуют чаще использовать подсветку для картин, арок, ниш, дверных проемов и выделять светом декоративные элементы интерьера. Это позволяет сохранить трехмерное пространство комнаты и подчеркнуть его глубину.

Актуальной остается маломощная подсветка на уровне пола. Поскольку свет встроенных в пол светильников направлен снизу вверх, он не должен вызывать у человека чувство дискомфорта. Это особенно актуально для организации освещения таких травмоопасных участков, как ступени и лестничные пролеты.

Цель встроенной в пол подсветки – визуально расширить помещение, обозначить границы и задать направление движения, но ни в коем случае не выполнять функцию полноценного источника света. Для этого вполне достаточно светодиодной ленты или маломощных светильников с рассеивателями.

Кроме того, внимания заслуживает подсветка гардеробных, книжных полок и шкафов – мест, где до недавнего времени источники света устанавливались крайне редко, но, как показывает практика, это невероятно практично.

Отдельно хотелось бы выделить тренд на комбинирование светильников разных видов, форм, типов и цветовой температуры. В дополнение к функциональным осветительным приборам светодизайнеры рекомендуют устанавливать элементы декоративной подсветки. Например, LED-проектор «Звездное небо» эффектно смотрится в помещениях с натяжными потолками. Вращающийся ночник вносит в общую атмосферу нотку легкости и умиротворения.

**Использование скрытого освещения.** В последнее время становится очень модно использовать скрытое светодиодное освещение. В большинстве случаев такой вариант светового оформления размещают на разноуровневом потоке, шкафах, вдоль окон, стеллажей и полок.

Источники света линейной формы, интегрированные в основной потолок, стали новой разновидностью освети-



тельных приборов. Световые линии преобразуют обычный потолок и зонировуют помещение. Они выглядят стильно и современно.

В свете линейных светильников интерьер становится более динамичным и привлекательным. Такая подсветка приятна для визуального восприятия и позволяет не загромождать потолочное пространство массивными люстрами.

Световые полосы становятся гармоничным дополнением любых помещений. Они часто используются для освещения длинных и узких комнат, где необходимо равномерное распределение светового потока. Свет на таком потолке получается мягкий, рассеянный и комфортный для глаз.

Линейные светильники все чаще устанавливаются в конференц-залах и студиях. Также их используют для освещения жилых помещений, где кухня совмещена с гостиной. При этом они хорошо сочетаются с любым интерьером, независимо от стиля, в котором он выполнен.

Встраиваемые линейные светотехнические устройства монтируются на любые потолочные покрытия, включая подвесные, натяжные, реечные и кассетные потолки. Всей своей формой они словно растворяются в потолке, оставив за собой только одну функцию – освещение. Это высший уровень функциональности освещения.

Здесь же стоит отметить новый тренд в мире дизайна интерьера – «парящие потолки», которые стали самостоятельной частью декора. Такое название потолочная конструкция получила благодаря визуальному ощущению воздушности.

Парящий эффект создается за счет способа крепления материалов на определенном расстоянии от потолка и стен. Скрытые от глаз источники света (например, встроенная светодиодная лента) довершают конструкцию и помогают достичь нужного эффекта. Рассеянное освещение, струящееся под определенным углом на стены, создает ощущение свободного парения конструкции.

Эффект воздушности можно создать и более экономичным способом. Для этого подсветку устанавливают в потолочные карнизы.

В современном дизайне интерьеров все чаще используются светильники, которые обладают способностью изменять цвет светового излучения. Они создают необычные световые картины с эффектом мерцания.

Как правило, таким образом организуют не основное, а дополнительное освещение, которое выполняет функцию фоновой подсветки. Скрытые источники света мягко освещают помещение, благодаря чему в нем становится уютнее.

**Светодиодные натяжные потолки.** Модные тенденции в мире светодизайна уделяют больше внимания качеству освещения, в то время как обложка светильника постепенно отходит на второй план.

Современные световые решения чаще всего стремятся слиться с потолком, привлекая как можно меньше внимания к форме осветительного устройства. Даже трековые системы начали встраиваться в потолочные конструкции. При этом осветительные приборы утратили свои границы, но сохранили динамичность.

Еще одна модная тенденция – световой натяжной потолок. По сути, это светильник на базе LED-лент, который в выключенном состоянии выглядит как обычный белый потолок. При включении вся его поверхность светится равномерно.

Чаще всего интенсивность и цветовую температуру света можно регулировать. Управлять освещением можно в автоматическом режиме, а также при помощи регулятора, пульта дистанционного управления или смартфона.

Натяжные световые потолки отличаются по форме и размерам, могут быть однотонными или с нанесенным на их поверхность рисунком, занимать всю площадь помещения или комбинироваться с другими потолочными материалами.

С полностью светящимся потолком в комнате становится светло, как в дневное время на улице в хорошую погоду. Конструкции с полупрозрачным полотном могут заменить основное освещение.

**Мобильные светильники.** Стремление к практичности светодизайнерских решений и упрощению быта способствовало появлению на рынке подвижных светильников, которые могут ме-

нять местоположение и угол светового потока.

Необычные линейные светильники крепятся к стене с помощью основания цилиндрической формы и поворачиваются на 355°.

Они используются для организации локального освещения стен и лестничных пролетов. Эффектно смотрятся в качестве интерьерной или архитектурной подсветки внутри помещений. Могут выступать в роли самостоятельного акцентного светильника.

При выборе осветительного прибора эксперты рекомендуют обратить внимание на его длину. Важно, чтобы она была пропорциональна размерам помещения и крупной мебели.

**Люстры.** Сегодня в тренде минимализм. Большинство световых дизайнеров предлагают светильники простых геометрических форм. В современном интерьере гармонично будет смотреться люстра, выполненная в виде закрученной спирали с подвесками, которые постепенно уменьшаются по длине. Еще оригинальнее выглядят модели, дополненные зеркалами. Также будут пользоваться популярностью бра с плафонами простых геометрических или природных форм, которые идеально дополняют минималистичный интерьер.

Развитие светодиодных технологий позволяет создавать новые осветительные приборы, более совершенные по своему устройству и конструктивному решению. Они создаются с учетом новейших веяний в сфере светодизайна, выглядят стильно и современно, но при этом становятся более функциональными. С их помощью можно реализовать любой световой сценарий, что делает интерьер любого помещения оригинальным и в то же время комфортным.



# Светотехнические решения для розницы

Елена Мартынова

Для владельца розничного магазина грамотное светодиодное освещение – это не только возможность сэкономить значительные средства, но еще и инструмент, с помощью которого можно создать в торговом зале правильную атмосферу и увеличить продажи.

При проектировании освещения для розничного магазина важно понимать, как воздействует свет на покупателя и его поведение, и уже с учетом этих знаний выбирать светотехнические решения.

## Особенности освещения торговых залов

Торговое освещение – это один из ключевых моментов, который позволяет покупателям чувствовать себя в торговом зале так, словно они находятся дома. И чем в более удобных условиях происходит процесс покупок, тем чаще покупатель будет стремиться посещать магазин, в котором ему по-настоящему комфортно.

Чтобы обеспечивать комфорт и приятное времяпрепровождение каждому посетителю, в магазине все должно быть на высоком уровне. Но самое главное – подать все это в правильном свете.

Вдохновленное светом настроение формируется за счет сочетания двух элементов – осветительных приборов и ламп – различными способами. Способ комбинирования зависит от потребностей торговой точки в освещении. Практика показывает, что ритейлеры чаще всего используют комбинацию из

четырёх технологий подсветки торгового пространства.

**Основное (окружающее) освещение.** Это основной источник света. С его помощью заполняются все промежутки между зонами направленного освещения, которое используется для того, чтобы подчеркнуть витрины, прилавки и полки. Общее освещение призвано создавать у посетителей ощущение комфорта и обеспечивать достаточное количество света, чтобы они могли безопасно пройти по всем отделам магазина.

**Акцентное освещение** используется для выделения светом определенных областей, элементов декора или товаров, требующих повышенного внимания. Чтобы подать все зоны правильно и вкусно, устанавливаются прожекторы или светильники направленного света.

Этот тип подсветки необходим для того, чтобы увеличить популярность товара и добавить ему важности. Акцентное освещение призвано «заставить» какое-то изделие выделяться среди других.

Как правило, это универсальное решение для любого выставочного пространства, которое нужно украсить, подчеркнуть или выделить на фоне рассеянного света магазина.

При этом осветительные приборы стараются расположить так, чтобы свет падал непосредственно туда, где он необходим (например, на стеллаж) и не освещал пол в проходе.

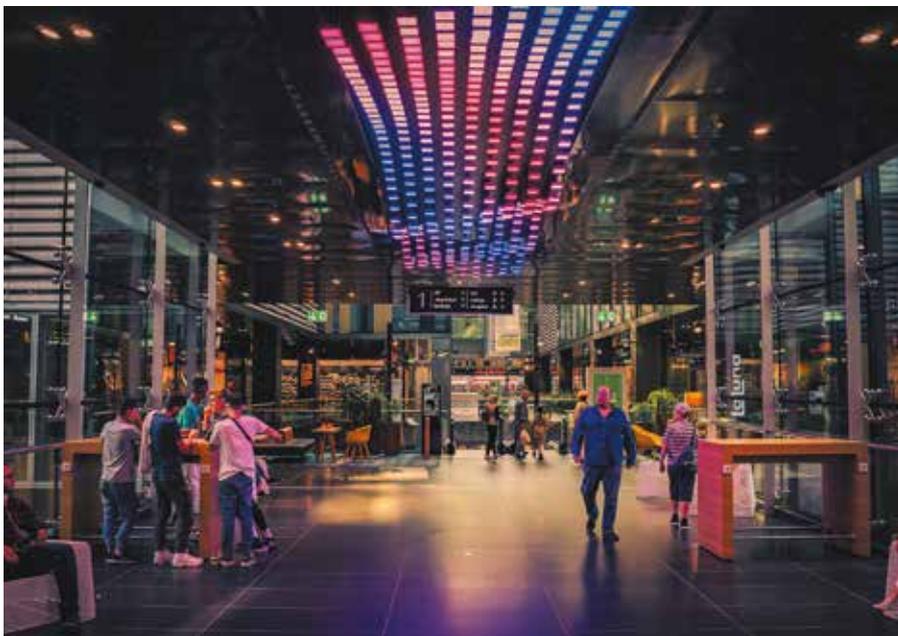
С помощью светильников направленного света подсвечивают товары на полках, стендах и манекенах. Кроме того, в свете акцентных светильников эффектно смотрятся, например, новинки сезона, выставленные в нишах, окнах и витринах магазина.

Игра света и тени – проверенное светотехническое решение для привлечения внимания прохожих к витрине. Оно позволяет создать 3D-эффект, подсвечивая как внешнюю часть витрины, так и демонстрационные стенды, и манекены.

Проходя мимо правильно подсвеченной витрины, человек непременно обратит на нее внимание. Следовательно, цель № 1 – привлечение – на этом этапе уже достигнута. Часто менять экспозицию витрины помогает гибкая в применении рейлинговая система. Она обеспечивает быстрое перемещение светильников и их замену.

Есть еще один оригинальный способ, который используется для привлечения внимания к товару. Светодизайнеры рекомендуют применять разные типы освещения для акцентирования внимания на определенных характеристиках товара.

Например, ритейлеру важно, чтобы покупатель обратил внимание на фактуру ткани, оценил глубину цвета, заметил необычный орнамент или мог в деталях рассмотреть интересную деталь кроя. В этом случае на выручку приходит акцентное освещение. За счет игры света и тени выделяется то, что необходимо подчеркнуть.



## С развитием LED-технологий ритейлеры стали активно

### переходить на светодиодное освещение.

Для создания эффекта глубины, чтобы привлечь внимание покупателей, например, к модным новинкам сезона, эксперты предлагают организовать дополнительное акцентное освещение, дающее тяжелые тени.

Для этого необходимо уменьшить общий уровень освещенности вокруг выбранных товаров и установить светильники направленного света так, чтобы посетитель сразу же пришел в восторг от увиденного, отметил для себя глубину атмосферы и захотел совершить покупку.

В некоторых случаях акцентное освещение устанавливают внутри витрин или за дисплеями для того, чтобы привлечь внимание посетителей магазина к не самым популярным зонам торгового зала.

Использование различных систем с оптикой и технологией отраженного света открывает большие возможности для управления светом в торговых пространствах.

**Рабочее освещение** – это сфокусированный свет, который используется для дополнительной подсветки зон, где для выполнения определенных задач необходимо больше света. Это могут быть стойки кассового обслуживания, примерочные, информационные и справочные службы и т. д.

Примерочные – это боль многих покупателей. Случается, что ритейлеры не уделяют должного внимания освещению кабинок, где можно примерить понравившуюся вещь.

Такие примерочные могут освещаться одним светильником, установленным на потолке, или в качестве подсветки задействуется часть осветительного оборудования зала.

Недостаток света в кабинке приводит к тому, что покупатель или не может рассмотреть себя в зеркале из-за глубоких теней, или видит свое отражение в искаженном ракурсе.

**Декоративное освещение.** Здесь название говорит само за себя. Декоративная подсветка призвана привнести элемент привлекательности в общую схему освещения магазина.

Скульптурный плафон, набор подвесных светильников или выполнен-

ная в футуристическом дизайне люстра не столько выполняют роль функционального освещения, сколько делают интерьер торгового зала более привлекательным и оригинальным.

Благодаря таким световым решениям покупатели выделяют магазин среди

других, обращают на него внимание, запоминают и хотят вернуться сюда снова.

На этапе планирования освещения для розничного магазина важно найти правильный баланс между этими четырьмя типами освещения.

## Оптимальная светотехника для ритейла

С развитием LED-технологий ритейлеры стали активно переходить на светодиодное освещение. От своих предшественников источники света на светоизлучающих диодах отличаются разнообразием параметров света, безопасностью, долговечностью и энергоэффективностью.

В сфере розничных продаж используются осветительные приборы нескольких типов.



**Купольные.** Это подвесные светильники, предназначенные для организации общего освещения с креплением на подвес. Могут быть выполнены в форме блина или колокола, напоминающего стандартное ламповое светотехническое устройство. Применяются в торговых залах с потолками выше трех метров.

**Линейные.** Осветительным приборам этого типа свойственна строгость геометрических форм. Они идеально подходят для организации освещения как небольших магазинов, так и крупных супермаркетов, ТРЦ.

В зависимости от особенностей конструкции линейные светильники устанавливаются на потолке, стенах и подвешиваются на тросы любой длины.

Могут быть оснащены рассеивателями разных видов. Осветительные устройства со стандартным опаловым

**Для оформления витрин применяются приборы с рассеивателями типа Batwing, которые разделяют лучи света на две стороны.**

рассеивателем используются для обустройства основного освещения.

Для оформления витрин применяются приборы с рассеивателями типа Batwing, которые разделяют лучи света на две стороны. При необходимости направления светового потока вправо или влево устанавливаются светильники с рассеивателем Wallwash.

**Магистральные** – разновидность линейного освещения, в котором отдельные элементы смонтированы в единую цепочку любой конфигурации за счет торцевого соединения. Обеспечивают равномерное общее освещение в торговых залах большой площади, качественную цветопередачу, отсутствие эффекта «ослепления» или затененных зон в поле зрения персонала и посетителей.

**Трековые** – это мобильная светотехника, монтируемая на шинопроводах. Треки могут устанавливаться на поверхностях любого типа, что позволяет создавать гибкие, функциональные светотехнические решения для акцентного освещения товара.

**Светодиодные растровые.** Это серия накладных или встраиваемых потолочных LED-панелей, которые пришли на замену люминесцентным светильникам с белыми или отполированными до зеркального блеска решетками-светотражателями.

С помощью специальных клипс встраиваемые модели легко монтируются в гипсокартонные потолки или потолки типа «Армстронг» с размером ячейки 600 x 600 мм. При грамотном использовании создают равномерное, не слепящее освещение.

Кроме того, на рынке представлены светодиодные панели другого типоразмера – 1200 x 300 мм. Это позволяет формировать световые потолки разных конфигураций.

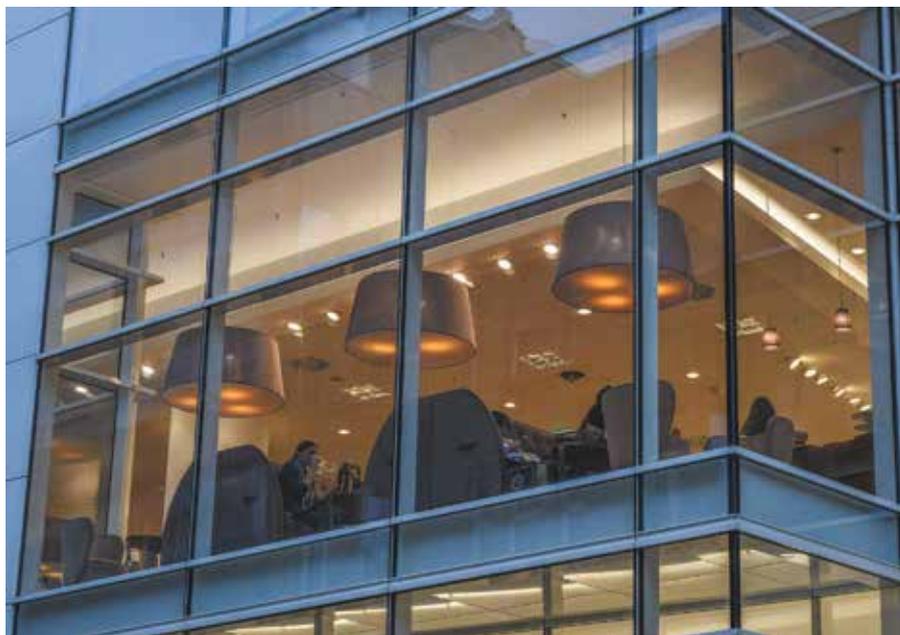
**Точечные** приборы направленного света. Для использования в сфере ритейла чаще выбирают осветительные устройства со сменным LED-модулем, которыми можно управлять (диммировать и настраивать яркость).

Точечные светильники отличаются по внешнему виду. Они могут быть металлическими или гипсовыми (под покраску).

Кроме того, споты отличаются по конструкции и по назначению.

**Встроенные статические светильники** – это самые востребованные источники света. Используются как для общего освещения, так и для организации локальной подсветки, а также для расстановки световых акцентов.

Неповоротные модели бывают двух типов. В осветительных приборах типа



downlight источник света расположен низко, что обеспечивает широкое светораспределение.

В статичных спотах типа darklight источник света усажен в корпус глубже. Его не видно при взгляде со стороны. Особенность конструкции осветительного прибора обеспечивает концентрированное распределение светового потока.

*Встроенные поворотные точечные светильники* оснащены специальным механизмом, с помощью которого можно изменить направление светового потока в зависимости от светового сценария освещения. Используются для подсветки торговых залов, где происходят частые смены экспозиции.

*Карданные модели спотов* дополнены монтажной панелью, необходимой при установке светильника на хрупкую поверхность.

## Температура высоких продаж

Современные световые технологии позволяют не просто выделить товар среди прочих. Также они работают на создание положительного имиджа: с помощью освещения можно влиять на визуальную привлекательность продуктов, подавать в выгодном свете абсолютно все: от цвета одежды и автомобиля до продуктов и предметов интерьера.

Поэтому при планировании системы освещения торгового пространства важно принимать во внимание цветовую температуру. Это одна из важнейших характеристик светильников, которая определяет «оттенок» света, излучаемого источником. И именно она помогает управлять выбором покупателя.

**Освещение продуктовых магазинов.** Не секрет, что самые посещаемые магазины – продуктовые. И чтобы клиенты стали постоянными покупателями, ритейлеру необходимо позаботиться о качественном освещении продуктов. Ведь именно правильный свет способен подчеркнуть лучшее в товаре, заставляя покупателей останавливаться у витрин.

85% потребителей при выборе продуктов питания прежде всего оценивают их внешний вид. Поэтому при обустройстве подсветки для разных торговых зон необходимо учитывать их специфику. Например, в овощном отделе свет должен подчеркивать всю цветовую гамму представленного товара, создавать ощущение того, что все это буквально пару часов назад собрали с грядки.

*Овощи и фрукты.* Большинство свежих овощей и фруктов естественно выглядят в нейтрально-белом свете (3000–3500 К). Также стоит учитывать, что такая продукция быстро теряет привлекательный внешний вид и портится при перегревании. Поэтому для освещения плодоовощ-

ных секций подойдут подвесные LED-светильники с малой мощностью.

Кроме того, для сохранения свежести чувствительных к свету овощей и зелени (например, салат, шпинат и картофель) необходимо защитить их от воздействия основного освещения.

Следует сделать важный выбор и определить, как наиболее эффективно включить зону выкладки свежих продуктов в общую схему освещения торгового зала: все же выбрать атмосферу с нейтральной цветовой палитрой или добавить в подсветку нотки теплоты и мягкости.

По мнению специалистов, для максимально эффективного выделения плодоовощной секции подходит освещение, которое сочетает в себе свежесть с переходными оттенками и мягкую теплоту. Такое светотехническое решение идеально при условии, что оно

не противоречит общему световому оформлению торговой точки.

*Морепродукты.* Для подсветки витрин с мороженой рыбой и другими морепродуктами эксперты рекомендуют использовать холодный белый свет (4500–6500 К), который выгодно подчеркивает свежесть, чистоту, блеск и цвет товара.

Чтобы морепродукты смотрелись естественно, привлекали внимание покупателя и вызвали желание совершить покупку, необходимо использовать светодиодные источники света, способные создавать различные тона и полутона.

При неправильном световом оформлении продукция рыбного отдела будет выглядеть непривлекательно, и это негативно отразится на продажах. Хорошим решением станет установка светильников на шинопроводе с цветовой температурой до 6500 К и высоким индексом цветопередачи.



Особого внимания требует организация освещения охлажденной рыбы, которая выставляется в витринах во льду. Подсветка может сыграть свою положительную роль, если использовать целенаправленный световой поток, подчеркивающий блеск ледяных гранул. С помощью светильников акцентного освещения создается впечатление, что рыба только что выгружена с палубы рыболовецкого судна.

В то же время следует внести коррективы в концепцию освещения рыбного отдела, если там установлены большие витрины с деликатесными морепродуктами (например, красные и коричневые сорта рыбы, креветки). Использование источников света теплого спектра позволяет подчеркнуть розовый оттенок продуктов. В теплом свете лосось и тунец выглядят настолько аппетитно, что их непременно захочется купить.

**Хлебобулочные изделия.** На полке магазина хлеб, свежая выпечка и кондитерские изделия должны иметь золотистый оттенок. Чтобы сделать их более аппетитными, подчеркнуть хрустящую корочку, витрину освещают с помощью светодиодных ламп, которые светят теплым желтым светом (2800–3200 К).

Если светильники выбраны неправильно, они могут подсвечивать хлебобулочные изделия светом с холодным спектром. В результате даже свежайший хлеб приобретает голубой, сиреневый, а в некоторых случаях зеленоватый оттенок. Это выглядит неестественно и совершенно неаппетитно.

В то же время освещение полок со свежим хлебом не предъявляет жестких требований к распределению светового пучка и его интенсивности. Выпечка и кондитерские изделия не нуждаются в

сильной акцентной подсветке (за исключением случаев, когда продукция продается в торговых пассажах). Главное, чтобы теплый желтый свет и характеристики светового пучка гармонично сочетались с общей концепцией освещения магазина.

**Мясной отдел.** Для подсветки мяса, мясной продукции и колбасных изделий идеальным решением будет использование **трековых светильников** с розовым спектром свечения (маркируются словом PINK), подчеркивающим красные и розовые тона (3000–4000 К). Это позволит продемонстрировать продукт в наилучшем свете, подчеркнет его свежесть.

В холодном синем свете любой мясной деликатес выглядит неаппетитным. Его поверхность приобретает зеленый или голубоватый оттенок, что вызывает сомнения в качестве продукта.

**Алкогольная продукция** вообще не выносит теплового воздействия. При нагревании меняются как цвет, так и вкусовые качества товара. Поэтому для освещения полок с алкоголем идеально подходят светодиодные светильники с малой мощностью, которые практически не выделяют тепла.

**Освещение витрин с сыром.** Твердый сыр – это и самостоятельный продукт, и один из популярных ингредиентов многих блюд. Его цвет варьируется от белого до оранжевого. А поскольку большинство производителей выпускают сыр желтых оттенков, покупатели хотят видеть его именно таким.

Качественный сыр, изготовленный из натуральных продуктов, – это деликатес, чувствительный к воздействию высокой температуры. Свежесть и привлекательность товара позволяет сохранить равномерно распределенное освещение источниками света, не выделяющими тепла.

Даже самые изысканные сорта сыра будут выглядеть для покупателя более привлекательно при освещении светильниками теплого света. Вместе с тем в тех торговых зонах, где желтый сыр не продается, важно подчеркнуть правильным холодным светом белую поверхность продукта.

**Молочная продукция.** В отделах с молочной продукцией преобладает товар в упаковках белого цвета. Поэтому наиболее подходящим вариантом освещения будут светильники с мощным свечением белого цвета (6000 К). Теплая цветовая гамма в этих отделах неуместна. На практике чаще всего используются трековые системы.

Некоторые ритейлеры для подсветки продуктов используют светильники основного света нейтральной температуры, а для коррекции неестественных оттенков товара применяют светофильтры.

Светофильтры помогают продемонстрировать пищевые продукты в



наиболее выигрышном свете. Однако под их воздействием в один оттенок перекрашивается абсолютно все, на что направлен световой поток осветительного прибора.

Например, в витрине с мясом красными становятся даже ценники. Внимательный потребитель может подумать, что его обманывают, пытаясь красиво подать залежавшийся товар, и в таком отделе ничего покупать не станет.

**Освещение автосалонов и магазинов автотранспортной техники** выполняется с учетом требований нормативно-методических документов и цветов корпоративного стиля, которые выступают в роли яркого идентификатора компании. При этом обязательно следует учитывать количество зон в помещении и функциональное назначение каждой из них.

Клиентская зона – это своеобразная визитная карточка автосалона. Здесь размещены стойки ресепшн, рабочие места мастеров-приемщиков и зал ожидания. Эта часть салона подсвечивается по принципам освещения офисов. В технических помещениях, как правило, используется функциональный промышленный свет.

Самые высокие требования предъявляются к системе освещения демонстрационного зала – главной зоны автосалона. С целью создания комфортной обстановки для посетителей и эффектной подсветки авто в шоуруме используется сложная комбинация из светильников основного (общего) и акцентного освещения.

Осветительные приборы общего освещения создают фон для экспозиции и способствуют формированию комфортной атмосферы в зале. Они устанавливаются в соответствии со стандартами, которые применяются к освещению торговых объектов. Ключевые требования – комфорт для глаз, равномерное распределение света, мягкое рассеивание, отсутствие бликов и эффекта светового ослепления.

Рекомендованный уровень освещенности для шоурума составляет 500–1000 лк. По российским стандартам этот показатель на уровне 1 метра от пола равен 450–500 лк, по европейским – 500–750 лк. Потоки света, направленные на автомобили, должны обеспечивать освещенность на уровне 1500–2000 лк.

Для организации общего освещения в выставочном зале автосалона используются подвесные осветительные приборы с металлическими или прозрачными рефлекторами. Светильники устанавливаются по всей площади потолка с учетом его высоты и особенностей конфигурации.

Правильно организованное акцентное освещение дает возможность привлечь внимание потенциальных клиен-

тов к отдельным образцам экспозиции, подчеркнуть интересные детали или эксклюзивность модели, пробудить интерес и мотивировать подойти ближе, чтобы рассмотреть представленные образцы.

Акцентное освещение должно быть ярким, с высокой цветопередачей и направлять поток света именно в ту точку зала, где оно действительно необходимо. В соответствии с отечественными стандартами интенсивность такой подсветки должна соответствовать значению 750 лк. Европейские нормы превышают этот показатель в два-шесть раз.

Для создания акцентной подсветки эксперты рекомендуют использовать трековые системы, поворотные светильники направленного света, встраиваемые модели и источники света с креплением на лире.

Чтобы минимизировать вероятность возникновения слепящих бликов при попадании света на глянцевую, отполированную до зеркального блеска поверхность автомобиля, применяются специальные решетки, защитные бленды, фильтры и отражатели.

На этапе подбора осветительных приборов для освещения демонстрационного зала автосалона необходимо обращать внимание на характеристики светового потока.

Важную роль для подачи автомобилей в правильном свете играет цветопередача. Именно от нее зависит реалистичность визуального восприятия цвета кузова и салона авто. Минимальный коэффициент цветопередачи светильников должен быть не менее 85 Ra.

Кроме того, важен показатель цветовой температуры источника света. Для



организации общего освещения следует использовать лампы с лучами нейтрального спектра (3500–5000 К).

Для создания акцентной подсветки светильники подбираются с учетом цветовой гаммы представленных в зале автомобилей. Модели с кузовом, окрашенным в теплые цвета, подсвечивают светом с цветовой температурой 2700–3200 К. Для машин в холодных оттенках – 5000–7000 К.

**Освещение магазинов косметики и парфюмерии.** Выгодно презентовать косметическую продукцию позволяет грамотное сочетание общего, акцентного и декоративного освещения.

Для организации общего освещения идеально подходят встроенные или накладные осветительные приборы с рассеивателями различного типа. Светильники следует располагать таким образом, чтобы они не отражались в

зеркальных и глянцевых поверхностях, а также не создавали ослепляющих бликов.

В парфюмерно-косметических отделах света должно быть много. Но при этом он должен быть мягким, комфортным и обеспечивать достаточный уровень освещенности, чтобы покупатели могли без труда прочитать состав косметических средств и рекомендации по их применению.

Для акцентной подсветки эксперты рекомендуют использовать трековые поворотные системы. Это позволяет настроить нужную световую картину и препятствует возникновению отраженной блескости.

Одна из особенностей таких магазинов – обилие товаров небольшого размера. Для подсветки витрин с мелкой продукцией необходимо использовать точечные светильники и лампы, предна-

значенные для организации акцентированного освещения.

При тестировании косметической продукции и во время нанесения макияжа решающее значение приобретает цветопередача. Поэтому витрины и стойки с рабочим местом визажиста освещаются белым светом, максимально приближенным к естественному. Это обеспечивает идеальную точность отображения реальных оттенков декоративной косметики.

Для оформления фасада магазина, входа и прикассовой зоны можно использовать оригинальные цветосветовые решения. В этом случае точность цветопередачи не имеет значения, поскольку в таких местах свет выполняет лишь функцию декора. Яркая цветная подсветка смотрится привлекательно, положительно влияет на настроение прохожих и посетителей магазина.

**Освещение ювелирных магазинов.**

Ювелирные украшения относятся к категории товаров эпизодического спроса. В большинстве случаев покупка украшений тесно связана с эмоциями. Это может быть, например, какое-то радостное событие, подарок в честь знаменательной даты, предложение руки и сердца...

Прежде чем купить драгоценность, человеку важно увидеть ее в реальности. Полюбоваться тем, как свет проникает в центр камня и переливается в его гранях. Сравнить понравившееся украшение с другими моделями и только после этого сделать окончательный выбор.

Психология покупателя необычайно сложна и зависит от множества факторов. На некоторые из них повлиять невозможно. А вот некоторые нюансы нужно учесть. Во всяком случае те, на которые можно воздействовать извне.

Освещение ювелирных магазинов – одна из наиболее сложных задач при оформлении торговых пространств. Здесь ничего не должно отвлекать покупателя от главного – витрин с украшениями. Выбор может длиться долго, поэтому очень важно создать клиентам комфортные условия.

Общее освещение должно быть теплым и мягким, не вызывающим напряжения. Кроме того, его следует сделать менее ярким, чем подсветка витрин. Посетители в первую очередь обращают внимание на то, что освещено лучше. Поэтому при одинаковой интенсивности света витрины будут смотреться блекло.

Второй важный момент – цветовая температура освещения. Она определяет цветовую тональность освещаемого пространства и зависит от того, к чему именно нужно привлечь внимание:

- Серебро привлекательно выглядит в холодном белом свете (6000–7000 К);
- Для освещения платины нужен мягкий свет;



## Максимальную гибкость световых решений способны

## обеспечить трек-системы, закрепленные на потолке.

- Желтое золото раскрывает всю свою глубину цвета в теплом свете – спектре, значительную часть которого составляет излучение инфракрасного диапазона (до 3500 К);
- Бриллианты «играют», сияют и блестят в ярком белом свете (4000–4200 К);
- Камни «любят» теплый белый свет с цветовой температурой 3000 К.

Кроме того, необходимо помнить о так называемом александритовом эффекте. Его суть состоит в смене окраски камня в зависимости от свойств внешнего потока света. Например, сапфир, турмалин и черный бриллиант необычайно красивы при дневном освещении. В то время как изумруд, рубин и бриллиант «играют» только в лучах электрических ламп.

В ювелирных магазинах используется минимум два типа освещения: окружающее и акцентное. Для организации общего освещения идеально подходят трековые системы с поворотными светильниками. Для центральной и акцентирующей подсветки специалисты рекомендуют использовать споты.

При подсветке светодиодными источниками ювелирные изделия становятся более яркими и сияющими. Грани камней сверкают и переливаются, демонстрируя тонкую работу ювелиров. Поэтому для освещения витрин с драгоценностями нередко используют LED-ленты. Светотехнические устройства не видны покупателю, но их свет позволяет презентовать украшения так, чтобы никто не остался равнодушным.

Одним из наиболее важных элементов зонирования магазина является эффективная подсветка места примерки украшений. Именно здесь посетитель принимает окончательное решение о покупке. Поэтому правильное освещение этой зоны призвано максимально полно раскрыть все особенности изделия, подчеркнуть его красоту и качество.

С этой задачей эффективно справляется естественный свет. Однако сложно найти продавца, который разрешит покупателю выйти из магазина с

неоплаченным товаром. Следовательно, необходимо создать специальные условия освещения в помещении.

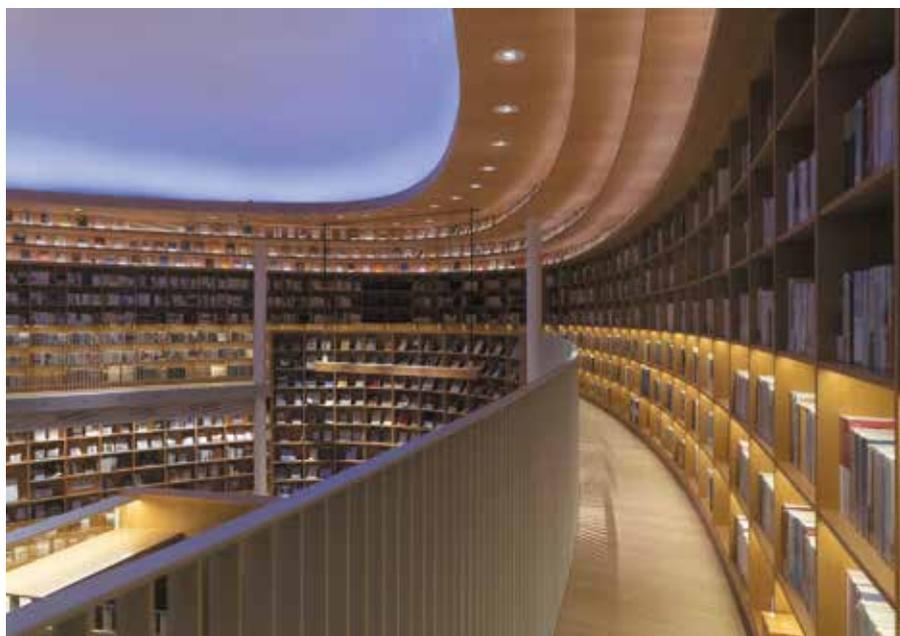
Для этого можно использовать осветительные приборы средней мощности в цвет потолка, которые дают узкий световой луч. С их помощью около зер-

кал создается нужный вау-эффект без ослепления глаз покупателя.

**Освещение магазинов бытовой техники.** Как правило, все крупные супермаркеты, специализирующиеся на реализации бытовых приборов, занимают достаточно внушительную площадь, и для ее освещения задействуется огромное количество светильников.

Кроме того, большая площадь требует гибкости осветительных конструкций. Ведь не исключено, что в будущем схема выкладки товара может измениться. А поскольку ассортимент бытовой техники огромен, товары отличаются по расцветке и габаритам, поэтому и подсвечивать их необходимо по-разному.

Максимальную гибкость световых решений способны обеспечить трек-системы, закрепленные на потолке. Кроме того, для организации общего верхнего



освещения могут быть использованы световые панели, подвесные, накладные и магистральные светильники.

Осветительная концепция таких магазинов предполагает установку ламп с цветовой температурой 4200–6400 К. Причем для кухонной техники больше подойдут светотехнические устройства с оттенком свечения в холодной части спектра, а для подсветки электроники – нейтральный дневной свет.

В магазины бытовой техники приходят покупатели, ориентированные на товар. Они знают, что им нужно, и планируют пользоваться техникой не один год. Для них важно детально рассмотреть представленные образцы, поэтому смысла в изысканном декоративном освещении нет.

Максимально эффективным светотехническим решением эксперты называют организацию общего равно-

мерного освещения с акцентами на акционных товарах, новинках и специальных предложениях.

## Правильное освещение магазина одежды

Освещение бутиков – это целое искусство. Эксперты компаний Zumtobel и Gruppe Nymphenburg Consult провели ряд исследований и пришли к выводу, что удачное освещение в магазине одежды усиливает эмоциональное восприятие и может увеличить продажи на 12%.

Для современного человека важную роль играет не только соответствие одежды погодным условиям и сезону, но еще и привлекательность представленных на витрине моделей.

И здесь важную роль играет не только уровень освещенности, но и подача

света. Необычный световой дизайн привлечет внимание, а правильная акцентная подсветка, фокусирующая внимание на предлагаемых товарах, конвертирует посетителей в покупателей.

Самый простой способ привлечь внимание прохожих – это яркое освещение и оригинальное световое решение. Правда, все хорошо в меру.

Успех при организации правильного освещения бутиков зависит от множества факторов, которые следует учитывать: месторасположение магазина, особенности планировки помещения, зонирование, используемое торговое оборудование, формат одежды, целевая аудитория и т. п.

Например, яркий свет и преобладание оранжевого цвета в оформлении интерьера ассоциируется у потребителей с магазинами низкого ценового сегмента. В то время как мягкий, приглушенный свет и использование синезеленых тонов воспринимаются более статусно.

Кроме того, правильное освещение учитывает возраст аудитории. Молодежь и люди, ведущие активный образ жизни, отдают предпочтение яркому насыщенному свету. Покупатели среднего возраста более комфортно ощущают себя в торговых залах с теплым освещением.

В магазинах одежды решение о покупке, как правило, принимается в примерочной. Поэтому в таких помещениях будет неуместным использование мощного потока света, направленного сверху.

Ритейлерам следует отдать предпочтение светильникам с рассеянным светом, которые обеспечивают мягкий моделирующий эффект. При таком освещении и сам покупатель, и выбранные им модели одежды будут выглядеть лучше.

Когда решение о покупке уже принято, важен процесс ее оплаты. Долгое стояние в очереди на кассу, оплата покупки – не самый любимый момент шопинга для большинства людей.

Поэтому прикассовая зона должна быть красиво освещена. Также в ней необходимо установить стеллажи с интересными аксессуарами, которые будут стимулировать импульсивных покупателей совершать незапланированные покупки.

О светотехнике для ритейла можно говорить бесконечно. Ведь грамотно спроектированное освещение торгового зала, кроме своего функционального назначения, играет ключевую роль в продажах: привлекает внимание покупателей, обеспечивает максимально выгодную подачу товара и формирует имидж компании. Но технологии не стоят на месте, они постоянно совершенствуются, открывая новые возможности для эффективных светотехнических решений.



# Светодиодные светильники: технические решения и тренды

Что происходит сегодня на рынке светодиодных светильников? На какие тренды обратить внимание? Какие проблемы мешают развиваться рынку? Что с ценами? Эти и другие вопросы мы задали нашим экспертам в сегодняшнем выпуске рубрики «Круглый стол».

На наши вопросы отвечали:

**Светлана Кузнецова**, руководитель направления по развитию ключевых клиентов компании CSVТ

**Сергей Костюченко**, продукт-менеджер Arlight

**Алексей Юсупов**, руководитель направления светодиодных светильников ТМ «LEDeo» компании ООО «ТСН-электро»



**Светлана Кузнецова**,  
руководитель направления по развитию  
ключевых клиентов компании CSVТ

– *Что происходит в 2022 году на рынке светодиодных светильников? Какие тренды вы могли бы отметить?*

**Сергей Костюченко:** Продолжается активное замещение классических источников света (люминесцентных и ламп накаливания) светодиодными. Потребители все чаще обращают внимание на энергоэффективность, качество и длительный срок службы. Все больше потребителей выбирают системы освещения с возможностью управления. Мы вводим в ассортимент модели светильников с управлением по протоколам DALI, TUYA, KNX и классический TRIAC. Очень много запросов на MIX-светильники с возможностью изменения цветовой температуры. Дизайнеры стали чаще закладывать в проекты светильники с оригинальным цветом корпуса: золото, серебро, медь, бронза и другие.

**Светлана Кузнецова:** Сегодня производителям светодиодного освещения важно уделить особое внимание интернет-рынку дистрибуции, помогая конечным покупателям в выборе правиль-



**Сергей Костюченко**,  
продукт-менеджер Arlight

ного оборудования под свои задачи. При этом особое внимание уделяется не только своему сайту, но и сайтам дистрибьюторов, профильным интернет-площадкам. Такие порталы, как «RS24» или «ЭТМ iPRO», дают возможность покупателям выбрать нужный продукт из большого количества производителей и ассортимента, основываясь на технических параметрах, чертежах и видеообзорах. Это платформы, которые адаптированы к продажам через Интернет как для покупателя, так и для производителя. Поэтому один из главных трендов в продажах светотехнического оборудования – максимально полно представить свою продукцию в Интернете, наполняя карточки товаров как основной, так и дополнительной информацией по каждому продукту.

**Алексей Юсупов:** Значительно увеличилась нормативно-техническая база документов, регламентирующая технические характеристики светодиодных светильников и указывающая области их применения.

Расширена область применения светодиодных светильников для дошкольных образовательных учреждений с



**Алексей Юсупов**,  
руководитель направления светодиодных  
светильников ТМ «LEDeo» компании  
ООО «ТСН-электро»

учетом соответствия требованиям Постановления РФ от 24 декабря 2020 г. № 2255.

При участии в квалификационных отборах и тендерных процедурах для частных компаний и компаний с государственным участием является преимуществом, если производитель светодиодных светильников участвует в программе импортозамещения и включен в Реестр промышленной продукции, произведенной на территории Российской Федерации.

Эффективность светодиодных светильников значительно выросла и продолжает расти, она достигла и превышает 150 лм/Вт у моделей, выпускаемых серийно. Индекс цветопередачи (colour rendering index, CRI или Ra) в большинстве моделей светильников, применяемых для внутреннего освещения административных, образовательных и медицинских помещений более 90, что повышает комфорт искусственного освещения.

– *Какие проблемы существуют на рынке и какими могли бы быть пути их решения?*

**Сергей Костюченко:** Последние несколько лет (начиная с 2020 года) наблюдается дефицит и постоянный рост цен на электронные компоненты, металл (основные комплектующие светильников) и увеличение затрат на логистику. Встречаются случаи подделки компонентов. В таких условиях особое внимание мы уделяем контролю качества продукции и своевременному планированию товарных запасов.

**Алексей Юсупов:** Реестр Минпромторга российских производителей направлен на предоставление преимуществ производителям светодиодных светильников при проведении закупок. В данном реестре уже около 4000 серий светильников. Такой рост в дальнейшем может привести данный реестр в стандартный документ для производителей и перестать носить рекомендательный характер при проведении закупок.

**– Что происходит с ценами на светодиодные светильники?**

**Алексей Юсупов:** Произошло снижение стоимости на мощные и высокоэффективные модели светильников благодаря их серийному производству и замещению предыдущих серий. Однако в бюджетном сегменте, зависимо от минимальных колебаний цен на комплектующие, металл и электронные компоненты, произошел значительный рост цен.

**– В каких отраслях и направлениях сегодня наиболее активно растет потребление светодиодных светильников?**

**Сергей Костюченко:** Наибольший рост мы видим в сегментах трекового освещения, интерьерных и дизайнерских светильников. Прежде всего, это связано с рекордными темпами строительства жилой и коммерческой недвижимости. Для этих же проектов мы реализуем большое количество универсальных светильников для освещения МОП, например, стильные технические светильники ГЮОКК.

**Алексей Юсупов:** Новое строительство объектов энергетического и промышленного секторов, объектов инфраструктуры очень интересны и могут стать ведущими отраслями в текущем году по потреблению светодиодного освещения.

**– Какие интересные технические решения в этой области вы могли бы отметить?**

**Сергей Костюченко:** Рынок требует универсальных и функциональных решений, когда один светильник может подойти под разные проекты и типы применения. У таких светильников изменяются цветовая температура и мощность, имеются различные способы монтажа.

**Алексей Юсупов:** Явно просматривается уход от стандартных форм и габаритных размеров светильников,

применяемых для освещения внутренних помещений. Разрабатываются и применяются интересные современные решения. Например, на смену стандартным квадратам в потолках типа «Армстронг» и «Грильято» приходят новые решения типа «Кубота» и конструкции световых панелей из акрила и стекла.

**– На что обращать внимание потребителям при выборе светодиодных светильников и при выборе их поставщиков на В2В-рынке?**

**Сергей Костюченко:** Конечному потребителю стоит обращать внимание на репутацию производителя и не делать выбор в пользу самых бюджетных решений.

**Алексей Юсупов:** Если потребитель хочет соблюсти баланс цены, эстетики и качества, то необходимо выбирать опытного производителя с современными решениями и достаточным складским запасом металла, рассеивателей, диодов, оптики и электронных компонентов. В таком варианте будет обеспечена поставка осветительного оборудования в установленные сроки и клиент будет защищен от незначительных ценовых скачков. Если компания – производитель светодиодных светильников имеет собственные монтажные бригады, это является гарантией качественной работы установленной системы освещения, следовательно, неоспоримым преимуществом при выборе поставщика.

## ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



### Союз «Торгово-промышленная палата Республики Карелия»

185035, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Шотмана, 13, каб. 9  
Тел.: (8142) 78-30-40, 76-54-78  
e-mail: chamber@karelia.ru  
<http://tpprk.ru/>



### Союз Вологодская торгово-промышленная палата

160000, Россия, Вологодская область, г. Вологда, ул. Лермонтова, д.15  
Тел./Факс: (8172) 72-46-87  
e-mail: grant@vologdatpp.ru  
[vologda.tpprf.ru](mailto:vologda.tpprf.ru)  
vologdatpp.ru  
Instagram: tppvot;  
Vk: voltpp  
Fb: @Vologdatpp



### Союз «Торгово-промышленная палата Архангельской области»

163000, Россия, Архангельская область, г. Архангельск, Трицкий пр-т, 52, офис 1036  
Тел.: (8182) 20-42-14  
e-mail: palata@tpparh.ru  
<https://arkhangelsk.tpprf.ru/ru/>  
vk: arhtpp



СОЮЗ «ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТНАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»

### Ленинградская областная торгово-промышленная палата

191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Кирпичный пер., д. 4 лит. «А»  
Тел.: +7 (812) 334-49-69  
e-mail: info@lenobltp.ru  
<https://lo.tpprf.ru/>



### Союз «Новгородская торгово-промышленная палата» /НТПП/

173000, Россия, Новгородская область, г. Великий Новгород, ул. Федоровский Ручей, д. 2/13, Центр "Мой бизнес"  
Тел.: (8162) 73-20-46  
Факс: (8162) 73-07-75  
e-mail: palata@novtpp.ru  
<https://novgorod.tpprf.ru/ru/>



### Союз «Санкт-Петербургская торгово-промышленная палата»

191123, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 46-48.  
Тел.: (812) 719-66-44  
Факс: (812) 272-86-12  
Моб.: 8 (911) 238-52-00  
e-mail: media@spbcci.ru  
Сайт: <https://spbtp.ru/>  
Соцсети: [https://www.instagram.com/spb\\_tpp/](https://www.instagram.com/spb_tpp/)  
<https://www.facebook.com/spb.tpp/>  
[https://vk.com/spb\\_cci](https://vk.com/spb_cci)



### Союз «Торгово-промышленная палата Мурманской области» /Северная/

183038, Россия, г. Мурманск, пер. Русанова, 10  
Тел.: (8152) 554-720, 554-723, 554-724,  
Факс: (8152) 554-721  
Моб.: (960) 020-16-05  
e-mail: ncci@ncci.ru ozs@ncci.ru  
members@ncci.ru consulting@ncci.ru  
<http://murmansk.tpprf.ru/ru/>  
Fb: @tpprfmo

## ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



### Союз «Дальневосточная Торгово-промышленная палата»

680000, РФ, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Шеронова, д. 113 а  
Тел.: (4212) 30-47-70  
e-mail: admin@dvtpp.ru  
dvtpp.ru



### Союз «Торгово-промышленная палата Еврейской автономной области»

Россия, 679000 г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, д. 16  
Тел./факс: (42622) 4-05-87  
e-mail: info@tpeao.ru  
[www.evao.tpprf.ru](http://www.evao.tpprf.ru)



### Союз «Торгово-промышленная палата Приморского края»

690091, РФ, Приморский край, г. Владивосток, Океанский проспект, д.13а  
Тел./Факс: (423) 226-96-30  
e-mail: palata@ptpp.ru  
<https://prim.tpprf.ru/ru/>



### Союз «Торгово-промышленная палата Амурской области»

675002, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Чайковского, д. 1, каб. 314  
Тел.: +7 (929) 475-72-03  
e-mail: info@tppamur.ru  
<https://amur.tpprf.ru/ru/>  
Instagram: tppamur



### Союз «Торгово-промышленная палата Республики Саха (Якутия)»

677027, РФ, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Кирова, 18, блок В, оф. 810, 812  
Тел./Факс: (4112) 42-11-32  
e-mail: tpp14@mail.ru  
<http://sakha.tpprf.ru/ru/>



## «Россети Северо-Запад» обеспечат мощность для одного из крупнейших лесоперерабатывающих комплексов страны

Об этом генеральный директор сетевой компании Артем Пидник рассказал губернатору Архангельской области Александру Цыбульскому. Встреча прошла на международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Лесоперерабатывающий завод построят в 2023 году в селе Карпогоры Пинежского района. В 2020 году эта территория включена в Арктическую зону.

Предприятие планирует выпускать 1,6 млн кубометров пиломатериалов и пеллет в год. На нем создадут две тысячи рабочих мест.

«Мы понимаем, что развитие Арктической зоны, в которую входит Архангельская область, невозможно без электросетевой инфраструктуры, и готовы обеспечивать необходимые мощности. Строительство лесоперерабатывающего комплекса – важный проект для региона. Готовы обеспечить для этого энергоемкого производства необходимые 10 МВт», – отметил Артем Пидник.

Также глава сетевой компании рассказал Александру Цыбульскому о том, что в прошлом году «Россети Северо-Запад» направили на ремонт электросетевого комплекса Архангельской области 690 млн рублей. Энергетики выполнили все работы в полном объеме.



Компания заменила почти пять тысяч опор линий электропередачи, 180 км провода и две тысячи изоляторов. Специалисты отремонтировали 190 трансформаторных подстанций, расчистили почти две тысячи гектаров просек ЛЭП.

Александр Цыбульский поблагодарил «Россети Северо-Запад» за работу в сложных условиях Арктической зоны. «Без надежного электроснабжения невозможно обеспечить качество жизни людей и реализацию крупных проектов. Сотрудничество региона с «Россети Северо-Запад» – важное условие развития Архангельской области», – отметил Александр Цыбульский.

## 14 новых бригадных машин получил Псковский филиал «Россети Северо-Запад»

Микроавтобусы «Соболь» приспособлены к бездорожью и могут перевозить не только пассажиров, но и грузы весом до тонны.

Все автомобили оборудуют системой спутникового мониторинга, чтобы в режиме онлайн «видеть» бригаду даже там, где «не ловит» мобильная связь. Это позволяет эффективнее перемещать ресурсы и быстрее реагировать при аварийно-восстановительных работах.

За последние два года в Псковском филиале «Россети Северо-Запад» обновили парк спецтехники почти на 20%. Районы электрических сетей получили 62 машины. Это не только бригадные автомобили, но и мобильная лаборатория, снегоболотоходы, автогидроподъемники и бурильно-крановые установки.

## Стендаперам «отключили микрофон» после кражи электричества

Владельцы популярного ночного клуба в Калининграде незаконно подключились к сетям и украли электроэнергию на 294 тысячи рублей. Махинации вскрылись, на собственников завели уголовное дело.

Если вы стали свидетелем хищения электроэнергии, позвоните по телефону 8800 220 0220 (бесплатно и круглосуточно).



## Главы администраций Республики Карелия поблагодарили «Россети Северо-Запад» за повышение надежности электроснабжения и оперативную работу в новогодние праздники

Благодарности энергетикам направили глава Суоярвского района Роман Петров, глава администрации Прионежского района Григорий Шемет, глава Пудожского района Андрей Ладыгин, глава администрации Коверского сельского поселения Надежда Шерстнева и глава Сосновецкого сельского поселения Майя Голикова.

В письмах отмечено, что компания выполнила значительный объем по ремонту, реконструкции и модернизации электросетевого комплекса региона.

Отдельная благодарность выражена ремонтным бригадам за оперативную работу в новогодние праздники.

«Россети Северо-Запад» ведут постоянную системную работу по повышению надежности электроснабжения Республики Карелия. С 2018 года в регионе действует программа повышения надежности электроснабжения. Энергетики уже расширили 221 гектар просек и заменили более 300 км неизолированного провода на самонесущий изолированный.

Благодаря этой работе средняя продолжительность отключений снизилась в два раза по сравнению с 2018 годом. Общее количество нарушений электроснабжения в Республике Карелия этой зимой было значительно меньше, чем в других регионах, несмотря на то, что через Северо-Запад прошло сразу несколько мощных циклонов, которые привели к сверхнормативным нагрузкам на сеть. Из 63 участков ЛЭП, где провод заменили на СИП, технологические нарушения были лишь на трех.

В 2021 году «Россети Северо-Запад» по программе повышения надежности электроснабжения Республики Карелия заменили на линии Вешкеллица-Кашаламби в Суоярвском районе 10,5 км неизолированного провода на самонесущий изолированный (СИП), устойчивый к непогоде, и смонтировали 110 опор. Также энергетики отремонтировали распределительные сети в п. Райконкоски.

В 2022 году энергетики монтируют 50 км СИП и более 400 опор на линиях Пийтсиеки-Вегарус и Найстенъярви-Суоки.

Роман Петров отметил, что работы повысят надежность электроснабжения отдаленных участков Суоярвского района. «Благодарим вас за проделанную работу и надеемся на дальнейшее сотрудничество в области повышения надежности сетей электроснабжения на территории Суоярвского района».

## На гидроэлектростанцию в Калининградской области привезли 35 немецких солдат и винтажный BMW

На Правдинской ГЭС-4 прошли съемки сериала «Диверсант. Идеальный штурм». В поселке Курортное разместилась группа Первого канала, массовка из 35 человек, а также привезенные из Москвы винтажная BMW, военный грузовик и мотоцикл.

Приключенческий боевик «Диверсант» впервые вышел в 2004 году. В продолжении культового сериала действие разворачивается весной 1945 года в Восточной Пруссии. Разведчики готовятся к штурму города-крепости Кенигсберга.

Главные роли в сериале исполнили Кирилл Плетнев, Алексей Бардуков и швейцарский артист Филипп Рейнхардт. Одним из продюсеров военной драмы выступил Константин Эрнст.

Энергообъект «Россети Янтарь» не впервые становится съемочной площадкой. В 2020-м и 2019 г. на Правдинских гидроэлектростанциях снимали сцены боевика «В клетке – 2» и детектива «Водоворот».

Немецкая гидроэлектростанция, построенная в начале XX века, действовала практически до конца войны, но с приходом советской власти ГЭС-4 законсервировали.

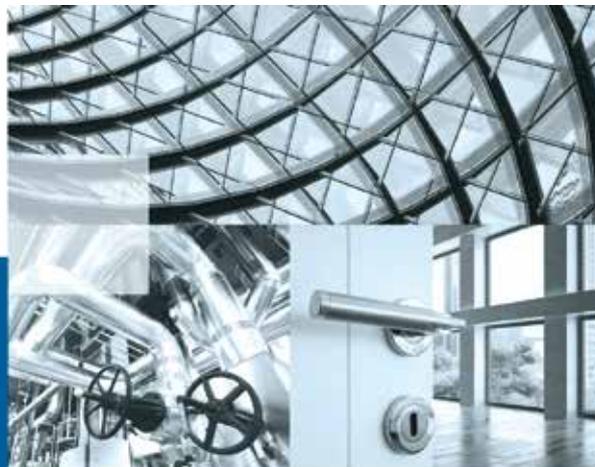


Международная выставка  
строительных,  
отделочных материалов

и инженерного  
оборудования

19|20|21  
АПРЕЛЯ  
2022

Санкт-Петербург  
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Организатор — компания MVK  
Офис в Санкт-Петербурге

**MVK** Международная  
Выставочная  
Компания

12+

+7 (812) 401 69 55, [interstroyexpo@mvk.ru](mailto:interstroyexpo@mvk.ru)

Получите бесплатный  
электронный билет на сайте  
[interstroyexpo.com](http://interstroyexpo.com)  
используя промокод **electro**

# Обзор электроэнергетики Северо-Западного федерального округа

■ **Елизавета Новожилова**

**СЗФО занимает лидирующие позиции по выпуску электротехники, электроники, оптико-механической продукции, машино- и судостроения. На его территории производится множество видов сырья и концентратов, готового проката, картонно-бумажной продукции и др.**

**Это один из ведущих центров научно-технического прогресса, подготовки высококвалифицированных кадров, центр истории и культуры России. Округ активно развивается. Этому способствует богатый природно-ресурсный потенциал, выгодное экономико-географическое положение, а также развитая транспортная и энергетическая инфраструктура.**

Восемь региональных энергосистем – Архангельская, Калининградская, Карельская, Кольская (Мурманская), Ленинградская, Новгородская, Псковская и Республики Коми образуют объединенную энергосистему Северо-Запада. Режимом работы энергообъединения управляет филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада.

Ленинградскую энергосистему формируют электростанции и сетевая инфраструктура, расположенные на территории г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Архангельская энергосистема обеспечивает производство, транспортировку и сбыт электрической и тепловой энергии потребителям Архангельской области и Ненецкого автономного округа.

Территориально в состав СЗФО также входит Вологодская область. Однако режимом работы региональной

энергосистемы управляет филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Центра.

Оперативно-диспетчерское управление энергосистемами субъектов Федерации, входящих в состав Северо-Западного федерального округа, осуществляют восемь филиалов Системного оператора.

**Архангельское РДУ.** В управлении и ведении филиала находятся объекты электроэнергетики, расположенные на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа – самого малонаселенного субъекта Российской Федерации. Площадь операционной зоны составляет 589,9 тыс. км<sup>2</sup>, в населенных пунктах проживает 1,1 млн чел.

По данным АО «СО ЕЭС», на 01.01.2022 г. в операционной зоне Архангельского регионального диспетчерского управления функционируют электростанции установленной мощ-

ностью 1605 МВт. В число наиболее крупных из них входят филиалы ПАО «ТГК-2»:

- Архангельская ТЭЦ (электрическая мощность 450 МВт, тепловая – 1358 Гкал/час);
- Северодвинская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 410 МВт, тепловая – 1105 Гкал/час);
- Северодвинская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 188,5 МВт, тепловая – 679 Гкал/час).

К объектам диспетчеризации филиала также относятся:

- 18 ЛЭП класса напряжения 220 кВ протяженностью 1526,54 км;
- 130 ЛЭП класса напряжения 110 кВ протяженностью 3816,05 км;
- 122 трансформаторных подстанции. Суммарная мощность понижающих трансформаторов составляет 5342,6 МВА.

Особенностью энергетики Ненецкого АО является изолированность большей ее части от ЕЭС России. Кроме того, энергетическая система разделена на множество не связанных между собой локальных энергосистем, которые обеспечивают энергией предприятия нефтегазовой отрасли и отдельные населенные пункты региона. На территории округа в общей сложности функционирует более 260 тепловых электростанций разных типов.

**Балтийское РДУ.** Под оперативно-диспетчерским управлением филиала Системного оператора генерируют энергию электростанции, расположенные на территории Калининградской области. Операционная зона расположена на площади 15,1 тыс. км<sup>2</sup> с населением более 1 млн человек.

По состоянию на 01.01.2022 г. в управлении и ведении Балтийского РДУ находятся объекты генерации суммарной электрической мощностью



## По состоянию на 1 января 2022 года к объектам диспетчеризации филиала относятся электростанции суммарной мощностью 1 097,3 МВт.

1918,7 МВт. Самый крупный из них – Калининградская ТЭЦ-2 (филиал АО «Интер РАО – Электрогенерация»). Установленная электрическая мощность электростанции составляет 900 МВт, тепловая – 680 Гкал/час.

В состав электроэнергетического комплекса Калининградской области также входят:

- 9 ЛЭП класса напряжения 330 кВ протяженностью 443,3 км;
- 93 ЛЭП класса напряжения 60–110 кВ. Суммарная протяженность линий электропередачи составляет 2416,2 км;
- 77 трансформаторных подстанций общей мощностью 4329,6 МВА.

Региональная энергосистема связана с ЕЭС России через ЛЭП других стран. 25 сентября 2021 года она в течение восьми часов была отключена от кольца БРЭЛЛ. Во время испытаний электроэнергию для нужд потребителей области вырабатывали местные электростанции:

- один полублок Калининградской ТЭЦ-2;
- три парогазовые установки Прегольской ТЭС;
- две газовые турбины Маяковской ТЭС (электростанция была построена в рекордно короткие сроки (строительство длилось 18 мес.) и введена в эксплуатацию в 2018 году для того чтобы обеспечить энергетическую безопасность региона и сделать его энергетическую систему более маневренной);
- два энергоблока Талаховской тепловой газотурбинной электростанции;
- один энергоблок Приморской ТЭС. Угольная станция введена в эксплуатацию в декабре 2020 года. В подобном мероприятии энергообъект был задействован впервые.

Результаты третьих ежегодных испытаний в очередной раз подтвердили готовность энергосистемы Калининградской области к работе в изолированном режиме в случае прекращения действия соглашения по энергокольцу БРЭЛЛ.

Осенью 2018 года Польша, страны Балтии и Еврокомиссия подписали со-

глашение о синхронизации с электрическими сетями континентальной Европы. К 2025 году страны Балтии должны окончательно выйти из электрического кольца БРЭЛЛ (Белоруссии, России, Эстонии, Латвии и Литвы).

Для реализации этого проекта страны Балтии активизировали импорт электроэнергии из ЕС и развивают собственную генерацию. Российское правительство заявило об ответных мерах. Энергонезависимость субъекта-анклава РФ будут обеспечивать четыре электростанции общей мощностью около 1 ГВт.

**Вологодское РДУ** осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления объектами электроэнергетики, которые расположены на территории Вологодской области. Площадь операционной зоны – 145,7 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает более 1,1 млн человек.

Как следует из данных, опубликованных АО «СО ЕЭС», по состоянию на 01.01.2022 г. под управлением РДУ действуют электростанции суммарной мощностью 1 410,99 МВт. Самой крупной из них является Череповецкая ГРЭС (установленная мощность 450 МВт) – филиал ПАО «ОГК-2».

Наряду с энергогенерирующими объектами в состав региональной энергосистемы также входят:

- 178 ЛЭП класса напряжения 110–750 кВ;
- 145 трансформаторных подстанций и распределительных устройств электростанций. Суммарная мощность трансформаторных установок составляет 16279,9 МВА.

**Карельское РДУ.** Филиал Системного оператора управляет работой объектов электроэнергетики в Республике Карелия. Территория операционной зоны расположена на площади 180,5 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает около 602,5 тыс. человек.

По состоянию на 1 января 2022 года к объектам диспетчеризации филиала относятся электростанции суммарной мощностью 1 097,3 МВт. В число наиболее крупных из них входят:

- Петрозаводская ТЭЦ (электрическая мощность 280 МВт, тепловая – 689 Гкал/час). Находится в собственности филиала «Карельский» ПАО «ТГК-1»;
- Каскад Кемских ГЭС (установленная мощность 330 МВт). Собственник – филиал «Карельский» ПАО «ТГК-1»;
- Каскад Выгских ГЭС (установленная мощность 240 МВт). Большинство станций находится в собственности филиала «Карельский» ПАО «ТГК-1»;
- Каскад Сунских ГЭС (установленная мощность 62,9 МВт). Находится в собственности филиала «Карельский» ПАО «ТГК-1»;
- Ондская ГЭС (установленная мощность 80 МВт). Входит в Выгский каскад ГЭС. Собственник – ООО «ЕвроСибЭнерго – тепловая энергия»;
- ТЭС-1 и ТЭС-2 АО «Кондопожский ЦБК». Установленная мощность блок-станции составляет 108 МВт



(ТЭС-1–48 МВт, ТЭС-2–60 МВт).  
Тепловая мощность – 533 Гкал/час.

Также в энергосистеме Республики Карелия функционируют:

- 149 ЛЭП класса напряжения 110–330 кВ протяженностью 5 480,7 км;
- 105 трансформаторных подстанций и распределительных устройств объектов генерации с суммарной мощностью трансформаторов 7 792,4 МВА.

**Кольское РДУ.** В диспетчерском подчинении филиала Системного оператора находятся объекты электроэнергетики Мурманской области. На территории операционной зоны площадью 144,9 тыс. км<sup>2</sup> проживает 732,9 тыс. человек.

По состоянию на 01.01.2022 г. в управлении и ведении Кольского филиала Системного оператора находятся энергообъекты суммарной установленной мощностью 3 619 МВт. Самые крупные из них:

- Кольская АЭС (установленная мощность 1 760 МВт) – филиал АО «Концерн Росэнергоатом»;
- Каскад Туломских ГЭС (установленная мощность 324 МВт);
- Каскад Серебрянских ГЭС (установленная мощность 513,5 МВт);
- Каскад Пазских ГЭС (установленная мощность 187,6 МВт);
- Каскад Нивских ГЭС (установленная мощность 569,5 МВт);
- Апатитская ТЭЦ (электрическая мощность 230 МВт, тепловая – 535 Гкал/час).

Апатитская теплоэлектроцентраль и гидроэлектростанции входят в состав ПАО «ТГК-1».

Электросетевой комплекс региональной энергосистемы формируют:

- 178 ЛЭП класса напряжения 110–330 кВ общей протяженностью 6 079,2 км;
- 131 трансформаторная подстанция.

## Под управлением Ленинградского РДУ функционируют

### электростанции установленной мощностью 13 140 МВт

(по данным на 01.01.2022 г.).

По отчетным данным суммарная мощность трансформаторов составляет 11 417 МВА.

**Коми РДУ.** Филиал АО «СО ЕЭС» осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления электростанциями и объектами сетевой инфраструктуры, расположенными в Республике Коми. Операционная зона охватывает территорию площадью 416,8 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает 803,2 тыс. человек.

По данным Системного оператора, в операционной зоне Коми РДУ функционируют объекты генерации установленной мощностью 2 503,9 МВт. Самые крупные из них:

- Печорская ГРЭС (установленная мощность 1 060 МВт, тепловая – 327 Гкал/час). Конденсационная электростанция входит в состав АО «Интер РАО – Электрогенерация» ПАО «Интер РАО»;
- Сосногорская ТЭЦ (установленная мощность 377 МВт, тепловая – 313 Гкал/час). Энергообъект является производственным филиалом ПАО «Т Плюс»;
- Воркутинская ТЭЦ-2 (установленная мощность 270 МВт, тепловая – 415 Гкал/час). Предприятие электроэнергетики входит в состав ПАО «Т Плюс»;
- ТЭЦ АО «Монди СЛПК» (установленная мощность 529 МВт, те-

пловая – 1 220 Гкал/час). Объект генерации входит в «Монди Сыктывкарский лесопромышленный комплекс». Является центром одного из пяти основных энергоузлов региона;

- Усинская ТЭЦ (установленная мощность 100 МВт). Газотурбинная электростанция обеспечивает объекты ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» собственной электроэнергией, помогает компании снизить операционные затраты и нарастить добычу нефти, а также смягчить проблему энергодефицита в Республике Коми;
- Ярегская ТЭЦ (установленная мощность 75 МВт, тепловая – 79,5 Гкал/час). Энергоцентр возведен на территории нефтегазового месторождения для покрытия собственных нужд ООО «ЛУКОЙЛ-Коми».

В составе электроэнергетического комплекса под управлением КОМИ РДУ функционируют:

- 26 ЛЭП класса напряжения 220 кВ суммарной протяженностью 2 252,1 км;
- 114 ЛЭП класса напряжения 110 кВ. Общая протяженность линий электропередачи составляет 5 117,3 км;
- 128 трансформаторных подстанций и распределительных устройств электростанций класса напряжения 110–220 кВ с суммарной мощностью трансформаторных установок 5 160 МВА.

**Ленинградское РДУ.** Структурное подразделение Системного оператора осуществляет оперативно-диспетчерское управление работой объектов электроэнергетики, которые находятся на территории двух субъектов Российской Федерации – города Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Площадь операционной зоны составляет 87,3 тыс. км<sup>2</sup>, на ее территории проживает 7,3 млн человек.

Под управлением Ленинградского РДУ функционируют электростанции установленной мощностью 13 140 МВт (по данным на 01.01.2022 г.). В число основных объектов генерации входят:

- Ленинградская АЭС (установленная мощность 4 337,6 МВт). Филиал ПАО «Концерн Росэнергоатом»;
- Киришская ГРЭС (электрическая мощность 2 600 МВт, тепловая – 1 234 Гкал/час). В 2005 году ОАО «Ки-



ришская ГРЭС» передало полномочия единоличного исполнительного органа управляющей компании ПАО «ОГК-2»;

- Северо-Западная ТЭЦ (электрическая мощность 900 МВт, тепловая – 700 Гкал/час). Электростанция входит в состав АО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- Юго-Западная ТЭЦ (электрическая мощность 507,5 МВт, тепловая – 470 Гкал/час). Предприятие зарегистрировано как АО «Юго-Западная ТЭЦ». В качестве единственного акционера выступает город федерального значения Санкт-Петербург.

Кроме того, в список крупных электростанций региональной энергосистемы входят четыре объекта генерации филиала «Невский» ПАО «ТГК-1»:

- Правобережная ТЭЦ (также известна под названиями ТЭЦ-5 и Юго-Восточная ТЭЦ). Электрическая мощность теплоэлектроцентрали составляет 643 МВт, тепловая – 1303 Гкал/час);
- Первомайская ТЭЦ (электрическая мощность 360 МВт, тепловая – 928 Гкал/час);
- Северная ТЭЦ (Северная ТЭЦ-21). Электрическая мощность энергообъекта составляет 500 МВт, тепловая – 1188 Гкал/час;
- Южная ТЭЦ (ТЭЦ-22). Электрическая мощность теплоэлектроцентрали 1207 МВт, тепловая – 2353 Гкал/час.

В структуру электроэнергетического комплекса г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области также входят:

- 656 ЛЭП класса напряжения 110–750 кВ. Их суммарная протяженность составляет 13 464,9 км;
- 397 трансформаторных подстанций и 16 распределительных устройств объектов генерации класса напряжения 110–750 кВ с общей установленной мощностью трансформаторов 53 100,8 МВА.

В 2021 году «Россети Ленэнерго» вели активную работу по приемке на баланс энергокомпании электросетевого оборудования от некоммерческих организаций, юридических и физических лиц.

В общей сложности было оформлено 188 ЛЭП протяженностью 254,24 км и 66 трансформаторных подстанций, расположенных в зоне операционной деятельности «Россети Ленэнерго». Мощность принятых на баланс трансформаторов составила 2044 МВА. После приемки энергетики разрабатывают план мероприятий по реконструкции оборудования.

На правах аренды и доверительного управления компания консолидировала 113,29 км линий электропередачи и подстанции с мощностью трансформаторов 26,95 МВА. Консолидация сетей позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей. Особенно это актуально для садоводческих товари-

ществ, где в большинстве случаев сети находятся в ненадлежащем состоянии.

С августа «Россети Ленэнерго» использует беспилотные летательные аппараты мультикоптерного типа с неподвижным крылом для обследования состояния ЛЭП. Высота полета таких квадрокоптеров может достигать 80 м, дальность – 60 км. С их помощью энергетики получают высококачественные снимки элементов воздушных линий с геодезической привязкой в международной системе координат.

За четыре месяца с помощью беспилотников было обследовано 342 км ЛЭП класса напряжения 6–10 кВ. Во время облета выявлено около 1500 неполадок и 11 причин технологических нарушений, которые были оперативно ликвидированы. Это позволило обеспечить надежность электроснабжения около 1700 потребителей.

Практика показывает, что использование беспилотных летательных аппаратов – это эффективный способ оперативного обнаружения дефектов на воздушных линиях электропередачи в труднодоступных районах и после сложных погодных явлений. Поэтому в 2022 году распределительно-сетевая компания планирует расширить зоны применения и количество эксплуатируемых беспилотников.

**Новгородское РДУ.** В управлении и ведении филиала Системного оператора находятся объекты электроэнергетики, расположенные на территории двух субъектов РФ – Новгородской и Псковской областей. Площадь операционной зоны составляет 109,9 тыс. км<sup>2</sup>, в населенных пунктах проживает 1,2 млн человек.

Как следует из данных, опубликованных на сайте АО «СО ЕЭС», по



состоянию на 01.01.2022 г. под управлением Новгородского РДУ действуют объекты генерации суммарной электрической мощностью 874,3 МВт. Самыми крупными из них являются:

- Псковская ГРЭС (электрическая мощность 430 МВт, тепловая – 91 Гкал/час). Филиал ПАО «ОГК-2»;
- Новгородская ТЭЦ (электрическая мощность 361 МВт, тепловая – 488 Гкал/час). Филиал ПАО «ТГК-2».

Электроэнергетический комплекс также формируют:

- 135 ЛЭП класса напряжения 110–330 кВ, из них три межгосударственных и межсистемных ВЛ 330 кВ;
- 103 трансформаторные подстанции и распределительных устройства электростанций суммарной мощностью трансформаторов 4375 МВА.

Объединенная энергосистема Северо-Запада граничит с ОЭС Центра и

ОЭС Урала. Энергообъединение обеспечивает параллельную работу ЕЭС России с энергосистемами стран – участниц соглашения БРЭЛЛ. Кроме того, через преобразовательное устройство Выборгского энергоузла ЕЭС России синхронизирована с энергосистемой Финляндии.

Расположение электростанций на карте России делает необходимым обеспечение перетока электроэнергии из энергопрофицитных регионов в регионы, испытывающие нехватку мощности. Функцию передачи потоков электричества между региональными энергосистемами выполняет Единая национальная (общероссийская) электросеть (ЕНЭС).

По оценкам аналитиков, межсистемные и системообразующие сети в некоторых регионах России обладают низкой пропускной способностью,

что существенно ограничивает возможность удовлетворения требований свободного рынка электроэнергии при соблюдении условий надежного энергоснабжения.

Для расширения области допустимых режимов и оптимизации автоматического противоаварийного управления в минувшем году энергетики работали над развитием централизованных систем противоаварийной автоматики (ЦСПА), рассчитывающих управляющие воздействия в режиме реального времени. Например, в ОЭС Северо-Запада были подключены новые низовые устройства ЦСПА на ПС 750 кВ «Копорская».

## Энергосистема СЗФО в 2021 году

По состоянию на 1 января 2022 года установленная мощность электростанций энергетического комплекса Северо-Западного федерального округа составляет 26 169,13 МВт. Из них 24 758,14 МВт приходится на долю объектов генерации, которые функционируют в объединенной энергетической системе Северо-Запада. 1410,99 МВт – установленная мощность энергообъектов, расположенных на территории Вологодской области.

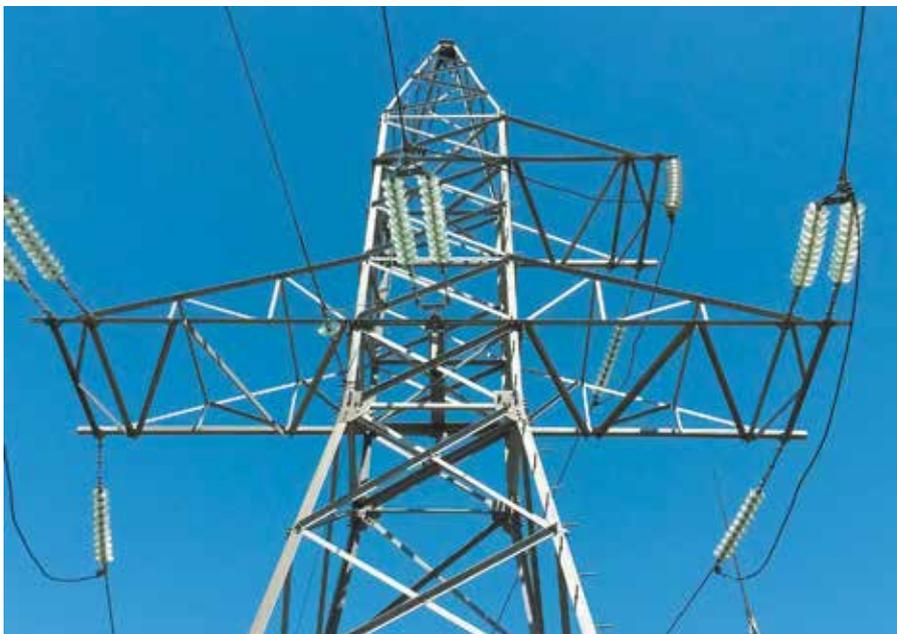
В течение года установленная мощность электростанций округа увеличилась на 1 163,81 МВт. На изменение этого показателя повлиял ряд факторов:

- ввод в эксплуатацию нового энергооборудования – 1200,151 МВт;
- увеличение установленной мощности действующего генерирующего оборудования за счет перемаркировки – 34,0 МВт;
- Вывод из эксплуатации генерирующих мощностей – 76,96 МВт;
- снижение установленной мощности в связи с перемаркировкой действующего энергооборудования – 13,88 МВт;
- прочие изменения и уточнения увеличили суммарную установленную мощность объектов генерации на 10,5 МВт.

**Выводы нового генерирующего оборудования.** В 2021 году на территории СЗФО в работу введены два энергогенерирующих объекта.

- 22 марта пущен в промышленную эксплуатацию энергоблок № 6 Ленинградской АЭС мощностью 1 188,151 МВт. Он стал четвертым блоком с реакторной установкой ВВЭР-1200, введенным в работу на российских атомных электростанциях, и 38-м в списке действующих энергоблоков АЭС России.

Энергоблок № 6 построен с целью замещения мощности энергоблока № 2 с реактором РБМК-1000, который был остановлен 10 ноября 2020 года после 45 лет использования. С того момента



для реактора-ветерана начался четырехлетний период «эксплуатации без генерации», в течение которого из него будет удалено оставшееся ядерное топливо.

На сегодняшний день Ленинградская АЭС является единственной в РФ электростанцией, где функционируют энергоблоки двух типов – три блока РБМК-1000 (уран-графитовые ядерные реакторы канального типа на тепловых нейтронах) и один блок современного поколения 3+ ВВЭР-1200 (вода-водяной энергетический реактор).

По сравнению с традиционными реакторными установками такого же типа ВВЭР-1200 характеризуется рядом преимуществ, которые существенно повышают его безопасность и экономические показатели.

Во-первых, мощность реактора нового поколения увеличилась на 20%. Во-вторых, на 30–40% удалось снизить количество обслуживающего персонала. В-третьих, проектный срок эксплуатации основного оборудования увеличен до 60 лет с возможностью продления еще на 20 лет.

Ключевая особенность проекта ВВЭР-1200 состоит в уникальном сочетании активных и пассивных систем атомной безопасности, что делает электростанцию максимально устойчивой к любым воздействиям.

Например, на энергоблоке с такой реакторной установкой используются:

- «ловушка расплава». Устройство, служащее для локализации расплава во время тяжелых аварий с расплавлением активной зоны и проплавлением корпуса реактора;
- СПОТ-система пассивного отвода тепла через парогенераторы предназначена даже при отсутствии всех источников электроэнергии обеспечивать длительный отвод в атмосферу тепла активной зоны реактора и др.

На данный момент ни одна из действующих атомных станций в мире не оборудована подобной конфигурацией систем безопасности.

Несмотря на остановку энергоблока № 2, Ленинградская АЭС остается самой мощной атомной электростанцией России и крупнейшим объектом

генерации (среди всех видов станций) на Северо-Западе страны.

По оценкам аналитиков, ввод в работу энергоблока № 6 обеспечит энергетическую и экономическую стабильность региона. С его пуском экономический эффект в виде дополнительных налогов в консолидированный бюджет Ленинградской области превысит 3 млрд руб. (в годовом исчислении).

В 2021 году было принято решение о строительстве на территории станции еще двух энергоблоков (№ 7 и № 8) с реакторами ВВЭР-1200.

- В минувшем году введена в эксплуатацию тепловая электростанция финской промышленной компании «Нокиан Тайерс», которая специализируется на производстве шин для использования в сложных климатических условиях.

Новый объект генерации состоит из четырех газопоршневых агрегатов общей мощностью 12 МВт. Станция расположена во Всеволожском районе и предназначена для обеспечения энергией шинного производства.

**Вывод из эксплуатации энергогенерирующего оборудования.** По отчетным данным АО «СО ЕЭС», в 2021 году в энергосистеме СЗФО выведены из эксплуатации изношенные и морально устаревшие генерирующие агрегаты суммарной мощностью 76,96 МВт:

- На Тихвинской ТЭЦ демонтированы три газопоршневые установки Wartsila 18V50SG со стационарными номерами 1, 3 и 5. Суммарная мощность выведенного из эксплуатации энергогенерирующего оборудования составила 54,96 МВт.

Газопоршневая теплоэлектроцентраль расположена в г. Тихвин Ленинградской области. Введена в эксплуатацию в 2014 году. Принадлежит АО «Тихвинский вагоностроительный завод». Была построена для энергоснабжения производственных мощностей промышленного предприятия, в том числе металлургического производства с большими электродуговыми печами.

- На Автовской ТЭЦ-15, расположенной в г. Санкт-Петербурге, демонтировано устаревшее паросиловое обо-

рудование в составе паровой турбины Т-22–90. Установленная мощность выведенного из эксплуатации оборудования – 22 МВт.

Теплоэлектроцентраль введена в работу в декабре 1956 года. Обеспечивает электрической и тепловой энергией промышленные предприятия, жилые дома и общественные здания на территории четырех районов Северной столицы – Адмиралтейского, Московского, Кировского и Красносельского.

**Выполнение капитальных и средних ремонтов энергогенерирующего оборудования.** В 2021 году фактический объем мощности выведенных в капитальный и средний ремонт турбо- и гидроагрегатов электростанций энергосистемы Северо-Запада составил 5646 МВт, что на 172 МВт больше объема, запланированного сводным годовым графиком ремонтов (5474 МВт).

В течение года выполнен ремонт энергетического оборудования суммарной мощностью 5914 МВт. Этот показатель на 126 МВт больше, чем было запланировано ГТР (5788 МВт).

**Сетевое строительство.** По данным АО «СО ЕЭС», в 2021 г. введены в работу новые линии электропередачи:

- 15 января в энергосистеме г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области введена в эксплуатацию кабельно-воздушная линия класса напряжения 330 кВ «Копорская – Ленинградская АЭС»;
- 17 декабря в зоне операционной деятельности Карельского и Ленинградского РДУ введена в эксплуатацию воздушная линия класса напряжения 330 кВ «Петрозаводск – Тихвин – Литейный»;
- 21 декабря в энергосистеме Республики Коми пущена в работу воздушная линия класса напряжения 220 кВ «Печорская ГРЭС – Ухта».

Кроме того, на протяжении года в операционной зоне Карельского РДУ введены в эксплуатацию шесть высоковольтных линий класса напряжения 330 кВ:

- 30 июля – ВЛ «Борей – Лоухи № 2»;
- 23 сентября – ВЛ «Борей – Каменный Бор № 2»;

Таблица 1

№ п/п	Филиалы АО «СО ЕЭС»	Выработка электроэнергии (млрд кВт*ч)	Потребление электроэнергии (млрд кВт*ч)
1.	Архангельское РДУ	6,4	7,5
2.	Балтийское РДУ	6,6	4,7
3.	Вологодское РДУ	8,2	14,8
4.	Карельское РДУ	5,2	8,3
5.	Кольское РДУ	16,6	12,0
6.	Коми РДУ	10,1	8,9
7.	Ленинградское РДУ	68,3	49,2
8.	Новгородское РДУ	2,0	7,0
	Всего:	123,4	112,4

- 29 сентября – ВЛ «Борей – Лоухи № 1»;
- 18 октября – ВЛ «Каменный Бор – Кондопога»;
- 7 ноября – ВЛ «Борей – Каменный Бор № 1»;
- 4 декабря – ВЛ «Каменный Бор – Петрозаводск».

**Выработка и потребление электроэнергии.** По отчетным данным, электростанции, расположенные на территории Северо-Западного федерального округа, в течение 2021 года выработали 123,4 млрд кВт\*ч, что на 8,5% больше, чем годом ранее. Потребление электроэнергии в минувшем году составило 112,4 млрд кВт\*ч, что почти на 6% больше, чем было зафиксировано по итогам 2020 года (табл. 1).

В 2021 году рост энергопотребления относительно данных 2020-го эксперты объясняют отсутствием заметного

влияния карантинных мер и частичным снятием ограничений в нефтяной отрасли, в результате чего возросло потребление электроэнергии компаниями, которые задействованы в сфере добычи и транспортировки нефти.

По оценкам специалистов, в 2020 году наибольшие потери понесли нефтедобывающие Ненецкий АО и Республика Коми, а также Калининградская область. Структура промышленного производства НАО и Коми такова, что индекс промышленного производства (ИПП) этих регионов во многом зависит от уровня добычи полезных ископаемых.

В 2020 году присоединение России к сделке ОПЕК+ привело к снижению добычи нефти почти на всей территории страны. В НАО сокращение добычи составило 11,2% по сравнению с январем-ноябрем 2019 года, в Коми – 8,7%. Что касается Калининградской

области, то ее «потянул» вниз автомобилестроительный кластер, существенно сокративший объемы производства.

Кроме того, в минувшем году наблюдался рост спроса на электричество на крупных предприятиях металлургии, машиностроения, химической и деревообрабатывающей промышленности, а также на электрифицированном железнодорожном транспорте.

В свою очередь, увеличение выработки на электростанциях ЕЭС России оказало влияние на рост объемов электропотребления на собственные, производственные и хозяйственные нужды объектов генерации.

В 2021 году ведущие электроэнергетические компании СЗФО увеличили выручку в 1,5–3 раза. Некоторые из них вышли и даже превысили показатели докризисного 2019 года. На рост энергопотребления повлияла холодная зима и восстановление спроса на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ).

Нет ничего удивительного в том, что электроэнергетический комплекс переживает коронакризис с меньшими потерями, чем, к примеру, нефтедобывающая отрасль. В отличие от рухнувшего с началом пандемии и вводом локдауна потребления нефтепродуктов, спрос на электроэнергию сохранился: на фоне снижения энергопотребления производственными предприятиями, транспортными компаниями, коммерческим сектором увеличилось потребление электрической энергии домохозяйствами, медицинскими учреждениями и дата-центрами.

## Углеродный налог: новый вызов

СЗФО занимает выгодное геополитическое положение. Это единственный из федеральных округов Российской Федерации, который граничит со странами ЕС, Центральной и Северной Европы, поэтому ему отведена важная стратегическая роль приграничного региона.

Прямой выход на мировой рынок, наличие двух незамерзающих портов (Калининград и Мурманск), развитая сухопутная транспортная инфраструктура и соседство с ключевыми индустриальными макрорегионами РФ – Центральным и Уральским федеральными округами – во многом определили многоплановую роль СЗФО как крупного поставщика сырья, топливно-энергетических ресурсов и промышленной продукции, изготовленной как на территории округа, так и в других регионах страны.

14 июля 2021 года Европейская комиссия представила Fit for 55 Package. Это обширный пакет, состоящий из 13



## Производство электроэнергии может стать отраслью, потенциально уязвимой к СВАМ.

законодательных предложений по реализации климатической стратегии ЕС «Зеленый курс».

В документе, наряду с полным прекращением выпуска авто с бензиновыми и дизельными двигателями с 2035 года, привязкой стоимости топлива и теплоснабжения к источнику генерации и количеству выбросов в процессе выработки энергии, также предусмотрены изменения в функционировании Европейской системы торговли выбросами EU ETS.

Для РФ особый интерес представляет Предложение Еврокомиссии, связанное с введением трансграничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism – СВАМ). По сути, это новый инструмент политики ЕС, призванный достичь климатических целей с помощью мер международной торговли.

СВАМ часто понимают упрощенно. Его воспринимают как специальную пошлину на товары, которую планирует взимать Евросоюз. Однако на самом деле это не так, и все намного сложнее. Если вкратце, то СВАМ – это специальное регулирование импорта в ЕС отдельных товаров, производство которых связано со значительными выбросами углерода.

В настоящее время СВАМ предлагают распространить на пять групп импортируемых в Евросоюз товаров: электроэнергия, продукция черной металлургии, цемент, минеральные удобрения и алюминий.

Регулирование ввоза углеродоемких товаров на территорию Евросоюза будет включать в себя особый (разрешительный) порядок, декларирование импорта, методы расчета и проверки связанных выбросов, механизм определения цены СВАМ-сертификатов и их оборота.

Эта мера призвана сделать усилия ЕС по сокращению выбросов парниковых газов максимально эффективными. По оценкам экспертов, ее введение сможет предотвратить так называемый эффект «утечки углерода», когда регулирование выбросов в одной стране/секторе оказывает влияние на объем

выбросов в других странах/секторах, которые не подпадают под такое же регулирование.

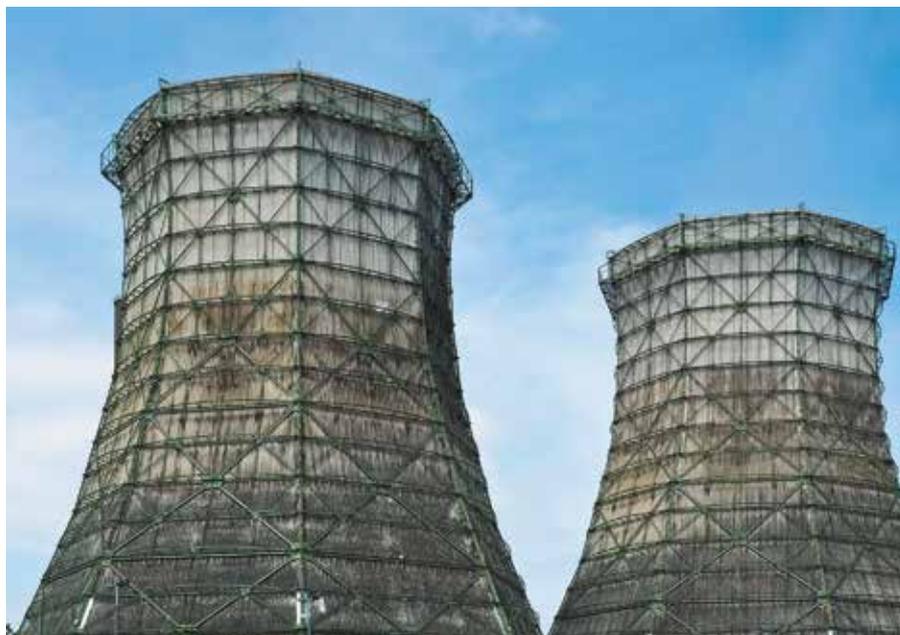
Производство электроэнергии может стать отраслью, потенциально уязвимой к СВАМ. На первый взгляд включение этой электроэнергетики в

механизм специального регулирования импорта выглядит нелогичным, поскольку ЕС импортирует не больше 1–2% от общего энергопотребления.

Но дело в том, что доля ВИЭ в структуре генерации будет постоянно увеличиваться. А электричество на базе возобновляемых источников генерируется неравномерно, поскольку зависит от особенностей климата и погодных условий.

Для выравнивания перепадов европейским странам могут потребоваться дополнительные международные электросетевые связи, что неизбежно приведет к увеличению импорта. Однако Европейской комиссии важно, чтобы импортируемое электричество также было «зеленым».

Перспектива введения «углеродной пошлины» становится для российской энергетики вызовом. По данным Центра



энергетики Московской школы управления «Сколково», до пандемии РФ поставляла в страны Евросоюза около 13 млрд кВт\*ч электроэнергии. Ежегодно выручка от таких поставок составляла порядка 50–55 млрд руб.

С необходимостью покупки СВАМ-сертификатов углеродоемкость электроэнергии станет таким же важным показателем, как и стоимость 1 кВт\*ч.

Российские экспортеры будут вынуждены учитывать объем выбросов парниковых газов при генерации. Углеродоемкость зависит от количества ископаемых видов топлива (угля и природного газа), израсходованных при выработке электричества. Этот показатель будет практически равен нулю для атомных, гидро-, солнечных электростанций и ветропарков. Проблема состоит в том, что заявленную цифру необходимо обосновать. Предлагается три варианта расчета.

- Первый способ самый простой. Он заключается в использовании средней по России величины углеродоемкости энергии. Разные эксперты предлагают свои методики расчета, но Еврокомиссия будет рассчитывать ее самостоятельно, используя информацию из открытых источников.

В ЕС показатель углеродоемкости составляет 251 г CO<sub>2</sub>/кВт\*ч и будет снижаться по мере увеличения доли «зеленых» киловатт в энергобалансе. В России эта цифра пока гораздо выше.

- Второй способ предназначен для стран и регионов, по которым недостаточно информации. В таком случае в качестве основы будет использован средний по ЕС показатель углеродоемкости электричества из ископаемого топлива. Для России этот вариант расчета невыгоден, поскольку в 2021 году около 40% элек-

## Оборудование действующих ТЭС модернизируется

с целью продления срока эксплуатации станций

с минимальными издержками.

троэнергии выработали электростанции с нулевым углеродным следом. Поэтому становится важной открытость информации.

- Третий способ предполагает проведение индивидуального расчета для конкретного поставщика при условии, что он соответствует всем предъявленным критериям и ежемесячно проходит процедуру верификации данных.

Одним из таких критериев является гарантия физической возможности поставки электрической энергии от «зеленого» энергообъекта на рынок Евросоюза. Например, сибирские ГЭС расположены слишком далеко от границ ЕС и крайне сложно доказать, что именно их выработка поставляется на экспорт.

Как в этой ситуации может поступить монопольный экспортер российской электроэнергии ПАО «Интер РАО»? Например, можно применить самый простой способ расчета углеродоемкости и ограничиться средним показателем по России.

Но есть вариант лучше: использовать преимущества ОЭС Северо-Запада как более экологически чистой по сравнению с ЕЭС России. По данным Системного оператора, на 01.01.2022 г. суммарная установленная мощность АЭС и ГЭС в

этой энергосистеме составляет 36,74% на фоне среднероссийских 31,05%.

Если наладить учет выбросов парниковых газов и эти данные будут признаны Евросоюзом, появится возможность выбирать источники электричества для экспорта и повышать долю ВИЭ в ОЭС Северо-Запада. Правда, при этом надо быть готовыми к постоянному внешнему аудиту цепочки поставок.

## Курс на декарбонизацию

Основной вызов для отечественной энергетической отрасли заключается не в европейском курсе на декарбонизацию и внедряемых процедурах, а в российской энергетической политике, поскольку переход к «зеленой» экономике пока не зафиксирован в качестве приоритетного в официальных отраслевых документах.

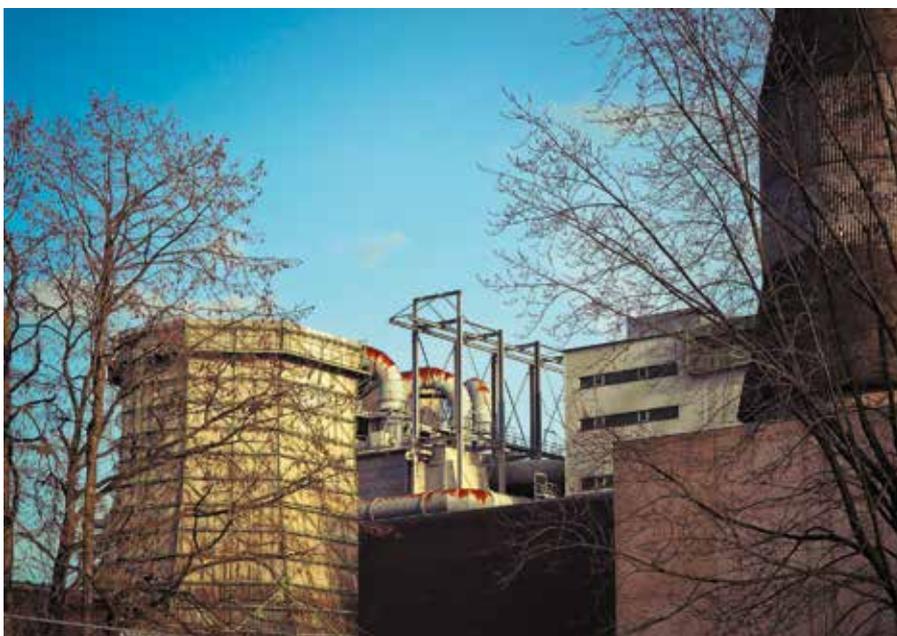
Кроме того, оборудование действующих ТЭС модернизируется с целью продления срока эксплуатации станций с минимальными издержками. Проекты в области возобновляемой энергетики реализуются без видимой связи с глобальным энергопереходом.

Однако несмотря на то что углеродоемкость пока не входит в состав КРП российских менеджеров, Российская Федерация вошла в список стран, которые правильно понимают Парижское соглашение и действительно собираются переводить свою экономику на рельсы низкоуглеродного развития.

1 ноября 2021 года правительство РФ утвердило Стратегию социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Ее цель – достижение углеродной нейтральности при устойчивом экономическом росте.

Стратегия содержит два возможных сценария. Первый – инерционный. Он включает в себя рост выбросов на 25% к 2050 году при неизменной поглощающей способности лесов, а углеродная нейтральность достигнута не будет.

Второй вариант (именно он взят за основу) – интенсивный (целевой). Он предполагает снижение выбросов на 79% от нынешнего уровня к 2050 году и рост поглощающей способности лесов



более чем в два раза. Ключевая задача этого способа заключается в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого экономического роста РФ в условиях глобальной трансформации энергетической отрасли.

Макроэкономические условия интенсивного сценария предусматривают опережающие темпы роста неэнергетического экспорта (до 4,4% ежегодно). Весомый вклад в развитие экономики будут вносить как опережающие темпы роста инвестиций в основной капитал (3,7% ежегодно), так и постоянное увеличение реальных располагаемых доходов (2,5% ежегодно).

Реализация поставленных целей будет нуждаться в серьезных капиталовложениях. Минэкономразвития оценивает затраты на снижение выбросов парниковых газов в 40–50 трлн руб. Эти средства потребуются для модернизации экономики, развития атомной энергетики и ВИЭ.

В список мероприятий по переходу к декарбонизированной экономике вошли:

- содействие внедрению, тиражированию и масштабированию низко- и безуглеродных технологий;
- стимулирование использования вторичных ресурсов;
- внесение изменений в законодательную базу;
- изменение таможенной и бюджетной политики;
- развитие «зеленого» финансирования;
- сохранение и увеличение поглощающей способности лесов и других экосистем;
- развитие технологии улавливания, хранения, использования и переработки углерода.

Каждая из предложенных мер достаточно дорогостоящая. Российским компаниям будет не так уж и просто принять новые правила игры. По оценкам экспертов, воздействие климатической повестки на структуру экспорта почувствуется примерно к 2030 году. В зону риска также могут попасть уголь, нефть и нефтепродукты.

После 2025 года Европейская комиссия может начать учитывать косвенные выбросы парниковых газов, которые связаны с выработкой энергии, покупаемой российскими компаниями-экспортерами для своих нужд. Это неизбежно отразится на поставках товаров из всех секторов экономики.

Следовательно, если российские энергокомпании не будут признаны ЕС достаточно «зелеными», от этого могут пострадать их потребители. Химические и металлургические предприятия могут утратить часть европейского рынка из-за высокого показателя углеродоемкости своей продукции.

Одна из важных задач для России состоит не столько в том, чтобы «озеленить» поставщиков электроэнергии, сколько в том, чтобы провести комплексную декарбонизацию электроэнергетической отрасли в целом. Это необходимо для того, чтобы углеродный след старых тепловых электростанций не стал приговором для экспортеров металлов и другого сырья.

Курс, взятый на декарбонизацию, приведет к кардинальным изменениям и даже может стать причиной некоторого дисбаланса. Но преимущество России состоит в том, что ее прочные макроэкономические институты создают предпосылки для того, чтобы успешно преодолеть все трансформации.

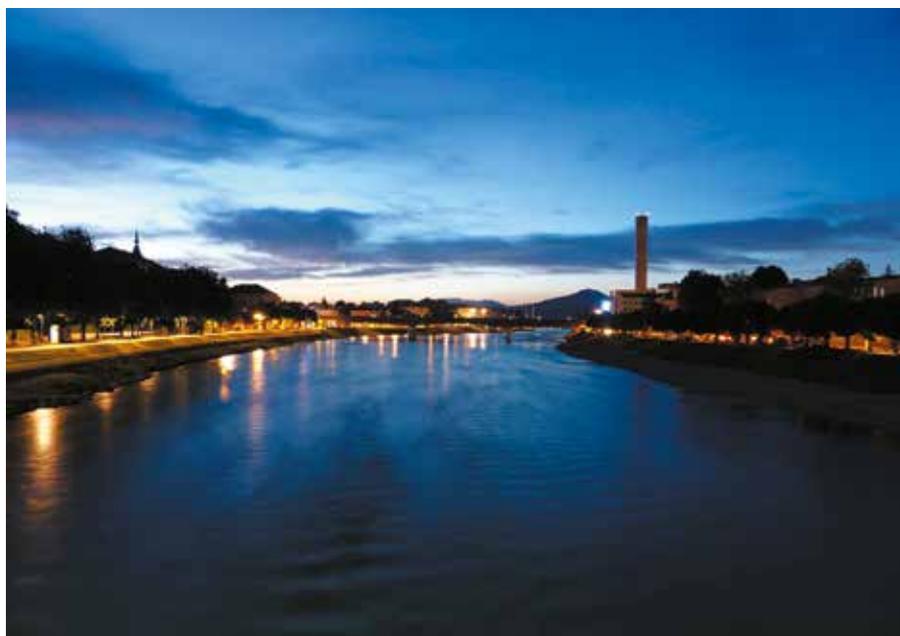
Кроме того, выбрав курс на ускоренную декарбонизацию, Россия в некоторых сферах сможет взять на себя роль мирового лидера. Например, использо-

вать опыт в сфере природного газа для разработки товарного низкоуглеродного водорода как альтернативного источника энергии.

Еще один вариант – не причиняющая ущерба климату добыча полезных ископаемых, которые используются в производстве металлов, востребованных на этапе перехода к низкоуглеродной экономике.

Российская Федерация также может занять лидирующие позиции в сфере инвестиций в эффективное ведение лесного хозяйства без причинения вреда окружающей среде.

Это может принести хорошие дивиденды российской экономике: от увеличения объемов хранения CO<sub>2</sub> до повышения пожаростойкости, устойчивости к вредителям и болезням лесных деревьев, которые создают угрозу для долгосрочной поглощающей способности лесов.



## Особенности механизма «прямой торговли» электроэнергией

В июле 2021 года Системный оператор ЕЭС, ПАО «ФСК ЕЭС» и национальный сетевой (системный) оператор энергосистемы Финляндии Fingrid Oyj подписали дополнительное соглашение к действующему с 01.05.2018 г. соглашению по использованию пропускной способности и осуществлению трансграничной торговли электроэнергией по трансграничным электрическим связям 400 кВ ПС Выборгская (Россия) – ПС Юлликяля/ПС Кюми (Финляндия).

Использование механизма «прямой торговли» дает возможность улучшить гибкость финской энергосистемы, которая необходима при вводе в эксплуатацию большого количества объектов «зеленой» энергетики.

Дополнительный договор призван усовершенствовать механизм «прямой торговли» электрической энергией, действующий с 2011 года. Стороны достигли договоренности об увеличении установленного основным соглашением диапазона почасовых поставок «прямой торговли» до 300 МВт/час при поставке электроэнергии из РФ в Финляндию и до 190 МВт/час при поставке электричества в обратном направлении.

Ранее эта величина составляла 140 МВт/час независимо от направления поставки.

Механизм «прямой торговли», который с 2014 года предусматривает двусторонние поставки электроэнергии через вставку постоянного тока на ПС «Выборгская» в энергосистеме Ленинградской области, дает возможность формировать объемы поставок электроэнергии между РФ и Финляндией в

заданном диапазоне в зависимости от текущих схемно-режимных условий и ценовых индикаторов, складывающихся на российском ОРЭМ и рынках электроэнергетики стран ЕС.

## Ветропарк с северным характером

На территории Мурманской области компания «Энел Россия» возводит ветропарк мощностью 201 МВт. Это крупнейшая строящаяся ветряная электростанция за полярным кругом. Проект реализуется в рамках соглашения о сотрудничестве в сфере развития ВИЭ, подписанного с правительством Мурманской области в ноябре 2018 года.

После ввода в промышленную эксплуатацию ветропарк сможет вырабатывать около 750 ГВт/час электроэнергии в год, ежегодно предотвращая выбросы в атмосферу около 600 тыс. тонн углекислого газа.

В июле минувшего года постановлением правительства Мурманской области инвестиционному проекту «Строительство и последующая эксплуатация ветропарка «Кольская ВЭС» присвоен статус стратегического инвестпроекта региона.

Электростанция будет расположена на продуваемом суровыми северными ветрами земельном участке площадью 257 га. Новый энергообъект оснащается 57 турбинами мощностью по 3,5 МВт.

Каждая ВЭУ состоит из башни высотой около 200 метров и высотой порядка 84 метров. На нее монтируется гондолой весом 68 тонн, в которую устанавливается трансмиссия и ступица. На завершающем этапе конструкцию дополняют три лопасти длиной по 65 метров.

Строительство ветропарка началось 19 сентября 2019 года. Возведение

«зеленой» электростанции в сложных климатических условиях стало для специалистов настоящим вызовом.

К примеру, для доставки трансформаторной подстанции весом 122 тонны строители были вынуждены возводить перекидной разборный мост через реку Канентъявр.

Для транспортировки гондол развезена специальная портовая и дорожная инфраструктура, а для того чтобы доставить на стройплощадку лопасти, на Кольском мосту была демонтирована опора системы освещения.

По состоянию на октябрь 2021 года на строительной площадке ветряной станции были смонтированы 30 ветроустановок. В октябре проводились взрывные работы для подготовки к возведению оставшихся ветряков.

Изначально пуск ветропарка в эксплуатацию был запланирован на декабрь 2021 года. Затем сроки ввода были перенесены на май 2022-го. «Энел Россия» объяснила отсрочку форс-мажорными обстоятельствами.

Именно так в компании охарактеризовали подтопление опор единственного транспортного пути, ведущего от Мурманского порта до строительной площадки, в июне 2020 года. Из-за чего была ограничена возможность перевозки крупногабаритных компонентов ветрогенератора. Вместо подтопленного моста весной 2021 года была возведена временная переправа.

Еще одним препятствием стала пандемия, вызванная распространением COVID-19. Коронавирусом заболели как сотрудники «Энел Россия», так и специалисты компаний-подрядчиков. Кроме того, в период локдауна и карантинных ограничений стало сложнее привлекать в Россию иностранных экспертов и проектный персонал.

«Энел Россия» обратилась в Наблюдательный совет «Совета рынков» с просьбой об отсрочке штрафов за опоздание с вводом ветропарка в эксплуатацию, что привело к недопоставке электроэнергии в период с декабря 2021 г. по февраль 2022 г.

11 января текущего года было принято решение о предоставлении отсрочки расчета и списания штрафов по ДПМ в отношении Кольского ветропарка в связи с наступлением обстоятельств непреодолимой силы.

В конце 2021 года компания «Энел Россия» и Мурманский государственный технический университет заключили соглашение о проведении совместной научно-исследовательской деятельности в сфере инноваций в энергетике, охраны окружающей среды, промышленной безопасности и развития электроэнергетического сектора.

Энергокомпания планирует принимать активное участие в разработке



## Во время перегрузки из активной зоны извлечено

### 163 тепловыделяющие сборки с топливом.

академических программ, организовывать прохождение производственной практики для студентов и стажировок для аспирантов учебного заведения.

Кроме того, поддержка профильного образования, запланированная «Энел Россия», предполагает выплату именных стипендий лучшим студентам и премий преподавателям вуза в рамках ежегодной программы по поддержке и развитию местных сообществ.

В компании считают важным развитие кадрового потенциала в регионе, где в сложных погодных условиях возводится крупный ветропарк, и настроены содействовать внедрению инновационных технологий для подготовки высококвалифицированных специалистов в сфере «зеленой» энергетики.

## Роботы на службе у мирного атома

25 декабря 2021 года после года прерванной эксплуатации был отключен от сети энергоблок № 6 Ленинградской атомной электростанции. Проверке подлежит корпус реактора, парогенераторы, паротурбинная установка, оборудование АСУ ТП, системы безопасности, а также главный циркуляционный трубопровод и относящиеся к нему насосы.

Все работы на энергоблоке проводятся в рамках планового капитального ремонта. Проверка целостности корпуса реакторной установки, изучение состояния металла и внутрикорпусного оборудования выполнены с помощью автоматизированных систем контроля и роботов.

В ходе проверки специалисты убедились в целостности главного оборудования энергоблока. Материал, из которого изготовлен реактор, сохранил свои свойства при эксплуатации в условиях высоких температур и радиации. Его дальнейшая надежная и безопасная работа гарантирована.

Робототехника используется в атомной энергетике уже давно. Роботы неоднократно демонстрировали стойкость к экстремальным внешним воздействиям. Автоматические устройства успешно

заменяют человека при выполнении трудоемких задач в условиях высокого радиационного фона. Например, во время контроля реакторного оборудования, в процессе загрузки-выгрузки ядерного топлива, при проведении ремонтных работ.

Преимущества роботов очевидны. Они мобильные и надежные, обладают способностью проникать в труднодоступные места и могут работать без перерывов. Но самое важное преимущество робототехники состоит в том, что она позволяет минимизировать дозовые нагрузки на персонал АЭС.

В рамках планового капремонта была проведена первая в истории энергоблока № 6 перегрузка ядерного топлива. Работа выполнена с целью замены отработавших сборок на новые. Кроме того, в активной зоне реактора представлены частично выгоревшие сборки, обновлены органы системы управления и защиты реакторной установки.

Во время перегрузки из активной зоны извлечено 163 тепловыделяющие сборки с топливом. После чего они были помещены в бассейн выдержки. По завершении проверки состояния корпуса реактора и его внутрикорпусного оборудования 115 кассет были

загружены обратно, а 48 – заменены свежими.

С целью обеспечения надежной биологической защиты персонала атомной станции работы по разделке топливныхборок проводились «мокрым» методом, который предполагает проведение всех манипуляций с кассетами под слоем воды с использованием перегрузочных машин. Персонал станции управляет всеми процессами в удаленном режиме.

Блоки ВВЭР отличаются от блоков РБМК тем, что все работы с ядерным топливом на них проводятся только при остановленном реакторе. Это объясняется особенностями их конструкции: водо-водяные реакторы похожи на сосуды, находящиеся под давлением. Их можно разуплотнить только при проведении ремонтных работ. В то время как конструкция канальных реакторных установок дает возможность перегружать отдельные технологические каналы на работающих на номинальной мощности реакторах.

11 января текущего года в плановый средний ремонт энергетики вывели энергоблок № 5 Ленинградской АЭС. По оценкам экспертов, радиационный фон на промплощадке и в зоне наблюдения станции не превышает естественные фоновые значения.

До завершения плановых ремонтных работ на энергоблоках № 5 и № 6 на ЛАЭС работают третий и четвертый блоки. Энергоблоки № 1 и № 2 остановлены для вывода из эксплуатации.

## Калининградские подстанции переведены на «цифру»

В 2021 году в Калининградской энергосистеме реконструированы и вве-



дены в эксплуатацию пять подстанций класса напряжения 110 кВ 110/15 кВ. Модернизация оборудования питающих центров увеличила их суммарную мощность в 1,5 раза.

Теперь мощность пяти ПС составляет 136 МВА. Они не только способны обеспечивать электроэнергией пять городских округов региона, но и создают 22 МВА резервной мощности для присоединения к сетям новых потребителей.

В процессе реконструкции на подстанциях установлено современное силовое оборудование и коммутационные устройства преимущественно отечественного производства. Энергетики внедрили технологические решения на базе «цифры», которые обеспечивают наблюдаемость и позволяют контролировать рабочие процессы в удаленном режиме. АСУ способны обрабатывать более 8,7 тыс. сигналов.

Кроме того, на объектах установлены многофункциональные измерительные приборы, современные счетчики электроэнергии, а также микропроцессорная релейная защита. Все питающие центры автоматизированы. Данные о рабочих параметрах передаются по цифровым каналам связи в диспетчерские центры.

В модернизацию оборудования пяти подстанций инвестировано 2,5 млрд руб. Все работы выполнены в рамках программы по реконструкции и развитию электросетевой инфраструктуры Калининградской области – самой масштабной программы в России по набору мероприятий и объему финансирования, которое выделяется на один объект.

- Подстанция 110 кВ «Ладушкин» – центр питания одноименного городского округа. Обеспечивает элек-

троэнергией город Ладушкин, 16 населенных пунктов и 52 социально значимых объекта, в том числе Ушаковского ветропарка. В модернизацию ПС было инвестировано 677,87 млн руб. В результате реконструкции мощность подстанции увеличилась с 20 до 32 МВА.

- Электрическая подстанция с рабочим напряжением 110/15 кВ «Багратионовск» поставляет электричество в одноименный город, питает 22 ближайших поселка и 52 объекта социальной сферы, в том числе фармпредприятие ООО «Инфамед К» и производственные мощности ООО «Багратионовский мясокомбинат». На реконструкцию питающего центра было потрачено 487,28 млн руб. После модернизации мощность энергообъекта увеличилась на 12 МВА и составила 32 МВА.
- Подстанция «Озерки» питает город Гвардейск, 9 поселков и 16 социально значимых объектов, расположенных на территории Гвардейского городского округа, в том числе завод ООО «Техноленд» и производственные цеха старейшего в регионе производителя колбас и мясных деликатесов «Гвардейского мясокомбината». Выполненный проект по модернизации подстанционного оборудования увеличил мощность энергообъекта с 12,6 до 20 МВА. Стоимость реконструкции оценивается в 477,89 млн руб.
- Питающий центр в Славске поставляет энергию в город, потребителей в 18 поселках, а также обеспечивает электричеством 19 объектов социальной инфраструктуры и крупные сельскохозяйственные предприятия, действующие на территории Славского района. В модернизацию подстанции инвестировано 293,58 млн руб. Обновление оборудования увеличило мощность трансформаторов с 12,6 до 20 МВА.
- ПС «Полесск» питает город, 32 поселка, 47 объектов, среди которых предприятия пищевой промышленности, рыбоконсервный и мясоперерабатывающий заводы. На реконструкцию инвестор выделил 555,1 млн руб. После модернизации мощность питающего центра возросла с 20 до 32 МВА.

В течение пяти лет калининградские энергетики построили и реконструировали около 1 500 км ЛЭП, возвели и модернизировали восемь питающих центров класса напряжения 110/15 кВ, в том числе с внедрением цифровых технологий. Общая мощность трансформаторов составляет 346 МВА. На эти цели направлено 22,17 млрд руб.



## +1 высокотехнологичная подстанция

Санкт-Петербург, как и любой современный мегаполис, нуждается в надежном энергоснабжении и развитой энергетической инфраструктуре. С этой целью в декабре минувшего года в Центральном районе Северной столицы был введен в работу высокоавтоматизированный питающий центр.

ПС 110 кВ названа в честь известного русского инженера-энергетика Г.О. Графтио. С его именем тесно связаны важные события в истории отечественной энергетики и городского транспорта. Он был в числе строителей первых гидроэлектростанций СССР, проектировал Волховскую ГЭС, которой в 2021 году исполнилось 95 лет.

«Графтио» стала восьмой по счету автоматизированной энергоподстанцией, введенной в эксплуатацию на территории Санкт-Петербурга за последние три года. Модернизация сетевого комплекса и поэтапный перевод городского хозяйства на цифровую модель проводится с учетом концепции «Цифровая трансформация 2030».

По оценкам специалистов, в полную реконструкцию «Графтио» компания «Россети Ленэнерго» инвестировала более 1,14 млрд руб. Подстанция стала самым современным энергообъектом города в своем классе по совокупности использованных решений.

Силовое оборудование установлено в закрытых помещениях. Это обеспечивает пожаробезопасность, снижает уровень шума и минимизирует риски технологических нарушений из-за сложных погодных условий.

Все производственные процессы на новом объекте электросетевой инфраструктуры полностью автоматизированы. Здесь реализован третий (самый высокий) уровень интеллектуальной работы с цифровым обменом данными, поэтому в круглосуточном присутствии персонала на площадке нет необходимости.

Для контроля работы оборудования используется автоматизированная система удаленного мониторинга и диагностики. Данные о любых отклонениях от нормального режима оперативно поступают на диспетчерский пульт по цифровым каналам связи.

Для дополнительной защиты программно-технические средства в составе АСУ оснащены встроенными функциями самодиагностики. Многие элементы технологической и интеллектуальной оснастки подстанции изготовлены на предприятиях Санкт-Петербурга. На долю российского оборудования, использованного при монтаже питающего центра, приходится более 50%.

Ввод энергообъекта в эксплуатацию позволил улучшить качество электро-

снабжения многоквартирных домов и зданий социальной инфраструктуры. Кроме того, «Графтио» выступает в роли резервной для трех станций метро и социально значимых предприятий, которые сейчас получают электроэнергию от другого источника.

Энергетики уже подключили к подстанции новую сцену Малого драматического театра. Обладая резервом мощности в 30 МВА, питающий центр позволяет обеспечивать технологическое присоединение новых потребителей, повышает инвестиционную привлекательность региона и закладывает прочный фундамент для развития Центрального района.

## «Умные» счетчики получают новые чипы

Осенью 2021 года российская компания GS Group приступила к выпуску интегральных микросхем, предназначенных для установки в «умные» приборы учета электрической энергии.

Производственные мощности развернуты на базе предприятия по разработке, корпусированию и тестированию микроэлектронной продукции GS Nanotech, входящего в состав холдинга GS Group.

GS Nanotech расположен на территории крупнейшего в России частного инновационного кластера радиоэлектронной промышленности «Технополис GS» (флагманского инвестиционного проекта GS Group), который находится в Калининградской области.

После сертификации в качестве электронной компонентной базы (ЭКБ) российского производства первыми на рынок были выпущены микросхемы энергонезависимой памяти и интерфейсные микросхемы протоколов связи.

Устройства предназначены для обеспечения функциональности интеллектуальных счетчиков в части контроля расхода электричества, дистанционной передачи данных с прибора учета в энергокомпанию, а также удаленного контроля наличия напряжения на объекте абонента.

Начало серийного производства микроконтроллеров запланировано на I квартал текущего года. Массовый выпуск продукции стартует после того, как будет завершена разработка прибора учета на основе этого микроконтроллера и счетчик пройдет процедуру сертификации.

Использование отечественных компонентов позволит производителям приборов учета электроэнергии реализовывать в уже существующих и создаваемых моделях новые функции, которые обеспечивают достоверность, своевременность, надежность и безопасность передачи данных об объемах энергопотребления.

Кроме того, это будет способствовать удовлетворению существующих требований к уровню локализации устройств.

В комплект электронных компонентов входят интегральные микросхемы различного назначения. Это могут быть интерфейсные микросхемы протоколов связи, микроконтроллеры и микросхемы энергонезависимой памяти.

Холдинг работает над проектом по производству локализованных комплексных решений для создания интеллектуальных приборов учета электроэнергии с 2020 года. Производственные мощности GS Nanotech позволяют выпускать более 3 млн ЭКБ ежегодно.

В соответствии с ФЗ № 522 от 27.12.2018 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии



(мощности) в Российской Федерации», в стране требуют замены либо подлежат первичной установке на разных объектах около 80 млн «умных» электросчетчиков. Средняя стоимость такого прибора составляет 4 тыс. руб.

В компании потенциал рынка оценивают в 320 млрд руб. При максимальной стоимости чипа для интеллектуального прибора учета до 200 рублей за единицу предельный потенциал рынка таких чипов составляет порядка 16 млрд руб.

## Виртуальная реальность для безопасности АЭС

«Концерн Росэнергоатом» установил на Ленинградской АЭС VR-тренажер, разработанный для виртуального обучения работников электроцеха основам эксплуатации и обслуживания КРУ-10 кВ.

Программно-аппаратный комплекс позволяет с помощью специального шлема и контроллеров, выполняющих функцию рук, не только увидеть обслуживаемое оборудование в виртуальном мире, но и отработать в безопасном режиме весь комплекс операций, которые выполняет специалист в процессе реальной работы.

Еще одно преимущество VR-тренажера заключается в возможности визуализировать все последствия допущенных ошибок. Цифровое решение позволяет существенно сократить время обучения, улучшить качество подготовки специалистов, повысить уровень квалификации персонала АЭС, а также свести к минимуму вероятность несчастных случаев.

Уникальное цифровое оборудование разработано специалистами компании «КРОК Иммерсивные технологии» на базе импортозамещенной операционной системы Astra Linux в ходе реализа-

ции программы цифровизации атомной энергетики.

VR-тренажер содержит шесть целевых сценариев, которые позволяют электротехническому персоналу отбатывать практически навыки и приобретать ценный опыт в эксплуатации и обслуживании оборудования атомной станции в виртуальном мире.

Раньше работники АЭС проходили обучение или повышали квалификацию во время производственного процесса. Это было небезопасно и крайне неудобно поскольку специалисты были вынуждены ждать вывода энергоблока в плановый ремонт или обучаться в зоне контролируемого доступа с жестким ограничением по времени.

Программно-аппаратный комплекс представляет собой цифровую копию двух основных локаций станции электростанции. Он содержит более 500 моделей оборудования, помещений и инструментов, которые используются в реальности.

Тренажер запрограммирован с учетом действующих инструкций и регламентов. Все сценарии полностью соответствуют бланкам и программам переключений.

В процессе обучения человек погружается в полноценную виртуальную версию реального рабочего места и получает возможность отработать все регламентные действия до автоматизма.

Это позволяет детально проработать каждое движение и принятое решение, выполнить работу над ошибками, повысить уровень осознанности действий и снизить риски возникновения аварийных ситуаций.

Планируется, что ежегодно на VR-тренажере будут проходить обучение до 1 тыс. специалистов. Результаты обучения и тестирования автоматически формируются в отчеты и направляются руководителю.

Управление виртуальным комплексом осуществляется из тренинг-модуля, в котором инструктор устанавливает сценарии и отслеживает статистику по каждому специалисту.

В дальнейшем на VR-тренажере будут разработаны другие программы по разным направлениям деятельности для обучения и повышения квалификации работников других специальностей.

Цифровые технологии особенно востребованы там, где ошибки персонала в ходе обучения на действующем оборудовании могут привести к нежелательным последствиям.

«Росэнергоатом» планирует изучить опыт использования программно-аппаратного комплекса, оценить его эффективность для обучения специалистов на опыте ЛАЭС. После чего будет принято решение о масштабировании технологии и возможности ее использования на других атомных станциях.





## DRSK фиксирует рост энергопотребления

По итогам 2021 года АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (входит в Группу РусГидро) отмечает рост потребления электрической энергии сразу в нескольких регионах присутствия: в Амурской области, Приморском, Хабаровском крае и в южной части Республики Саха (Якутия).

Объем услуги по передаче электроэнергии в 2021 году составил более

23,8 миллиарда кВт·ч (наибольший, за всю историю компании), что на 3,2% выше факта 2020 года, за счет увеличения электропотребления крупными предприятиями горнорудной и нефтеперерабатывающей промышленности, предприятиями малого бизнеса и населением.

Наибольшая динамика роста объемов услуги по передаче электроэнергии зафиксирована в филиале «Южно-Якутские электрические сети» – плюс 8,8%, что обусловлено увеличением электропотребления потребителями энергосбытовой организации ООО «Русэнергоресурс» (+26% по отношению к 2020 году) за счет ввода в 2021 году новых мощностей по объектам УК «Колмар».

Стоит отметить, что рост электропотребления населением и предприятиями малого бизнеса зафиксирован во

всех регионах присутствия АО «DRSK», а вот рост по крупным потребителям отмечается только в Южно-Якутском энергорайоне и Хабаровском крае.

Кроме того, при росте объемов передачи электроэнергии по электрическим сетям АО «DRSK» в 2021 году достигнуто снижение уровня фактических потерь на 0.17% (составили 7,12%) за счет выполнения мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности компании, а также выявлению неучтенного потребления.

В целом в компании отмечают ежегодный рост энергопотребления в регионах не только за счет роста промышленного производства, но и из-за увеличения количества точек присоединения потребителей к электрическим сетям.

Так, в 2021 году АО «DRSK» подключило более 11 тысяч новых потребителей – это на 20% больше, чем в 2020-м. В их числе большое количество предприятий и объектов, имеющих важное значение для социально-экономического развития регионов. Общая мощность присоединения к электрическим сетям компании составила 347 МВт.



### Справка о компании

АО «DRSK» (входит в Группу РусГидро) осуществляет свою деятельность на территории Амурской области, Приморского края, Хабаровского края, Еврейской автономной области, а также юга Республики Саха (Якутия). Общая площадь указанных регионов составляет 1604,3 тыс. км<sup>2</sup>, численность населения – свыше 4,2 млн человек. В обслуживании компании 58983 км линий электропередачи напряжением 0,4–110 кВ, 720 подстанций (общее количество ПС и ТП 12191 шт.), установленная мощность 16028 МВА. Головной офис компании расположен в г. Благовещенске Амурской области.

РусГидро – крупнейшая по установленной мощности российская энергетическая компания, объединяющая более 400 объектов генерации. РусГидро – первая в стране и третья в мире компания в отрасли гидроэнергетики, лидер по производству энергии на базе возобновляемых источников в России. Установленная мощность электростанций, входящих в состав РусГидро, составляет 38,2 ГВт, в том числе на Дальнем Востоке – свыше 12 ГВт; тепловая мощность – более 18000 Гкал/час. Также РусГидро обеспечивает передачу электроэнергии (активы группы в регионе включают более 104 тысяч километров электрических сетей) и ее сбыт конечному потребителю.

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

Пресс-служба АО «DRSK»

# Обзор электроэнергетики Дальневосточного федерального округа

■ Сергей Олейников

Дальний Восток обладает богатым ресурсным потенциалом. Сегодня в регионе реализуются проекты, способные изменить его облик и сделать одним из экономических центров России. Однако этому препятствует неразвитость транспортной, энергетической и электросетевой инфраструктуры округа.

## Структура энергетического комплекса ДФО

Энергетический комплекс Дальневосточного ФО уникален тем, что состоит из множества энергетических «островов». По оценкам аналитиков, около 35% территории округа с населением 3 млн человек находится в зоне децентрализованного энергоснабжения.

До удаленных населенных пунктов, рассредоточенных по огромным неосвоенным пространствам, не дотягиваются линии электропередач Единой энергосистемы России. Поэтому их энергоснабжение организуется локально.

Это практически весь Крайний Север и приравненные в нему территории. В таких местах энергию вырабатывают системы автономного энергоснабжения и местные объекты генерации, а топливо для дизель-генераторных установок поставляется из других регионов страны.

По территориально-технологическим причинам изолированно от ЕЭС России и энергосистем соседних дальневосточных регионов функциониру-

ют энергетические системы четырех субъектов РФ в составе ДФО – Камчатского края, Чукотского автономного округа, Сахалинской и Магаданской областей. При этом каждой из них свойственны свои отличительные особенности.

**Энергосистема Сахалина.** Сахалинская область – единственный регион России, полностью расположенный на островах. Это накладывает свой отпечаток на уровень развития электросетевой инфраструктуры. Поэтому в регионе нет единой энергосистемы, охватывающей всю его территорию.

Энергоснабжение потребителей области обеспечивают несколько локальных энергорайонов и энергоузлов. В число наиболее крупных из них входят:

- Центральный энергорайон расположен в центральной и южной части острова Сахалин. Территория является зоной диспетчерской ответственности ПАО «Сахалинэнерго». Региональная энергокомпания обеспечивает централизованное электроснабжение 17 из 21 муниципальных образований Сахалинской области.

Установленная мощность эксплуатируемых компанией объектов генерации составляет 575,24 МВт, тепловая – 783,5 Гкал/час. Передача и распределение электроэнергии производится по электрическим сетям напряжением 0,4–220 кВ протяженностью более 7 тыс. км.

На долю Центрального энергорайона приходится около 88% выработки электроэнергии в регионе. Основные источники генерации:

- Южно-Сахалинская ТЭЦ-1 (установленная мощность 455,24 МВт, тепловая – 783,5 Гкал/час);
- Сахалинская ГРЭС-2 (установленная мощность 120 МВт);
- Ногликская ГЭС (установленная мощность 48 МВт). Станция будет выведена из эксплуатации после строительства в Ногликах новой ГТЭС мощностью 67,5 МВт;
- Две блок-станции в г. Холмске и Томари.

«Дочка» энергокомпания – АО «Новиковская дизельная электрическая станция» – поставляет электроэнергию потребителям изолированного Новиковского энергорайона. Эксплуатирует дизельную электростанцию мощностью 4,508 МВт и две ветроэнергетические установки мощностью 0,45 МВт.

Географически Центральный энергорайон можно разделить на три энергоузла. Их границы определяются степенью концентрации потребителей электроэнергии – Ногликский, центральный и южный энергоузлы.

Ногликский соединен с центральным энергоузлом Центрального энергорайона воздушной линией класса напряжения 110 кВ «Ногликская – Тымовская».

Центральный и южный энергоузлы соединены между собой двумя ВЛ 220 кВ «Ильинская – Красногорская» и ВЛ 220 кВ «Сахалинская ГРЭС – Ильинская».

- Северный энергорайон располагается в северной части острова Сахалин. Обеспечивает электроснабжение на территории городского округа «Охинский». Основным и единствен-



## Вся территория Чукотского АО относится к районам Крайнего Севера, а половина его

лежит за Полярным кругом.

ным источником активной мощности энергорайона является Охинская ТЭЦ (99 МВт).

- Новиковский энергоузел расположен в южной части острова Сахалин. Питает село Новиково Корсаковского городского округа. Единственный источник генерации – Новиковская ветродизельная электростанция мощностью 4,96 МВт. Это еще один из немногих примеров изолированного микрогрида с гибридной генерацией, в котором ветроэлектрические установки нужны для снижения расхода дизтоплива.
- Энергорайон «Сфера» создан для энергоснабжения пяти жилых микрорайонов Южно-Сахалинска. Электроэнергию вырабатывают две мини-ТЭЦ «Сфера» и «Сфера-2», построенные на базе газопоршневых и дизельных установок. Общая мощность объектов генерации составляет 7,2 МВт.
- Северо-Курильский энергоузел обеспечивает электроэнергией потребителей на о. Парамушир. Общая установленная мощность генерирующих объектов составляет 7,11 МВт. Энергоузел состоит из дизельной электростанции г. Северо-Курильска, Северокурильских МГЭС-1 и МГЭС-2, соединенных между собой ЛЭП класса напряжения 6 кВ.
- Курильский энергоузел питает жилые дома, объекты социальной сферы и предприятия, расположенные на о. Итуруп. В структуру энергоузла входят дизельные электростанции сел Китовое и Рейдово, связанные между собой ЛЭП напряжением 6 и 35 кВ, а также три небольшие ДЭС, построенные в селах Горное и Буревестник. Суммарная установленная мощность объектов генерации составляет 14,02 МВт.
- Южно-Курильский энергоузел обеспечивает электроснабжение островов Кунашир и Шикотан. Состоит из двух энергоузлов, в составе которых функционируют ветродизельная электростанция «Головнино», дизельные энергообъекты и Менделеевская ГеоТЭС.

### Энергетика Камчатского края.

Особенность энергетического сектора

Камчатки состоит в том, что он разделен на множество не связанных друг с другом энергоузлов, в которых задействованы разные виды генерации. На территории Камчатского края эксплуатируются тепловые и геотермальные электростанции, ГЭС, ветроэнергетические комплексы и большое количество дизельных станций.

В рамках комплексного развития территории Камчатского края с использованием возобновляемых экологически чистых энергоресурсов рек в разные годы рассматривалась возможность строительства каскада ГЭС на реке Жупанова. Впервые об этом заговорили еще в конце 80-х годов прошлого века.

По мнению некоторых экспертов, ввод в эксплуатацию новых гидроэлектростанций позволит существенно снизить себестоимость производства электроэнергии и отпускной тариф для потребителей, что, в свою очередь, даст толчок к развитию экономики региона.

В 2018 году Китайская инвестиционная компания Harbin ZhongJiGuoNeng Investment Corporation (ZJGN) подтвердила намерение построить гидроэлектростанцию на реке Жупанова и заявила о готовности инвестировать в

реализацию масштабного проекта собственные средства.

Однако идею строительства ГЭС поддержали не все. Специалисты из Министерства природных ресурсов и ПАО «РусГидро» неоднократно заявляли, что работа каскада может негативно отразиться на уникальном природном комплексе региона и оказать воздействие на территорию Кроноцкого биосферного заповедника, который входит в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

В 2021 году стало известно, что из-за угрозы изменения экосистемы региона, потери рекреационного и рыбопромыслового потенциала реки, строительство каскада ГЭС не планируется. Цену, которую должна заплатить природа, сочли слишком высокой. Особенно при наличии других, более экологически безопасных источников энергии – ветровых и геотермальных.

### Энергетика Чукотского автономного округа.

Вся территория Чукотского АО относится к районам Крайнего Севера, а половина его лежит за Полярным кругом. Из-за большой площади региона, суровых климатических условий и низкой плотности населения энергосистема Чукотки разделена на три энергорайона, которые функционируют локально.

- Чаун-Билибинский энергорайон. Выработку электроэнергии обеспечивают три энергообъекта – ПАТЭС «Академик Ломоносов», Билибинская АЭС и Чаунская паротурбинная теплоэлектроцентраль общей мощностью 136 МВт.

Нагрузка по энергоузлу в зимний период – в основном бытовая, в летний период преобладают предприятия горнодобывающей промышленности.

- Анадырский энергорайон включает в себя Анадырскую ТЭЦ и Ана-



дырскую газомоторную ТЭЦ общей мощностью 68,25 МВт. Кроме того, в составе энергоузла функционирует ветроэлектростанция, несколько ДЭС и котельных.

- Эгвекинотский энергорайон включает в себя конденсационную электростанцию мощностью 30 МВт с электрическими сетями класса напряжения 110/35/6/0,4 кВ.

Кроме трех энергорайонов, на Чукотке действует зона децентрализованного энергоснабжения, состоящая из множества мелких энергоузлов на базе дизельных электростанций. Они обеспечивают электричеством удаленные поселки и предприятия по добыче полезных ископаемых.

Характерная особенность энергосистемы Чукотского АО состоит в практически полном отсутствии возможности реализации неустраиваемой мощности, за исключением поставок в соседнюю Республику Саха (Якутия).

**Энергосистема Магаданской области.** Централизованное энергоснабжение на территории региона осуществляют четыре крупных объекта генерации:

- Магаданская ТЭЦ (электрическая мощность 96 МВт, тепловая – 563,8 Гкал/час);
- Аркагалинская ГРЭС (электрическая мощность 224 МВт, тепловая – 194 Гкал/час);
- Колымская ГЭС (установленная мощность 900 МВт);
- Усть-Среднеканская ГЭС (электрическая мощность 427,5 МВт).

Населенные пункты Северо-Эвенского городского округа, п. Талая, Атка Хасынского городского округа, п. Мадаун Тенькинского городского округа, с. Тахтоямск, Ямск Ольского городского округа относятся к зоне децен-

трализованного электроснабжения и питаются от собственных локальных систем электроснабжения. Электроэнергия производится на дизельных электростанциях и является базовым видом энергии, обеспечивая функционирование всех систем жизнеобеспечения.

Забайкальский край и Республика Бурятия географически расположены на территории ДФО. Однако энергосистемы этих регионов функционируют в составе объединенной энергетической системы Сибири.

Режимом работы энергообъединения управляет филиал АО «СО ЕЭС» «ОДУ Сибири». Оперативно-диспетчерское управление энергосистемами Бурятии и Забайкальского края осуществляют два филиала Системного оператора:

**Бурятское РДУ** управляет объектами электроэнергетики, расположенными на территории Республики Бурятия. Площадь операционной зоны составляет 351,3 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает около 1 млн человек.

По состоянию на 1 января 2022 года к объектам диспетчеризации филиала относятся девять электростанций суммарной мощностью 1 489,8 МВт. В число наиболее крупных из них входят:

- Гусиноозерская ГРЭС (электрическая мощность 1 190 МВт, тепловая – 224,5 Гкал/час). Филиал АО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- Улан-Удэнская ТЭЦ-1 (электрическая мощность – 148,77 МВт, тепловая – 688 Гкал/час). Собственник электростанции ПАО «ТГК-14»;
- ТЭЦ Селенгинского ЦКК (электрическая мощность 33 МВт).

По данным АО «СО ЕЭС», в региональной энергосистеме также функционируют:

- 119 ЛЭП класса напряжения 220–110 кВ;
- 109 трансформаторных подстанций и распределительных устройств электростанций напряжением 220–110 кВ суммарная мощность трансформаторов составляет 5 778 МВА.

**Забайкальское РДУ.** В диспетчерском подчинении филиала находятся объекты электроэнергетики Забайкальского края. На территории операционной зоны площадью 431,5 тыс. км<sup>2</sup> проживает 1,1 млн человек.

По состоянию на 01.01.2022 г. в управлении и ведении Забайкальского РДУ находятся 10 энергообъектов суммарной установленной мощностью 1 643,8 МВт. Самые крупные из них:

- Харанорская ГРЭС (электрическая мощность 665 МВт, тепловая – 329,3 Гкал/час). Входит в состав АО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- Читинская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 452,8 МВт, тепловая – 1 072 Гкал/час). Собственник электростанции ПАО «ТГК-14»;
- ТЭЦ ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (установленная мощность 410 МВт).

В 2021 году в Чите завершено строительство первой очереди солнечной электростанции. Ее мощность составляет 20 МВт. Пуск второй очереди Читинской СЭС мощностью 15 МВт запланирован на II квартал текущего года. Инвестор и генеральный подрядчик «зеленого» проекта – структуры ГК «Хевел».

По оценкам аналитиков, объем выработки электроэнергии, после ввода в эксплуатацию второй очереди, составит 40,5 млн кВт\*ч. Солнечная генерация позволит сократить выбросы в атмосферу парниковых газов на 14 тыс. тонн в год и сделает электроснабжение Читы более качественным.

На период строительства электростанции в регионе создано более 100 временных рабочих мест. 15 квалифицированных специалистов будут обеспечивать работу энергообъекта на постоянной основе.

«Хевел» строит в Забайкалье еще одну СЭС – Чернявскую. Солнечная станция мощностью 35 МВт также будет запущена в работу в 2022 году. Прогнозная годовая выработка этого энергообъекта составит 40,5 млн кВт\*ч.

Забайкалье входит в список самых солнечных регионов России, поэтому инвесторы заинтересованы в строительстве таких электростанций. Помимо этих двух СЭС местные власти планируют построить до 2024 года еще пять станций. Суммарная мощность семи энергообъектов составит 313,5 МВт. Общая стоимость «зеленых» проектов оценивается в 30 млрд руб.



ГК «Хэвел» получит преференции по налогам и будет работать в условиях упрощенных процедур согласования проектов. Новые объекты генерации будут обеспечивать энергоснабжение неэлектрифицированных населенных пунктов, животноводческих стоянок, развивающихся городских районов, испытывающих острый дефицит электричества.

По состоянию на 01.01.2022 г. электросетевой комплекс в составе энергосистемы Забайкальского края формируют:

- 1 ЛЭП класса напряжения 220 кВ, выполненная в габаритах 500 кВ;
- 50 ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 88 ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 93 объекта диспетчеризации напряжением 110–220 кВ с суммарной мощностью трансформаторов 7877 МВА.

В южных регионах округа сформирована развитая генерирующая и электросетевая инфраструктура. Энергосистемы пяти субъектов РФ – Амурской области, Еврейской автономной области, Республики Саха (Якутия), Приморского и Хабаровского края формируют объединенную энергетическую систему Востока.

Ее особенность состоит в том, что на долю коммунально-бытовой нагрузки приходится около 25% от общего количества электропотребления. Это один из самых высоких показателей в ЕЭС России.

Режимами работы региональных энергосистем в составе ОЭС Востока управляют четыре филиала Системного оператора:

**Амурское РДУ** устанавливает режим работы и осуществляет функции диспетчерского управления объектами электроэнергетики, действующими в энергосистеме Амурской области. Операционная зона филиала охватывает территорию 361,9 тыс. км<sup>2</sup>. В регионе проживает 782 тыс. человек.

Под управлением Амурского РДУ функционируют энергообъекты суммарной мощностью 4 147 МВт. В число самых крупных из них входят:

- Благовещенская ТЭЦ (электрическая мощность 404 МВт, тепловая – 1 005,6 Гкал/час). Входит в состав АО «Дальневосточная генерирующая компания» (входит в группу «РусГидро»), филиал «Амурская генерация».
- Бурейская ГЭС (установленная мощность 2010 МВт). Электростанция входит в Бурейский каскад ГЭС;
- Нижне-Бурейская ГЭС (установленная мощность 320 МВт);
- Зейская ГЭС (установленная мощность 1 330 МВт).

Все гидроэлектростанции являются филиалами ПАО «РусГидро».

В электроэнергетический комплекс Амурской области также входят:

- 2 309,7 км ЛЭП класса напряжения 110 кВ;

- 6 041,7 км ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 1 492,8 км ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- трансформаторные подстанции и распределительные устройства объектов генерации с суммарной мощностью трансформаторов 9 266,8 МВА.

**Приморское РДУ.** В управлении и ведении филиала Системного оператора находятся объекты электроэнергетики, расположенные на территории Приморского края. Площадь операционной зоны составляет 164,7 тыс. км<sup>2</sup>, в городах и населенных пунктах проживает 1,879 млн человек.

Как следует из данных, опубликованных на сайте АО «СО ЕЭС», по состоянию на 01.01.2022 г. под управлением Приморского РДУ действуют объекты генерации суммарной электрической мощностью 2759 МВт.

Основной источник электроэнергии в регионе – Приморская ГРЭС. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 1 467 МВт. Это самая мощная тепловая станция (и вторая по мощности, после Бурейской ГЭС) в Дальневосточном федеральном округе.

В структуру электроэнергетического комплекса Приморского края также входят:

- 2 168,4 км ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 2 563,4 км ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 1 070,8 км ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- Трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций с общей мощностью трансформаторов 14 073,4 МВА.

**Хабаровское РДУ.** Структурное подразделение Системного оператора



ра осуществляет оперативно-диспетчерское управление работой объектов электроэнергетики, которые находятся на территории двух субъектов Российской Федерации – Хабаровского края и Еврейской автономной области. Площадь операционной зоны составляет 823,9 тыс. км<sup>2</sup>, на ее территории проживает 1,459 млн человек.

Под управлением Хабаровского РДУ находятся электростанции установленной мощностью 2 178,7 МВт. Наиболее крупными из них являются объекты генерации, которые входят в состав филиала «Хабаровская генерация» АО «ДГК»:

- Амурская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 285 МВт, тепловая – 1 169 Гкал/час);
- Комсомольская ТЭЦ-2 (электрическая мощность 197,5 МВт, тепловая – 545 Гкал/час);

- Комсомольская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 360 МВт, тепловая – 520 Гкал/час);
- Хабаровская ТЭЦ-1 (электрическая мощность 435 МВт, тепловая – 1 200,2 Гкал/час);
- Хабаровская ТЭЦ-3 (электрическая мощность 720 МВт, тепловая – 1 040 Гкал/час).

На территории операционной зоны филиала также находятся:

- 2 616,7 км ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 4 426,7 км ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- 1 162,9 км ЛЭП класса напряжения 500 кВ;
- Трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций с суммарной мощностью трансформаторов 10 307,2 МВА.



**Якутское РДУ** управляет энергообъектами в составе региональной энергосистемы Республики Саха (Якутия). Территория операционной зоны охватывает крупнейший субъект РФ площадью 3 083 523 тыс. км<sup>2</sup> с населением 985 тыс. человек.

В управлении и ведении филиала АО «СО ЕЭС» находятся объекты электроэнергетики установленной мощностью 2 031,4 МВт. В число наиболее крупных их них входят:

- Каскад Вилюйских ГЭС (суммарная действующая мощность 957,5 МВт);
- Нерюнгринская ГРЭС (электрическая мощность 570 МВт, тепловая – 820 Гкал/час). Входит в состав АО «ДГК»;
- Светлинская ГЭС (электрическая мощность 277,5 МВт). Гидроэлектростанция является второй ступенью каскада Вилюйских ГЭС. Находится в собственности АО «Вилюйская ГЭС-3», дочернее общество компании АЛРОСА;
- Якутская ГРЭС (электрическая мощность 170,087 МВт, тепловая – 661 Гкал/час). Крупнейший энергообъект Якутска, одна из наиболее мощных газотурбинных электростанций России входит в группу «РусГидро»;
- Якутская ГРЭС Новая (Якутская ГРЭС-2). Электрическая мощность объекта генерации составляет 193,48 МВт, тепловая – 469 Гкал/час. Электростанция эксплуатируется ПАО «Якутскэнерго». Энергокомпания входит в группу «РусГидро».

Электроэнергетическую инфраструктуру региональной энергосистемы формируют:

- 3 249,8 км ЛЭП класса напряжения 110 кВ;
- 6 624,2 км ЛЭП класса напряжения 220 кВ;
- Трансформаторные подстанции и распределительные устройства электростанций с суммарной мощностью трансформаторов 6 091,5 МВА.

В структуре генерирующих мощностей ОЭС Востока преобладает тепловая генерация. Установленная мощность ТЭС составляет 6 648,59 МВт (59,01%). Оставшиеся 4 617,5 МВт (40,99%) приходится на долю гидроэлектростанций. Атомные, солнечные и ветряные станции в структуре установленной мощности объединенной энергосистемы отсутствуют.

Ключевые источники электроэнергии расположены на западе ОЭС Востока. В то время как основные районы энергопотребления находятся в ее юго-восточной части. Эта особенность энергосистемы объясняет большую протяженность ЛЭП.

## ОЭС Востока в 2021 году

По данным АО «СО ЕЭС», на 01.01.2021 г. установленная мощность электростанций в составе ОЭС Востока составляла 11 116,09 МВт.

**Ввод нового генерирующего оборудования.** 20 апреля в энергосистеме Амурской области была введена в эксплуатацию Свободненская ТЭС мощностью 160 МВт. Тепловая мощность нового энергообъекта составляет 434 Гкал/час. Проект предусматривает возможность расширения станции с увеличением мощности до 320 МВт.

При возведении нового энергогенерирующего объекта использовано оборудование российского производства. В частности, на станции установлены две паровые турбины ПК-80-12,8/1,57 мощностью по 80 МВт, изготовленные ПАО «Силовые машины», и три котельных агрегата Е-320-13,8-560Г (ТГЕ135) паропроизводительностью 320 т/ч завода ОАО ТКЗ «Красный котельщик».

Кроме того, на Свободненской ТЭС используется единая цифровая система контроля и управления.

Газовая электростанция создает благоприятные условия для дальнейшего развития промышленности на Дальнем Востоке и является основным поставщиком тепловой и электрической энергии для производственных мощностей Амурского газоперерабатывающего завода – одного из самых крупных предприятий в мире, специализирующихся на переработке природного газа.

Реализация проекта такого масштаба не имеет аналогов в истории газовой отрасли России. Завод играет важную роль в технологической цепочке поставок газа по газопроводу «Сила Сибири». Запуск первой технологической линии ГПЗ состоялся в июне прошлого года.

**Вывод из эксплуатации энергогенерирующего оборудования.** В феврале 2021 года выведен из эксплуатации турбоагрегат № 1 Комсомольской ТЭЦ-1 – филиала «Хабаровская генерация» Дальневосточной генерирующей компании.

Турбина Р-10-29/1,2 мощностью 10 МВт была пущена в работу в декабре 1950 года. «Ветеран» отработал на станции 70 лет. В результате демонтажа части энергогенерирующего оборудования мощность электростанции снизилась до 15 МВт.

Запуск блока № 1 теплоэлектроцентрали совпал с подъемом в регионе всех отраслей народного хозяйства на фоне развития тяжелой промышленности. Рост городов и поселков, постоянно увеличивающиеся потребности производственных предприятий Хабаровского края в электричестве требовали развития электроэнергетической отрасли.

Все это послужило отправной точкой для наращивания мощностей уже действующих энергообъектов и стало мощным импульсом для возведения новых электростанций.

В 1956 году строительство Комсомольской ТЭЦ-1 было завершено. Ее мощность достигла проектного показателя в 75 МВт. Станция полностью закрыла потребности г. Комсомольска-Амура в тепловой и электрической энергии.

На тот момент она была самой крупной ТЭЦ в Хабаровском крае и второй по мощности (после Артемовской ТЭЦ) на Дальнем Востоке. В 1974 году Комсомольская ТЭЦ-1 была объединена с Комсомольской ТЭЦ-2 в одно предприятие и вошла в ее состав на правах цеха.

1989 год положил начало новому этапу в жизненном цикле КТЭЦ-1. Именно тогда котлоагрегаты электростанции были переведены с угля на природный газ. С этого началась промышленная газификация самого восточного региона России.

Сегодня Комсомольская ТЭЦ-1 обеспечивает теплом жилые микрорайоны и промышленные объекты города. Однако за годы эксплуатации ее оборудование выработало свой ресурс и морально устарело. К 2026 году планируется вывод электростанции из эксплуатации. На ее площадке будет построена замещающая котельная мощностью 300 Гкал/час.

В результате этих изменений установленная мощность объектов генерации, действующих в составе объединенной энергетической системы Востока, увеличилась на 150 МВт и составила 11 266,09 МВт (на 01.01.2022 г.).

Планирование и выполнение ремонтов энергогенерирующего оборудования. В 2021 году фактический объем мощности выведенных в капитальный и средний ремонт турбо- и гидроагрегатов электростанций ОЭС Востока составил 2395 МВт, что соответствует объему, запланированному сводным годовым графиком ремонтов.

В течение года выполнен ремонт энергетического оборудования суммарной мощностью 2395 МВт. Этот показатель также полностью совпадает с плановым.

**Сетевое строительство.** По данным Системного оператора, в 2021 году в трех региональных энергетических системах, действующих в составе ОЭС Востока, введены в работу новые линии электропередачи класса напряжения 220 кВ.

1. В энергосистеме Приморского края:

- 9 апреля – ВЛ «Спасск – НПС-40»;
- 30 апреля – ВЛ «Арсеньев-2 – НПС-41»;
- 1 июля – ВЛ «Владивосток – Суходол»;
- 1 июля – ВЛ «Зеленый угол – Суходол»;
- 3 ноября – КВЛ «Лозовая – Находка»;
- 15 ноября – КВЛ «Широкая – Находка».

2. В энергосистеме Амурской области:

- 14 мая – ВЛ «Новокиевка – Строительная»;
- 14 мая – ВЛ «Свободненская ТЭС – Строительная».

3. В энергосистеме Республики Саха (Якутия):

- 3 октября – ВЛ «НПС-18 – Налдинская»;
- 3 октября – ВЛ «Нерюнгринская ГРЭС – Налдинская»;
- 19 декабря – ВЛ «НПС-12 – КС-1»;
- 19 декабря – ВЛ «КС-1 – НПС-13».

В III квартале минувшего года введен в работу новый энерготранзит 220 кВ «Лесозаводск – Спасск – Дальневосточная» протяженностью 250 км.

Помимо строительства ЛЭП выполнено расширение открытых распределительных устройств двух ключевых звеньев цепи – питающих центров



класса напряжения 220 кВ «Спасск» и «Лесозаводск».

В целом для подключения новой линии электропередачи модернизируются комплексы релейной защиты и внедрены АСУ ТП на восьми смежных энергообъектах. Работы проведены с применением оборудования российского производства.

Новый энерготранзит способствует решению сразу нескольких задач, имеющих важное значение для развития Дальневосточного региона:

- Обеспечение электроснабжения железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона ОАО «Российские железные дороги»;
- повышение надежности передачи электроэнергии на юге Приморского края, где расположены Владивосток и портовая зона Находка;
- оптимизация схемы питания экспортного нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан».

## Планы и перспективы

Одной из важнейших стратегических задач развития электроэнергетики Дальнего Востока является ее интеграция в Единую энергосистему России. В Минэнерго не исключают возможность соединения энергосистем Дальнего Востока и Сибири для увеличения объема перетоков.

Такое объединение позволит использовать гидроэнергетический потенциал дальневосточных рек, нарастить атомную генерацию в регионе и повысить надежность работы объектов, которые питаются от этих систем. В настоящее время у потребителей, по сути, одностороннее энергоснабжение. Прежде всего, это инфраструктура сети железных дорог и промышленные предприятия.

Глава Министерства энергетики РФ Николай Шульгинов считает, что решение поставленной задачи потребует масштабного строительства новых линий электропередачи. Кроме того, нужно будет определить источник финансирования и его форму, поскольку механизм ДПМ в восточных регионах страны практически не работает.

По оценкам аналитиков, объединение энергетических систем создаст базу для внедрения на Дальнем Востоке тех же правил, что действуют в ценовых зонах оптового рынка. Кроме того, это позволит более эффективно использовать схему выдачи мощности противонаводковых ГЭС, которые ПАО «РусГидро» предлагает построить в бассейне реки Амур.

**Противонаводковые ГЭС.** О возможности реанимации еще советского проекта строительства комплекса гидроэлектростанций на притоках Амура снова заговорили в 2013 году после катастрофических наводнений в Приамурье, вызванных интенсивными затяжными осадками, что привело к резкому увеличению уровня воды в реках.

Однако на тот момент источник финансирования энергостройки был непонятен. Вернуть капиталовложения за счет продаж электроэнергии в ДФО было невозможно из-за того, что киловатты продаются по регулируемым тарифам. Кроме того, на Дальнем Востоке не было достаточного количества промышленных предприятий для обеспечения гарантированного спроса.

В то время ПАО «РусГидро» планировало создать совместное предприятие с китайской компанией Sanxia, которая владеет крупнейшей в мире гидроэлектростанцией «Три ущелья» на реке Янцзы, и экспортировать часть выработки в Китай.

Летом 2021 года стихийное бедствие повторилось. Паводки в Хабаровском и Забайкальском крае, Амурской области и Еврейской АО были признаны чрезвычайными ситуациями федерального характера. Ущерб от наводнений в этих регионах исчисляется в десятках миллиардов рублей.

В результате подтопленными оказались 43 населенных пункта, 524 частных жилых дома, 136 многоквартирных домов, 74 объекта социальной сферы. Кроме того, были повреждены 30 мостов и участки автомобильных дорог, общая протяженность которых превысила 72 км.

Проект строительства комплекса противонаводковых гидроэлектростанций предполагает возведение четырех ГЭС – Нижне-Зейской (400 МВт), Нижне-Ниманской (600 МВт), Селемджинской (100 МВт) и Гилюйской (462 МВт). Суммарная установленная мощность этих электростанций составляет 1,562 ГВт.

По оценкам экспертов, для реализации проекта (с учетом строительства схем выдачи мощности, водохранилищ и вспомогательных сооружений) требуется около 320 млрд руб. Совокупный противонаводковый эффект составит 18 млрд руб. Однако в Минэнерго считают, что необходимости в строительстве всех станций нет, поскольку они разные по эффективности.

Например, самым дорогостоящим может стать возведение Ниманской ГЭС. В него придется инвестировать более 110 млрд руб. Но именно у этой гидроэлектростанции самый низкий показатель эффективности. Это означает, что она сможет обеспечить минимальное освобождение зон затопления.

Что касается рынка сбыта, то дополнительный спрос на электричество может создать реализация крупных инвестиционных проектов на территории ДФО, наращивание экспортных поставок в Китай и увеличение обменного перетока между энергосистемами после объединения ОЭС Востока и Сибири.

В настоящее время ПАО «РусГидро» рассматривает долгосрочные механизмы возврата средств, инвестированных в строительство паводковых ГЭС на Дальнем Востоке. Одним из таких вариантов является финансирование по схеме, аналогичной механизму договоров на поставку мощности. О привлечении партнеров или средств Фонда национального благосостояния пока речь не идет.

Эксперты не исключают, что в этих проектах может быть применен смешанный механизм, когда плотина строится в рамках программы поддержки ВИЭ, а сама станция – «по энергетике».

Для принятия необходимых регуляторных решений потребуется еще около



года. После этого начнутся работы по проектированию станций. В целом же строительные работы могут растянуться на 6–10 лет.

**Развитие атомной энергетики в Приморье.** Объединение энергосистем европейской части Урала, Востока и Сибири может способствовать наращиванию атомной генерации на территории Дальневосточного федерального округа.

В октябре 2021 года заместитель министра энергетики России Евгений Грабчак во время проведения «круглого стола», посвященного модернизации энергетической инфраструктуры, сообщил о проработке проекта строительства атомной электростанции в Приморском крае.

Размещение на Дальнем Востоке современных реакторов будет способствовать повышению надежности и безопасности функционирования энергосистем Дальнего Востока, позволит снять ограничения энергетической инфраструктуры, оптимизировать нагрузку ГЭС, а также свести к минимуму объемы нерационального использования водных ресурсов.

Однако мнения экспертов в оценке этого проекта разделились. Противники строительства атомной электростанции в Приморье считают, что для дальнейшего наращивания мощности все же должен быть обоснованный потребитель.

При этом они призывают с большой осторожностью рассматривать Китай в качестве надежного рынка сбыта выработки новой АЭС. Даже если китайская энергосистема не сможет удовлетворить потребности растущей экономики в электроэнергии и Китай обратится за помощью к соседям, возникает вопрос, окупится ли строительство станции в обозримом будущем за счет этих денег.

Директор Департамента ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов ДВФУ, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН Иван Тананаев считает, что было бы не лишним рассмотреть вопрос наличия высококвалифицированных кадров для такого строительства.

Возможно, более разумным решением для региона стали бы инвестиции не в строительство АЭС, а в модернизацию сетей, износ которых составляет 80%. И если уж назрела необходимость установки атомных блоков в ДФО, то может быть их лучше разместить на севере Хабаровского края, ближе к Комсомольску-на-Амуре, где расположены крупные промышленные предприятия?

О необходимости развития атомной генерации в Приморье активно говорили в 80-е годы XX века, когда начинались веерные отключения света по горо-

дам Дальнего Востока. Но после аварии на Чернобыльской АЭС отраслевые проекты в СССР были на какое-то время заморожены. Вскоре не стало и самого Советского Союза.

В 1990-е годы, во время жесткого энергетического кризиса, к вопросу строительства атомной электростанции вернулись вновь. Даже была организована особая дирекция Приморской АЭС. В числе возможных вариантов мест размещения энергообъекта рассматривали Дальнереченск, Находку и Арсеньев.

Однако финансовых ресурсов на реализацию масштабного проекта катастрофически не хватало. После дефолтов, во времена нестабильности дирекция и вовсе закрылась.

**Атомные станции малой мощности.** Якутия – край несметных богатств. Природа щедро одарила ее алмазами, золотом, серебром, оловом, углем, нефтью и газом. Это крупнейший сырьевой регион России, единственный в мире, в недрах которого находится вся таблица Менделеева. Там обнаружены огромные запасы редкоземельных металлов, актуальных в сегодняшнем энергопереходе.

На территории Якутии выявлено более 1500 месторождений полезных ископаемых и свыше 5000 проявлений различных видов минерального сырья. Стоимость подтвержденных запасов оценивается в 1,3 трлн долл. Прогнозный потенциал существенно выше – 5,4 трлн долл.

Более 40% территории региона находится за Северным полярным кругом. Освоение севера республики планируют сделать более рентабельным с помощью атомных станций малой мощности.

Группа «Росатом» совместно с Министерством РФ по развитию Дальнего

Востока и Арктики реализует проект по созданию атомной электростанции, которая положит начало образованию нового горнодобывающего кластера с центром в месторождении Кючус.

По словам министра по развитию Дальнего Востока и Арктики Алексея Чекункова, интересна синхронизация работы органов государственной власти. Министерство природных ресурсов и экологии РФ уже на этапе аукциона по этому месторождению обязывает победителя использовать выработку АЭС, что гарантирует экономическую рентабельность для всех участников этого проекта.

Еще один пример государственной поддержки – автотрасса от порта к Баимскому месторождению на Чукотке. Для ее строительства казахстанской KAZ Minerals, которая занимается его разработкой, потребуется около 70 млрд руб.

Между медедобывающей компанией и правительством РФ достигнута договоренность, что 50% от этой суммы KAZ Minerals привлекает самостоятельно, а 50% выделяет государство в виде дальневосточной концессии.

Компании KAZ Minerals принадлежит Баимский ГОК, запуск которого запланирован на 2027 год. Ресурсы месторождения – 9,5 млн тонн меди и 16,5 млн унций золота.

Для энергоснабжения производственных мощностей комбината «Росатом» построит четыре МПЭ-Ба – модернизированных плавучих энергетических блока на ректорах РИТМ-200. Мощность каждой установки составит 106 МВт. В строительство блоков будет инвестировано более 190 млрд руб. (с НДС).

Планируется, что энергоблоки будут функционировать по схеме 3+1. Это означает, что три из них будут работать постоянно, а четвертый станет резервным.



Реакторная установка РИТМ-200 на 20% мощнее реактора КЛТ-40С, который установлен на единственном на данный момент работающем энергоблоке – плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС) «Академик Ломоносов».

По сути, МПЭБ – это модернизированная ПАТЭС. У нее останется корпус как у предшественницы, но электростанция будет генерировать только электричество – без тепла. Кроме того, по сравнению с ПАТЭС, электроэнергия она будет вырабатывать на 20–30% больше. На МПЭБ также предусмотрено меньшее количество персонала.

Плавэнергоблоки для электроснабжения Баймского ГОКа будут установлены на мысе Наглеингын. От них будет построена новая линия для передачи электроэнергии класса напряжения 330 кВ.

Основное энергетическое оборудование для ПЭБов будет изготовлено в России. Чтобы успеть поставить первые два энергоблока к началу 2027 года «Росатом» вынужден строить их корпуса на зарубежных верфях. В России без срыва сроков этого сделать невозможно из-за текущей производственной загрузки «Балтзавода», где строится четыре ледокола.

В 2021 году стало известно, что Баймский ГОК И КГ «Росатом» не могут заключить свободный двухсторонний договор на электроснабжение по схеме «бери и плати» на этапе инвестирования из-за пробелов в законодательной базе. Практика показывает, что под такой проект нет законодательных и нормативных условий.

Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ предусматривает ограниченные возможности для инвесторов в территориально изолированных энергосистемах.

В таких зонах, по причине особого тарифного регулирования, продавец и покупатель имеют право зафиксировать цену электричества только после ввода энергообъекта в эксплуатацию. В ситуации с плавучими блоками такой вариант неприемлем, поскольку их строительство длится несколько лет.

Минэнерго предложило решить проблему, выделив систему энергоснабжения горно-обогатительного комбината в технологически изолированную энергозону. В «Росатоме» эту идею поддерживают.

Кроме того, «Росатом» и Минэнерго планируют создать рабочую группу, чтобы оценить перспективы использования плавучих энергоблоков мощностью 100 МВт для модернизации Чаун-Билибинского энергоузла уже в 2030–2031 гг.

### **«Дальневосточная и Арктическая концессия» – акселератор инвестпроектов**

В округе из-за низкой плотности населения остро строит проблема недостаточного платежеспособного спроса на инфраструктурные услуги. Те проекты, которые в центральных регионах России реализуются как коммерческие, на Дальнем Востоке без поддержки государства для инвесторов выглядят непривлекательно.

По оценкам экспертов, без государственно-частного партнерства (ГЧП) реализация крупных инвестпрограмм в ДФО невозможна. Поэтому в 2021 году Минвостокразвития России совместно с Корпорацией развития Дальнего Востока и Арктики запустили инвестиционный акселератор для сопровожде-

ния инвестиционных проектов в рамках программ «Дальневосточная и Арктическая концессия».

Новый механизм направлен на объединение ресурсов государства и частных компаний. Причем ресурсов разных, не только финансовых. Это могут быть управленческие практики, квалифицированные кадры, инновационные технологии и т. д. Он станет ключевым инструментом развития социальной и коммунально-энергетической сферы макрорегиона в ближайшие годы.

Кроме того, возможность реализовать собственные проекты при господдержке интересна промышленным предприятиям. Механизм можно эффективно использовать для развития сопутствующей и обеспечивающей инфраструктуры, необходимой для полноценной работы добывающих, перерабатывающих и логистических объектов.

Реализация пилотных проектов по программе «Дальневосточная концессия» началась в сентябре. По сути, инновация выполняет роль инфраструктурной ипотеки, позволяющей распределять бюджетные средства в объеме, который намного ниже реальных потребностей региона, для привлечения частных инвестиций.

В рамках этих проектов государство компенсирует инвесторам до 100% от сметной стоимости объекта инфраструктуры на протяжении 10–20 лет с момента его ввода в эксплуатацию.

Аналитики подсчитали, что новый механизм даст возможность в ближайшие раз увеличить объемы финансирования инфраструктурных проектов и привлечь для их осуществления около 500 млрд руб. до 2024 года.

Из 30 проектов, которые проходили оценку в сентябре минувшего года, 23 будут реализовываться на Дальнем Востоке и только семь – в Арктике. У пяти регионов Дальневосточного федерального округа появилась возможность решить проблемы с неразвитостью инфраструктуры за счет «Арктической концессии», разработанной по аналогии с дальневосточной.

Несмотря на то, что северные регионы ДФО только присматриваются к новой опции, эксперты полагают, что именно на Севере для концессии, впрочем, как и для других видов государственно-частного партнерства, открываются широкие перспективы.

Потребность в создании новой инфраструктуры на арктических территориях особенно велика. Но в силу территориально-технологических причин, а также из-за суровых климатических условий, реализация таких проектов требует привлечения значительных финансовых и административных ресурсов.



Зачастую в одиночку, без кооперации со всеми заинтересованными сторонами и поддержки государства, реализовать масштабные проекты в таких условиях практически невозможно. Нередко именно для этих проектов необходимо с нуля строить дороги, возводить мосты, порты, объекты водоснабжения и электроэнергетической сферы.

Для снятия всех инфраструктурных ограничений и был разработан механизм Арктической концессии. Кроме того, для максимально качественной проработки проектов запущен инвестиционный акселератор. Ведь сам механизм в первую очередь направлен на компенсацию затрат инвестора в объеме до 100% сметной стоимости. Поэтому потребуются четкое обоснование бюджетной эффективности таких проектов.

Чаще всего на принципах ГЧП на арктических территориях создаются крупные объекты коммунальной и транспортной инфраструктуры. Также какой формат способствует воплощению в жизнь передовых идей в энергетической отрасли. Например, помогает строить ветряные электростанции.

«Рубль от государства, десять – от коммерческих структур». Такая пропорция капиталовложений считается идеальной на мировом рынке государственно-частного партнерства. Однако в Арктике, где механизм только формируется хорошим будет соотношение «рубль на два».

## Дальний Восток ждет инвесторов

В октябре 2021 года правительством РФ распоряжением № 3052-р утверждена Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Документ предполагает реализацию проектов в сфере возобновляемой энергетики. В частности, замену неэффективных объектов генерации энергии из ископаемых видов топлива ВИЭ-мощностями.

В связи с этим Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики (КРДВ) разработала масштабную программу по обновлению старых малых электростанций в удаленных и изолированных районах.

По оценкам КРДВ, на этих территориях сегодня расположено около 1 500 устаревших угольных и дизельных станций мощностью до 1 МВт. Основная проблема развития энергетики в макрорегионе – отсутствие инвестиционного механизма, способного покрыть расходы на реализацию такого масштабного инвестпроекта.

Проблемы, с которыми сталкиваются инвесторы, а также возможные

варианты выхода из сложной ситуации представители энергетической отрасли обсудили 19 января 2022 года в ходе расширенного заседания секции по законодательному регулированию распределенной энергетики и ВИЭ при Комитете Государственной Думы РФ по энергетике на тему «Модернизация микрогенерации в удаленных и изолированных районах ДФО».

Первый заместитель главы комитета Госдумы по энергетике Валерий Селезнев акцентировал внимание собравшихся на необходимости уделять особое внимание со стороны федеральных органов власти вопросам развития распределенной генерации на территории регионов в составе ДФО, которые обладают богатым ресурсным потенциалом в сфере ВИЭ, но при этом испытывают острую потребность в технологическом обновлении и развитии локальной энергетической инфраструктуры.

Отвечая на вопрос о способах привлечения инвесторов для модернизации региональных энергосистем, депутат отметил, что генерация должна развиваться в условиях конкуренции. Регион станет привлекательным для инвесторов только в том случае, если для этого будут созданы соответствующие условия и станет понятен источник возврата капиталовложений.

В. Селезнев также подчеркнул, что в рамках концепции в условиях перехода угольной и дизельной микрогенерации на технологии с использованием возобновляемых источников энергии КРДВ предлагает предоставлять инвесторам налоговые льготы, льготное государственное финансирование и капитальные гранты.

Такого термина, как «капитальный грант», в законодательстве нет. Скорее это словосочетание выражает эконо-

мическую суть явления – софинансирование капитальных затрат. Для невозвратного финансирования проектов замены устаревшей микрогенерации в удаленных населенных пунктах макрорегиона, в том числе в рамках ГЧП, также предлагается привлекать средства государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ».

Развитие «зеленой» энергетики – перспективное направление как с точки зрения экологии, так и со стороны экономики. Поскольку технологии возобновляемой энергии позволяют экономить на транспортировке топлива, которое сложными путями доставляется в труднодоступные регионы при отсутствии развитой транспортной инфраструктуры.

Известны случаи, когда топливо закупается, завозится и хранится в течение двух лет до его использования в энергоустановке. Поэтому необходимо искать источники модернизации, способы привлечения инвесторов в энергосистему округа с учетом того, что там действуют нерегулируемые тарифы и существует ряд других проблем.

Кроме того, следует понять, какие технологии будут оптимальным решением – альтернативная энергетика, гибридные электростанции или технологически нейтральные отборы, в которых будут конкурировать проекты по строительству ВИЭ-генерации, исходя из цены за мощность.

Только детальная проработка ситуации и поиск максимально выгодных технологических решений позволят получить наиболее оптимальный вариант поставки «зеленой» энергии с точки зрения надежности и стоимостных характеристик энергообеспечения.

Проекты в области альтернативной энергетики разнородны. Безусловно,



не каждый населенный пункт подходит для строительства ВЭС, но существенный ветропотенциал, а также значительное число промышленных потребителей в зонах децентрализованного энергоснабжения, расположенных на территории Дальневосточного федерального округа, позволяют говорить о масштабности рынка малой ветроэнергетики.

Кроме того, размещение заводов по производству компонентов ветрогенераторов на Дальнем Востоке имеет экономические предпосылки в виде последующего снижения затрат на логистику и дальнейшее сервисное обслуживание при реализации проектов малой ветроэнергетики.

По мнению директора Ассоциации развития возобновляемой энергетики Алексея Жихарева, на ситуацию с привлечением инвестиций в отрасль может повлиять большее информирование потенциальных инвесторов о конкурсных проектах.

«Необходимо вести системную работу по подготовке предпроектной документации, чтобы инвестор мог получать больше информации о проекте. Следует работать над снижением вынужденных инвестиционных затрат. Речь идет о проведении анализа характеристик, выездах на площадку и других аналогичных затратах, которые неизбежно возникают еще до принятия решения об участии в проекте. Если все эти мероприятия будут проводиться за счет бюджета, министерства или целевой программы, то это может существенно упростить процесс привлечения инвестиций», – сказал А. Жихарев.

## Курильские острова осваивают «зеленую» генерацию

В Сахалинской области построена первая на Курилах солнечная электростанция. «Зеленый» энергообъект мощностью 250 кВт расположен в селе Рейдово на острове Итуруп Большой Курильской гряды. Станция оснащена современным оборудованием отечественного производства и будет выдавать электроэнергию в местную сеть.

На установку 620 солнечных модулей специалистам потребовалось около четырех месяцев. Новая электростанция будет подключена к сети дизельных электростанций без применения накопителей.

Благодаря такой интеграции традиционные источники энергии будут работать меньше. Это позволит сэкономить топливо, сохранить бюджетные средства, сократить выброс в атмосферу вредных веществ, сберечь уникальную островную природу и повысить надеж-

ность энергоснабжения жителей, что особенно важно для изолированных энергосистем.

По оценкам экспертов, ежегодно новая солнечная станция даст возможность экономить для бюджета острова около 15 млн руб. за счет сокращения закупок топлива. По поручению губернатора Сахалинской области Валерия Лимаренко в будущем будет дополнительно изучен энергетический потенциал Курил с целью замены устаревшего энергогенерирующего оборудования.

Кроме того, власти региона планируют создать на островах специальный полигон, на котором будут тестироваться технологии из сферы распределенной энергетики на основе ВИЭ и новые виды топлива.

Сахалинская область стала первым регионом РФ, который взял на себя обязательство по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> и развитию альтернативных источников энергии.

Здесь проводится эксперимент по установлению специального регулирования с целью создания необходимых условий для сокращения выбросов парниковых газов, отработки методики формирования системы верификации учета выбросов и поглощения загрязняющих атмосферу веществ.

В энергосистеме Сахалина уже действуют объекты генерации, которые используют энергию ветра, воды и геотермальных источников. Планируется, что через пять лет островная экономика достигнет углеродной нейтральности.

Достижению поставленной цели будет способствовать ввод в эксплуатацию геотермальной электростанции «Океанская-2». Договоренность о строительстве нового объекта «зеленой» генерации, который будет использовать

энергию вулкана Баранского на острове Итуруп, достигнуто во время Открытых дверей Сахалинской области для инвесторов. Мероприятие проходило в Москве 22 и 23 апреля 2021 года.

Новая станция мощностью 5 МВт (с возможностью дальнейшего увеличения до 15 МВт) будет построена на условиях ГЧП. Энергообъект позволит экономить 25 тонн дизтоплива в сутки. Именно такое количество потребляют островные ДЭС.

«Океанская-2» повысит качество электроснабжения промышленных объектов и населения Итурупа, а также снизит зависимость отдаленной территории от завоза дорогостоящего дизельного топлива.

## «Магаданэнерго» настроено на развитие

ПАО «Магаданэнерго» в 2022 году планирует инвестировать более 3,3 млрд руб. в развитие электросетевой и тепло-снабжающей инфраструктуры. В рамках инвестиционной программы энергокомпания приступит к реализации ряда важных для региональной энергосистемы проектов. В их число входит строительство ЛЭП класса напряжения 110 кВ и центра питания 110 кВ «Павлик-2» для увеличения мощности горно-обогатительного комбината на 45 МВт.

Еще один проект «Магаданэнерго» предполагает строительство линии электропередач класса напряжения 35 кВ и подстанции 35 кВ «Геолог» для обеспечения энергоснабжения нового полигона твердых бытовых отходов, который будет создан между Магаданом и поселком Ола.

Также энергокомпания начнет разрабатывать проект реконструкции тепловой магистрали № 3 в Магадане.



На отрезке теплопровода от ул. Транспортная до ул. Пролетарская энергетики планируют увеличить диаметр трубы.

Это позволит повысить пропускную способность магистрали и обеспечит возможность присоединения жилого района «Гороховое поле», который вырастет на месте бывшего пустыря.

Федеральные застройщики продолжают осваивать Дальний Восток. Строительство жилых районов на Гороховом поле впервые в истории округа будет вестись по Стандарту комплексного развития территории, разработанному Минстроем России совместно с АО «ДОМ.РФ» – финансовым институтом развития в жилищной сфере страны.

Основными объектами строительства в новом микрорайоне площадью 68 Га станут среднеэтажная жилая застройка, многофункциональный культурный центр, центр реабилитации на 50 мест, два детских дошкольных учреждения, школа, детская поликлиника и развитая транспортная инфраструктура.

Дома и социально значимые объекты будут построены для переселения людей из аварийного жилья, а также для продажи по программе «Дальневосточная ипотека» под 2% годовых.

Также «Магаданэнерго» запланировало проведение работ по модернизации подстанции класса напряжения 35 кВ «Солнечная» для подключения нового здания Дома инвалидов, рассчитанного на 190 мест.

Кроме того, в 2022 году энергетики компании продолжают реализацию ранее начатых проектов. Прежде всего речь идет об увеличении трансформаторной мощности центра питания класса напряжения 35 кВ «База Морпорта» в областном центре, которое необходимо для присоединения к сетям нового роддома.

Наряду с этими проектами будет продолжено строительство электросетевой инфраструктуры для техприсоединения к региональной энергосистеме поселка Талая.

Реализация этого проекта позволит полностью закрыть потребности населенного пункта и санатория в электричестве, создаст условия для запуска современной электрической котельной, что даст возможность сократить потребление моторного топлива, которое в настоящее время используется для генерации электрической энергии.

Также энергокомпания продолжит модернизацию ряда подстанций и реконструкцию линий электропередачи в разных районах области с целью повышения надежности электроснабжения потребителей.

## «РусГидро» строит новые теплоэлектроцентрали

Хабаровская ТЭЦ-1 мощностью 435 МВт введена в эксплуатацию в 1954 году. Станция обеспечивает электроэнергией потребителей Индустриального и части Центрального районов города Хабаровска. На сегодняшний день оборудование энергообъекта устарело и достигло высокой степени износа.

Модернизацию станции признали нецелесообразной. Распоряжением правительства РФ от 15 июля 2019 года № 1544-р принято решение построить на этой же площадке новую теплоэлектроцентраль – Хабаровскую ТЭЦ-4 мощностью 320,8 МВт. Действующая ТЭЦ-1 продолжит свою работу до ввода в эксплуатацию своей преемницы.

Строительные работы будут вестись в два этапа – до 2024-го и до 2025 г. Затраты на возведение ТЭЦ-4 оцениваются в 57 млрд руб. В качестве топлива станция будет использовать природный газ, что положительно скажется на экологической ситуации в городе и на стоимости коммунальных услуг. Функцию резерва будет выполнять дизельное топливо.

На теплоэлектроцентрали будет использовано современное высокоэффективное оборудование: четыре газотурбинные установки с котлами-утилизаторами. Для выработки тепла запланировано строительство комплекса теплофикационных установок, где будут установлены пять водогрейных котлов мощностью 180 Гкал/час каждый. Тепловая мощность станции составит 1368,3 Гкал/час.

Использование ГТУ позволит существенно повысить маневренные возможности ТЭЦ-4. Она сможет более

гибко реагировать на изменения энергопотребления в региональной энергосистеме.

На данный момент проектирование Хабаровской ТЭЦ-4 полностью завершено. На площадке выполнен основной объем работ подготовительного этапа строительства, возведен строительный городок. Выведены из технологического процесса и демонтированы те объекты ТЭЦ-1, которые находились в зоне возведения новой станции.

Строители приступили к сооружению фундаментов аккумулирующих баков и технологической эстакады. Параллельно ведутся работы по перекладке сетей водопровода. Уже подписаны договоры на поставку основного оборудования – газотурбинных установок и котлов-утилизаторов.

Хабаровская ТЭЦ-4 – одна из четырех электростанций, которые будут построены ПАО «РусГидро» в рамках госпрограммы модернизации тепловой энергетики России, обеспечивающей возврат капиталовложений в строительство и модернизацию объектов генерации.

Наряду с новой Хабаровской теплоэлектроцентралью будут построены Артемовская ТЭЦ-2 с внеплощадочной инфраструктурой и модернизировано оборудование Владивостокской ТЭЦ-2. Кроме того, «РусГидро» планирует возвести вторую очередь Якутской ГРЭС-2, которая заменит изношенную Якутскую ГРЭС, обеспечив теплом и электроэнергией г. Якутск.

На сегодняшний день уже демонтирован ряд объектов Якутской ГРЭС, которые были расположены в зоне строительства новой электростанции. Выполнен основной объем инженерных мероприятий, направленных на искусственное изменение рельефа стройплощадки.



Строительные работы ведутся в зоне вечной мерзлоты, что требует установки специальных охлаждающих устройств и возведения свайных оснований сооружений. В общей сложности в зоне строительства будет установлено около 7900 свай. Уже заключены договоры с поставщиками основного энергогенерирующего оборудования.

Норма доходности четырех проектов утверждена постановлением правительства РФ и составит 12,5%. Окупаемость инвестиций будет обеспечиваться за счет введения дополнительной платы на мощность, которая в течение 15 лет будет оплачиваться через механизм установления надбавки.

## Якутские энергетики осваивают дистанционное управление

Энергетики Якутского РДУ совместно со специалистами Амурского предприятия магистральных электросетей (ПМЭС) – филиала ОАО «Россети ФСК ЕЭС», после успешно проведенных комплексных испытаний приступили к выполнению функций дистанционного управления оборудованием пунктов переключения 220 кВ «Нагорный» и 220 кВ «Амга».

Эти пункты задействованы в схеме энергоснабжения магистрального газопровода «Сила Сибири». Они стали первыми объектами сетевой инфраструктуры в энергосистеме Республики Саха (Якутия), на которых установлены средства ДУ.

Диспетчеры Якутского РДУ и оперативный персонал Амурского ПМЭС получили возможность дистанционного управления работой коммутационного

оборудования и заземляющих разъединителей РУ 220 кВ переключательных пунктов непосредственно из своих центров в соответствии с перечнем распределения функций по дистанционному управлению.

Функции ДУ реализованы на базе автоматизированных программ переключений (АПП). Программное обеспечение:

- предусматривает необходимую последовательность действий;
- проверяет допустимость той или иной операции на каждом этапе ее выполнения;
- управляет осуществлением переключений, отправляя команды непосредственно в АСУ ТП управляемого энергообъекта;
- контролирует исполнение команд.

С целью реализации проекта ДУ был разработан совместный план-график мероприятий, утвержден перечень распределения функций дистанционного управления оборудованием переключательных пунктов и реализована комплексная программа проверки прохождения управляющих команд на оборудовании подстанций.

Кроме того, проведена настройка автоматизированных систем управления пунктов переключения, оперативно-диспетчерского комплекса в диспетчерском центре и программно-технического комплекса Центра управления сетями Амурского ПМЭС, настроены и проверены в работе системы сбора и передачи данных в Якутское РДУ.

Одним из этапов реализации цифрового проекта стал пересмотр и ввод в действие необходимой нормативно-технической документации. Также проведено дополнительное обучение персонала с тренировками по отработке

алгоритма действий при производстве переключений в условиях планового вывода в ремонт оборудования и ликвидации аварийных ситуаций с использованием ДУ.

В 2021 году «ФСК ЕЭС» перевела на дистанционное управление центры электроснабжения Владивостока и Хабаровска, обеспеченные цифровой связью и АСУ ТП. Это позволило существенно сократить время проведения плановых переключений, снизить риски ошибочных действий персонала и повысить надежность работы объектов электросетевого комплекса.

## Беспилотники в помощь

8 февраля 2022 года специалисты компании «Распределительные сети» – филиала ПАО «Сахалинэнерго», впервые провели аэрофотосъемку участка линии электропередач напряжением 35 кВ в районе села Санаторное острова Сахалин. ЛЭП соединяет подстанции «Новоалександровская» и «Синегорская». Работа выполнена с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) «Геоскан 201».

«Геоскан 201» – это комплекс с радиусом действия 30 км и временем полета до трех часов. Беспилотник позволяет снимать до 8000 Га в день и получать ортофотопланы с точностью геопривязки, соответствующей требованиям масштаба 1:500. Устройство оснащено геодезическим GNSS-приемником, что обеспечивает точность координат привязки снимков и повышает качество обработки данных.

В последнее время дроны используются в энергетике все чаще. Их применяют для развития и совершенствования систем мониторинга электросетевой инфраструктуры. С помощью БПЛА энергетики обследуют состояние элементов сетей, осуществляют тепловизионный контроль и осмотр трасс ЛЭП для выявления технологических нарушений.

Кроме того, летательные аппараты обеспечивают контроль состояния просек воздушных линий электропередачи, позволяя энергетикам определять объем планируемой вырубki древесно-кустарниковой растительности, которая угрожает стабильной работе сетей и оказывает негативное влияние на надежность электроснабжения потребителей.

На базе производственно-технической службы «Распределительных сетей» создана группа, которая специализируется на эксплуатации беспилотников. В функциональные обязанности специалистов этой службы входит управление БПЛА и обработка полученных данных с помощью специализированного ПО.



# ГОРОД СВЕТА

ТЕРРИТОРИЯ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

## НОВОСИБИРСК

**25-26  
МАЯ**



Русский Свет®



RS24.ru

**БОЛЕЕ**

**60 ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
И ПОСТАВЩИКОВ**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО РЫНКА**

Презентации  
инновационных  
разработок

Конкурсы  
и подарки

Коммерческие  
предложения



**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ  
ГОТОВЫХ РЕШЕНИЙ**

электротехнический магазин, жилой дом

**ДЕЛОВЫЕ ПРОГРАММЫ**

с участием экспертов  
электротехнического рынка

**МАСТЕР-КЛАССЫ**

для электриков

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ  
ООО «ЭЛЕКТРОСИСТЕМ» ОГРН 1137746837315

15–21 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ**

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ОПЕРАТОР



МКВ  
МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ

[WWW.RUSARMYEXPO.RU](http://WWW.RUSARMYEXPO.RU)



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

# RENWEX

«Возобновляемая энергетика  
и электротранспорт»

## 21–23 ИЮНЯ 2022

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

### КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура

Реклама 12+



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

При поддержке



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
РАЗВИТИЯ  
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО  
ПРИРОДНЫХ  
РЕСУРСОВ  
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



EURO  
SOLAR  
RUSSIA



АССОЦИАЦИЯ  
КОМПАНИЙ  
«АЭС»



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ

Под патронатом

Организатор



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ

**26-28** КЛЮЧЕВАЯ  
АПРЕЛЯ 2022 ПЛОЩАДКА  
СФЕРЫ ТЭК



РОССИЙСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
**РМЭФ**  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
 **ЭНЕРГЕТИКА И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**



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

**РЕСТЭК®**  
РЕСТАВРАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



# КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ: в центре внимания, в центре Москвы

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
НЕФТЕГАЗОВЫЙ  
ФОРУМ**

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

**21-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
НЕФТЕГАЗ-2022**

  [www.neftegaz-expo.ru](http://www.neftegaz-expo.ru)

**18–21 апреля 2022**  
**Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»**



12+  
Реклама



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



ЭКСПОЦЕНТР





24-я Международная выставка  
электронных компонентов, модулей  
и комплектующих

[expoelectronica.ru](http://expoelectronica.ru)

ПОЛУЧИТЕ БИЛЕТ



по промокоду **magazine**  
на [expoelectronica.ru](http://expoelectronica.ru)  
и [electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

**12-14 апреля 2022**  
Москва, Крокус Экспо



19-я Международная выставка  
технологий, оборудования и материалов  
для производства полупроводников,  
электронных компонентов и систем

[electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

ПОЛУЧИТЕ БИЛЕТ





# ФОРУМ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

## Санкт-Петербург 28 июля



**Будьте с нами в этот день!**

**ЭТМ**



# XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА **ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**26–28  
апреля  
2022**

Одновременно с выставкой  
«Энергетика и электротехника – 2022»  
будут работать:

- Российский международный энергетический форум
- Петербургская Техническая Ярмарка
- Выставка инноваций «Hi-Tech»
- Выставка «ЖКХ России».

**EXPOFORUM**

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



Тел.: +7 (812) 320 6363 (доб. 743)  
lyapunova@restec.ru

[www.energetika-restec.ru](http://www.energetika-restec.ru)

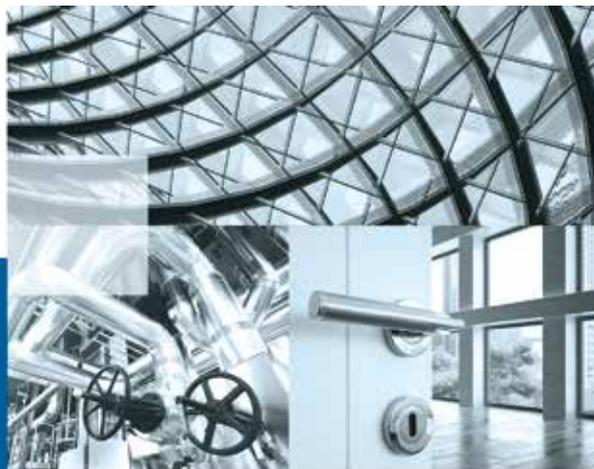


Международная выставка  
строительных,  
отделочных материалов

и инженерного  
оборудования

19|20|21  
АПРЕЛЯ  
2022

Санкт-Петербург  
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Организатор — компания MVK  
Офис в Санкт-Петербурге

**MVK** Международная  
Выставочная  
Компания

12+

+7 (812) 401 69 55, [interstroyexpo@mvk.ru](mailto:interstroyexpo@mvk.ru)

Получите бесплатный  
электронный билет на сайте  
**[interstroyexpo.com](http://interstroyexpo.com)**,  
используя промокод **electro**

Международный форум  
18-21 мая 2022, г. Ростов-на-Дону



ARWE 2022  
CONGRESS & EXPO



**ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

особенности российского энергоперехода

07–09  
июня 2022

Москва  
ЦВК «Экспоцентр»  
Павильон 8

[www.mc-expo.ru](http://www.mc-expo.ru)



7-я Международная  
специализированная выставка

# Металло Конструкции 2022

При поддержке:

АРСС

Ассоциация развития  
стального строительства



Российский союз  
поставщиков  
металлопродукции

Место проведения:



Генеральный  
информационный партнер:



Металлообработка и сбыт



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЕ  
НЕФТЕГАЗОВЫЙ ИТ САММИТ

[www.itsummit.org](http://www.itsummit.org)

15 июня | Москва



ОРГАНИЗАТОР



УДМУРТИЯ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ЦЕНТР

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ПРАВИТЕЛЬСТВО  
УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ



АДМИНИСТРАЦИЯ  
ГОРОДА ИЖЕВСКА

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬСКИЙ  
КЛАСТЕР

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

## 12-14 ОКТЯБРЯ

### Ижевск' 2022

ПРИГЛАШАЕМ  
К УЧАСТИЮ

#### ТЕМАТИКА:

• Энергетическое и электротехническое оборудование • металлообрабатывающее оборудование. Инструмент. Металлопродукция • Комплектующие изделия и материалы  
• Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации процессов • Техника и технологии для добычи нефти и газа, нефтепереработки и нефтехимии • Охрана труда, безопасность на производстве. СИЗ • Средства пожарной и промышленной безопасности

Место проведения: площадка у ТЦ «Мой Порт», ул. Кирова, 146, мобильный павильон

БРОНИРОВАНИЕ ПЛОЩАДЕЙ:



8-912-856-13-93

metal@vcudm.ru

promforum18.ru

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ  
24-26 ОКТЯБРЯ 2022 ГОДА



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА  
МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

КРУПНЕЙШАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ПЛОЩАДКА В РОССИИ И СНГ



18+  
КРУГЛЫХ СТОЛОВ  
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3 000+  
РУКОВОДИТЕЛЕЙ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ



60+  
КОМПАНИЙ-ЛИДЕРОВ  
В ОБЛАСТИ НК И ТД

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ • ИННОВАЦИИ  
РУКОВОДИТЕЛИ КОМПАНИЙ • КЛЮЧЕВЫЕ ЗАКАЗЧИКИ  
ПРЕДСТАВИТЕЛИ ВЛАСТИ • ОТРАСЛЕВЫЕ СМИ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ • ДЕФЕКТОМЕТРИЯ  
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ • ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА  
ОЦЕНКА РИСКА • ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА

32 000 +  
М<sup>2</sup> ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ

29 000 +  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ

500 +  
КОМПАНИЙ УЧАСТНИЦ



ОРГАНИЗАТОР ФОРУМА  
EXPO.RONKTD.RU

В РАМКАХ  
РОССИЙСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ  
НЕДЕЛИ



# ТАТАРСТАНСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ-2022



22-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
«ЭНЕРГЕТИКА. РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»



[www/expokazan.online/tef](http://www.expokazan.online/tef)

19-21  
апреля

12+

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР



КАЗАНСКАЯ  
ЯРМАРКА

Организатор: ОАО «Казанская ярмарка»  
Тел: +7 (843) 202-29-28 (доб.137 или 275)  
E-mail: expokazan02@mail.ru

Место проведения:

МВЦ «Казань Экспо»,  
Республика Татарстан, Лаишевский район,  
с. Большие Кабаны, ул. Выставочная, 1

# **ELECTRO HEAT GENERATION**

[machinery-fair.ru](http://machinery-fair.ru)

Специализированная  
экспозиция  
оборудования для малой  
и большой энергетики

**01-03.11.2022**

ЦВК «Экспоцентр», Москва

в рамках  
международной  
выставки

**INTERNATIONAL  
MACHINERY  
FAIR**



messe frankfurt



## АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

ВQUADRO	БОСТЭР, ООО
ELEGIR	БРАТСКИЙ ЗАВОД МОБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ООО (БЗМК, ООО)
ENERGON	БРИДЕР, ООО
ITC-ELECTRONICS, ООО	БСС, ООО
КОРОС	БЭМЗ, ОАО (БЕРДСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО)
АБАКУС ИНЖИНИРИНГ, ООО	ВАД, АО
АВТОТОР, АО	ВАЛОК-ЧУГУН, ООО
АДАМАНТ-СТРОЙ, ООО	ВАРЬЕГАННЕФТЬ, ОАО
АЗОВСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ПО, ОАО	ВЕЛИКОЛУКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД «ИМПУЛЬС»
АКРОН, ПАО	ВЕЛИКОУСТЮГСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ВУЭС)
АКСИОМА, ПРЕДПРИЯТИЕ, ООО	ВЕРКОН, ООО
АЛАПАЕВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО	ВЕСТЭНЕРГОСЕРВИС НПП, ООО
АЛЕКСАНДРОВСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, ООО	ВЛАДИВОСТОК 2000, ООО
АЛМАЗЫ АНАБАРА, ОАО	ВЛАДРЕСУРС ТД
АЛРОСА, АК, ОАО, ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В Г.ЯКУТСКЕ	ВНИИР, ОАО (ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЕЛЕСТРОЕНИЯ С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ, ОАО)
АЛРОСА, ПАО	ВОЛОГОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ВЭС)
АМКТ, ТК, ООО	ВОЛОГОДСКИЙ ФИЛИАЛ КОМПАНИИ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД (ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА)
АМУРМЕТАЛЛ, ОАО	ВОРКУТАУГОЛЬ, АО
АМУРСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ВОСТСИБСТРОЙ, ЗАО
АНГАРСКАЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ОАО	ВЫМПЕЛ, ЗАВОД, АО
АНДРОПОВСКРАЙГАЗ, ОАО	ВЭМЗ-СПЕКТР, ООО
АНОД-ПЛЮС, ООО	ГЕОЛОГИСТИКС, ЗАО
АПАТИТ, АО	ГИК, ГК, ООО
АПС ЭНЕРГИЯ РУС, ООО	ГИЛЬДИЯ СТРОИТЕЛЕЙ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА, НП СРО
АРМАВИРСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО	ГК «БЛАГО»
АРМАДА, С ИНОСТРАННЫМИ ИНВЕСТИЦИЯМИ ООО	ГК ДЕВЕЛОПМЕНТ, ООО (GC DEVELOPMENT)
АРМАСИС, ООО	ГЛАВСТРОЙ-СПБ
АРТПРОМ, ООО	ГРУППА ЛСР, ПАО
АРХАНГЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА	ГРУППА НК
АРХАНГЕЛЬСКИЙ ЦБК, АО	ГУСЕВСКИЙ ФИЛИАЛ ГУСЕВСКАЯ ТЭЦ АО КАЛИНИНГРАДСКАЯ ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ
АРХБУМ, ООО	ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО
БАЛС-РУС, ООО	ДАЛЬСПЕЦСТРОЙ, ФГУП ГУСС
БАЛТИЙСКАЯ КАБЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ДЕЛОВОЙ ПАРТНЁР, ООО
БАЛТКАБЕЛЬ, ЗАО	ДЕЛОВЫЕ ЛИНИИ
БАЛТЭЛЕКТРОНКОМПЛЕКТ, ООО	ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, ОАО (ДСК, ОАО)
БАЛТЭНЕРГОПРОМ, ООО	ДРЕВО, ДК, ООО
БАРКЛИ, КОРПОРАЦИЯ	ДРСК, АО
БИНОМ, ПКФ	ЕВРАЗ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, ОАО (ЕВРАЗ ЗСМК, ОАО)
БИОКАД, ЗАО	ЕВРАЗМЕТАЛЛ СИБИРЬ, ООО, КРАСНОЯРСКИЙ ФИЛИАЛ
БЖС, ООО (БРЯНСКАЯ КОМПАНИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ООО)	
БОКСИТ ТИМАНА АО	
БОКСИТ ТИМАНА, АО	

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**



ЕВРАЗМЕТАЛЛ СИБИРЬ, ООО, ОМСКИЙ ФИЛИАЛ  
 ЕВРОХИМСЕРВИС ТК, ООО  
 ЕДИНСТВО, ГК  
 ЕКА ГРУПП  
 ЖЕЛДОРИПОТЕКА, ЗАО, ФИЛИАЛ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
 ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ), ГУП  
 ЗАВОД СЭТ, ООО  
 ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ  
 ЗАВОЛЖСКИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, ЗАО  
 ЗАЛИВ, СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ООО  
 ЗАПСИБГАЗПРОМ, ОАО  
 ЗВЕЗДА, ПАО  
 ЗЕНОН ТЕХНОСФЕРА, ООО  
 ИЖЕВСКИЙ ОПЫТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАО (ИОМЗ, ЗАО)  
 ИЖОРСКИЕ ЗАВОДЫ, ПАО  
 ИЛИМ, АО  
 ИЛИМ-ТНП ООО  
 ИНЖПРОЕКТСТРОЙ, ГК  
 ИНПРОМ ЭСТЕЙТ, ОАО  
 ИНТЕГРО СТИЛ, ООО  
 ИНТЕР РАО ЕЭС, ОАО  
 ИНФОКОМ-ЛТД, ООО  
 ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 ИСТОК, ООО  
 ИТЕРА, ООО  
 ИШЛЕЙСКИЙ ЗАВОД ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ, ООО  
 КАВКАЗКАБЕЛЬ, КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ЗАО  
 КАЗАНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО (КЭТЗ, ОАО)  
 КАЛИНИНГРАДСКАЯ ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 КАЛИНИНГРАДСКИЙ ФИЛИАЛ ТЭЦ-1 АО КАЛИНИНГРАДСКАЯ  
 ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ  
 КАМЧАТСКЭНЕРГО, ПАО  
 КАРЕЛПРИРОДРЕСУРС, ООО  
 КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ, ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, ОАО  
 КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ КОМПАНИИ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД (ПАО МРСК  
 СЕВЕРО-ЗАПАДА)  
 КАСТ, ООО  
 КАШИНСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОАППАРАТУРЫ, ОАО  
 КИЛОВОЛЬТ, ООО  
 КИРИЛЛОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (КЭС)  
 КИРОВСКИЙ ЗАВОД, ПАО  
 КЛЕЙТОН, ООО  
 КЛИНКМАНН СПБ, АО  
 КОВДОРСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ АО  
 КОВДОРСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, АО  
 КОЛЬСКАЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 КОМИ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, АО  
 КОМИАВИАТРАНС, АО  
 КОМПЛЕКТ-А, ООО  
 КОМПОНЕНТ-КАБЕЛЬ  
 КОНТАКТ, КРИ

КОНТАКТ, НПП, ФГУП  
 КОНТИНЕНТ, СК, ООО  
 КОНЦЕРН «ТИТАН-2», АО  
 КОНЦЕРН КЛГ  
 КУРСКИЙ ЗАВОД КПД ИМ. А.Ф. ДЕРИГЛАЗОВА, ОАО  
 ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ, АО  
 ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА  
 ЛЕНСТРОЙТРЕСТ, ЗАО  
 ЛЕНТУРБОРЕМОНТ, ИТФ, ООО  
 ЛЕНЭЛЕКТРОЦИТ  
 ЛОМО, ОАО  
 ЛУЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ ЗАВОД (ЛАЗ), ОАО  
 ЛУЗАЛЕС, ООО  
 ЛЭП, КОМПАНИЯ  
 МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, ОАО (ММК)  
 МАГСИБМЕТ, ЗАО  
 МДМ-ТЕХНО, ООО  
 МЕГАЛИТ, ЗАО  
 МЕГАРОН, ООО  
 МЕДЖИК СИСТЕМС, ЗАО  
 МЕТЕОРИТ И К, ООО  
 МЕХАНОТРОНИКА НТЦ, ООО  
 МИКРОНИКС, НТФ  
 МИССП-СОВПЛАСТ, КРОПОТКИНСКИЙ ЗАВОД, ОАО  
 МОБОЙЛ, ПКП, ООО  
 МОДЕРН МАШИНЕРИ ФАР ИСТ, ООО  
 МОНОКРИСТАЛЛ, ЗАО  
 МОНОЛИТСТРОЙ, ЗАО  
 МОРСКОЙ ТРАСТ, ООО  
 МУРМАНСКИЙ ФИЛИАЛ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД  
 НАДЕЖНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ООО  
 НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ ОРИОН  
 НЕВА ТК, ООО  
 НЕВАДА-ВОСТОК (САМБЕРИ), ООО  
 НЕВСКИЕ РЕСУРСЫ ТД, ООО  
 НЕВСКИЙ ЗАВОД, АО  
 НЕКСАНС РУС, ООО  
 НЕОТЕХ, ООО  
 НЕРЮНГРИ-МЕТАЛЛИК, ООО  
 НЕФТИСА, НК, АО  
 НИЖНЕВАРТОВСКАЯ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО  
 НИЖНЕВАРТОВСКСТРОЙДЕТАЛЬ, ЗАО  
 НИИПП, ДП МТЦ, ОАО  
 ННК ХАБАРОВСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, АО  
 ННК-КАМЧАТНЕФТЕПРОДУКТ, АО  
 НОВГОРОДСКИЙ ФИЛИАЛ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД  
 (ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА)  
 НОВОКУЙБЫШЕВСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, АО (НК НПЗ, АО)  
 НОВОСИБИРСКИЙ ЗАВОД ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ С ОКБ, ФГУП  
 НОКИАН ШИНА, ООО

**РАЗМЕЩАЙТЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ КОМПАНИЙ**

 НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**



НОРДВЕСТТЕХНО, ООО	ПСКОВСКИЙ ФИЛИАЛ КОМПАНИИ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД (ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА)
НОРДЭЛЕКТРОПРОМ, ООО	РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП, ООО
НОРИЛЬСКИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС, ООО	РАКУРС, НПФ
НП СРО	РЕНЕЙССАНС КОНСТРАКШН, АО
НСК-ЭНЕРГО, ООО	РИМ, АО
НЫТВА, НЫТВЕНСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО	РК-ГРАНД ООО
ОБНИНСКЭНЕРГОТЕХ, ЗАО	РКС-ЭНЕРГО, ООО
ОРСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ЗАО (ОЗЭМИ, ЗАО)	РОСИЗОЛИТ, ООО
ОТК, ООО	РОССЕТИ ЯНТАРЬ (АО ЯНТАРЬЭНЕРГО)
ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА	РОСТОВСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ЗАО (РЭК ЗАО)
ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН, ГУП	РОСТПЕТРОЭЛЕКТРОРЕМОНТ, ООО
ПЕТРОСТРОЙСВЯЗЬ, ПТФ, ЗАО	РОСЭНЕРГОСЕРВИС, ООО
ПЕЧЕНГАСТРОЙ, ООО	РСГ-БИЗНЕС СЕРВИС, ООО
ПЕЧОРАНЕФТЕГАЗ АО	РТК-ЭЛЕКТРО-М
ПКФ-ЭЛЕКТРОЩИТ, ООО	РУДНИК ВАЛУНИСТЫЙ, ООО
ПЛАНАР-СВЕТОТЕХНИКА, ООО	РУСДЖАМ СТЕКЛОТАРА ХОЛДИНГ, ООО
ПНЕВМАТИКА, ОАО	РУССКАЯ АКВАКУЛЬТУРА, ПАО
ПО АРХАНГЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО АЭС)	РУССКИЙ УГОЛЬ, АО
ПО БОРОВИЧСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	РЭП ХОЛДИНГ, АО
ПО ВАЛДАЙСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	САХАТРАНСНЕФТЕГАЗ, АО
ПО ВЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО ВЭС)	СВЕТЛОЕ, ООО
ПО ВОРКУТИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РАДИОЗАВОД, ООО
ПО ВОСТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СЕВЕР, ПО, ФГУП
ПО ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СЕВЕРСТАЛЬ ДИСТРИБУЦИЯ, АО
ПО ЗАПАДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СЕВЕРСТАЛЬ, ПАО
ПО ИЛЬМЕНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СЕВЕРСТАЛЬ-МЕТИЗ, ОАО
ПО КОТЛАСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО КЭС)	СЕВЗАП НТЦ, ОАО
ПО ПЕЧОРСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИГНАЛ, СТАВРОПОЛЬСКИЙ РАДИОЗАВОД, ОАО
ПО ПЛЕСЕЦКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО ПЭС)	СИЛОВЫЕ МАШИНЫ, АО
ПО СЕВЕРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИММЕТРОН ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ, ЗАО
ПО СТАРОРУССКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИММЕТРОН, ГК
ПО ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИМФЕРОПОЛЬСЕЛЬМАШ, ЗАВОД, ПАО
ПО ЮЖНО-КАРЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД, ПАО
ПО ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО
ПОДЪЕМТЯЖМАШ, ПТО ООО	СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ООО
ПОЛИМЕТАЛЛ, АО	СКАТ, ООО
ПОЛЮС МАГАДАН, АО	СКБ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ООО
ПРИВОЛЖТРАНССТРОЙ, ОАО, УПТК	СЛАВМО, АО
ПРИМОРСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СММ, ГРУППА
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ВИС», ООО	СОВРАС, ООО
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СЕВЕРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО СЭС)	СОСНОВОБОРЭЛЕКТРОМОНТАЖ, АО
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО ЦЭС)	СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ПРИМОРСКОГО КРАЯ»
ПРОМИНВЕСТ-УГОЛЬ, ООО	СОЮЗ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПРОМСВЕТ, ФИРМА, ООО	СОЮЗ «НОВГОРОДСКАЯ ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА» /НТПП/
ПРОМЭКО, ООО	СОЮЗ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
ПРОМЭЛЕКТРО, ЗАО	СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПРОФИЛЬ-СТАЛЬ, ООО	СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ»
ПСК БАРС	СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ»
ПСКОВВТОРМЕТ, ОАО	СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ» /

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ  
**marketelectro.ru**

СЕВЕРНАЯ/	ЧЕЛЯБЭНЕРГОСБЫТ, ПАО
СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ»	ЧЕРЕПОВЕЦКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ЧЭС)
СОЮЗ «ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)»	ЧЕРНОМОРНЕФТЕГАЗ, ГУП, РК
СОЮЗ ВОЛОГОДСКАЯ ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА	ЧИРКЕЙГЭССТРОЙ, АО
СПАССКЦЕМЕНТ, АО	ЧУКОТСКАЯ ТОРГОВАЯ КОМПАНИЯ, АО
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР, ООО	ЧЭАЗ, ОАО
СТАВРОПОЛЬКОММУНЭЛЕКТРО, СК, ГУП	ШАМСА, ГК (ШАМСА-ХОЛДИНГ)
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ЗЭИ (СТАВРОПОЛЬСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ), ООО	ШТОКМАН ДЕВЕЛОПМЕНТ АГ, ФИЛИАЛ
СТАЛЬМОНТАЖ, ЗАО	ЭКОПРОМСТРОЙ, ООО
СТОЙЛЕНСКИЙ ГОК, ОАО (СТОЙЛЕНСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, ОАО)	ЭЛЕВЕЛ, ООО
СТРОИТЕЛИ УРАЛА, НПСРО	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ ЕАО
СТУПИНСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ОАО	ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ, ОАО
СУНСКИЙ КАРЬЕР, ООО	ЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ, УПТК, ООО
СУРГУТГАЗСТРОЙ, ОАО	ЭЛЕКТРОМАТИКА ТРЕЙД, ООО
СУРГУТСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ, ООО	ЭЛЕКТРОНМАШ, АО
СЫКТЫВКАР ТИССЬЮ ГРУП, ОАО	ЭЛЕКТРОПРОМСЕРВИС, ООО
СЫКТЫВКАРСКИЙ ФАНЕРНЫЙ ЗАВОД, ООО	ЭЛЕКТРОСПЕЦТРАНСЛАДКА, ООО
ТАГАНРОГСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, АО	ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ЗАО
ТАИФ-НК, ОАО	ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ООО
ТД «ЭКОПОЛИМЕРЫ», ООО	ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ПО, ФГУП
ТДФ, ООО	ЭЛЕКТРОЦИНК, ОАО
ТЕПЛООЗЕРСКИЙ ЦЕМЕНТНЫЙ ЗАВОД, АО	ЭЛЕКТРОЦИТ, ЗАО
ТЕПЛОТЕХНИКА, ООО	ЭЛКОМ, ООО
ТЕРМАЛЬ, КОНЦЕРН, ЗАО	ЭЛПРОМ, НПК, ООО
ТЕРМИТ С, ООО	ЭЛТЕКО ГЛОБАЛ, ЗАО, ЮЖНЫЙ ФИЛИАЛ (ЭЛТЕКО ИНТЕР, ЗАО)
ТИТАН, ГК, ЗАО	ЭЛТОН, ООО
ТИХВИНСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, АО	ЭЛЬГАУГОЛЬ, ООО
ТОМСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ФГУП	ЭНЕРГИЯ, ООО
ТОТЕМСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ТЭС)	ЭНЕРГО ПЛАНЕТА, ООО
ТРАНСОЙЛ, ООО	ЭНЕРГОЗАВОД-НЕВА, ООО
ТСНЭЛЕКТРО, ООО	ЭНЕРГОКОМФОРТ ЕДИНАЯ КАРЕЛЬСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ТУЛАЧЕРМЕТ, ПАО	ЭНЕРГО-СТРОЙ, ГК
ТУЛЬСКИЙ ЗАВОД ТРАНСФОРМАТОРОВ, АО	ЭНЕРГОТЕХ, ЗАО
ТЮЛЬГАНСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО	ЭНИКОМ, ООО
УНИ-БЛОК, ООО	ЭНКА ТЕХНИКА
УРГАЛУГОЛЬ, АО	ЭНКО ГРУПП, ООО
УСК МОСТ, ОАО	ЭНКОМ, ЗАО
УСТЬ-СРЕДНЕКАНГЭССТРОЙ, АО	ЭСКО ЕЭС, АО
ФАРМАЦИЯ ГУПАО	ЭТА ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД (ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА)	ЮГКОМПЛЕКТАВТОМАТИКА, ЗАО
ФИОЛЕНТ, ЗАВОД, АО	ЮГМЕТЦЕНТР
ФОНД СЭТ	ЮЖНО - ЯКУТСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ФОТОН, ООО	ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КАМЧАТКИ, АО
ФРЕГАТ, КЕРЧЕНСКАЯ МОРСКАЯ ВЕРФЬ, ООО	ЮНИТЕЛ ИНЖИНИРИНГ, ООО
ХАБАРОВСКАЯ ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ЯКОБС ДАУ ЭГБЕРТС РУС, ООО
ХАБАРОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ЯКУТСКАЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО
ХАССЛАХЕРЛЕС, ООО	ЯКУТСКЭНЕРГО, АК, ОАО ЭНЕРГОСБЫТ
ХТСК, ОАО	ЯКУТСКЭНЕРГО, ПАО
	ЯКУТУГОЛЬ, АО ХК
	ЯМАЛ СПГ

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-2022</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.

# YouTube канал журнала

**РЫНОК** ..... [www.marketelectro.ru](http://www.marketelectro.ru)  
**Электротехники**  
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.**





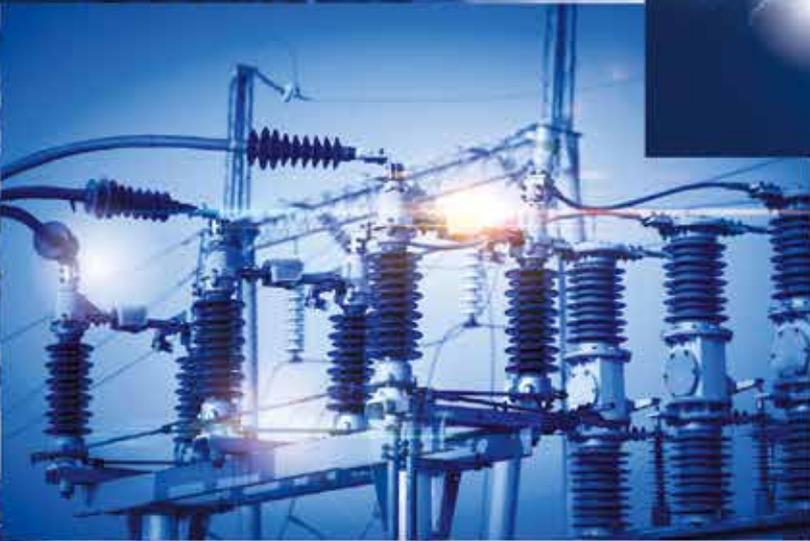
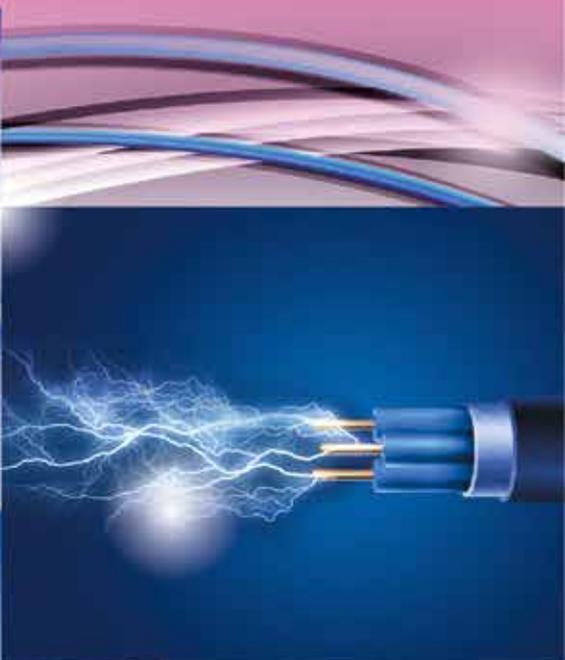
# ЭЛЕКТРО

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



## 6-9 ИЮНЯ 2022

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР» • WWW.ELEKTRO-EXPO.RU



 **ЭКСПОЦЕНТР**

12+



Реклама



**ЭЛЕКТРО  
МАРКЕТ**  
ВАЖНЫЕ СВЯЗИ  
ДЛЯ ВАЖНЫХ ДЕЛ



**ЭЛЕКТРО  
ОБЩЕНИЕ**  
РАЗГОВОРЫ  
С ТОЛКОМ



**ЭЛЕКТРО  
НАВЫКИ**  
ПРОКАЧАЙ НАВЫКИ  
И КОМПЕТЕНЦИИ