



Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее
стр. 8



Технология Smart Grid: суть и внедрение в России в 2025 году
стр. 49



Энергоэффективные решения в светотехнике
стр. 73

рынок Электротехники

ежеквартальный журнал

www.marketelectro.ru



СТЭЗ

стулинский ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

Производитель высоконадежной электротехники,
 завод полного цикла,
 локализованный в России

Сила в каждом соединении:
российские
электротехнические
инновации



СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПОНЕНТОВ В РОССИИ

Измерительные клеммы КНИВ – новая разработка от НПО «АвалонЭлектроТех»
Читайте на стр. 29



www.avalonelectrotech.ru
Тел.: +7 (495) 933-85-48

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА



МФЭС

В период 2 - 4 декабря 2025 года
в Москве, в ВК «Тимирязев центр»
состоится Международный форум
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» (МФЭС) -
масштабное отраслевое мероприятие,
предоставляющее оптимальные условия
для продвижения передовых
энергоэффективных и ресурсосберегающих
технологий, модернизации и технического
первооружения электросетевого
комплекса, а также совершенствования
системы управления электрическими
сетями

К участию в Международном форуме
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» приглашаются
научные, проектные, строительные,
эксплуатационные организации
электросетевого комплекса РОССИИ и других
стран, производители электротехнического
оборудования, элементов ЛЭП, разработчики
и производители средств автоматизации,
связи, диагностики оборудования,
учета электроэнергии, разработчики
и производители программного обеспечения,
образовательные учреждения и отраслевые
СМИ

2025

2-4 декабря

ВК ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР, Москва,
Верхняя аллея, 6с1

Задачи МФЭС:

- Объединение усилий лидеров отрасли по развитию электросетевого комплекса, повышению его надежности и эффективности
- Определение ключевых направлений импортозамещения
- Перспективное взаимодействие по реализации, оптимизации и автоматизации бизнес-процессов, а также согласованной работы IT-систем
- Разработка стандартных пакетных решений по «интеллектуализации» и информативности отрасли

Информационная поддержка МФЭС:



Организатор:
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

Тел. 8(495) 245 07 27
e-mail: exhibit@expoelectroseti.ru

Сканируйте QR-код
и преходите на сайт МФЭС
<https://expoelectroseti.ru/>





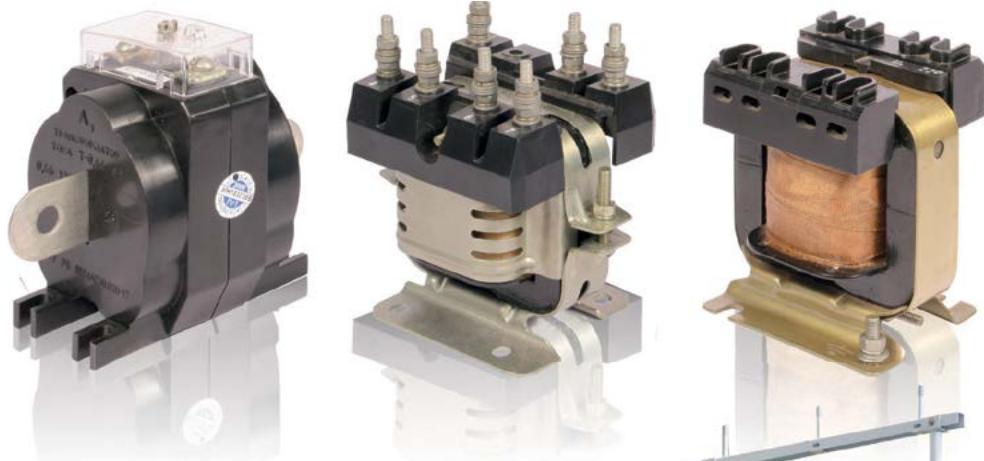
МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И. КОЗЛОВА —

крупнейший производитель электротехнического
оборудования на территории СНГ

Силовые
трансформаторы

Комплектные
трансформаторные
подстанции

Многоцелевые
трансформаторы



Система качества
предприятия
сертифицирована
на соответствие
стандартам
качества
ISO 9001

Широкая
дилерская
сеть



Гарантия производителя

5 лет

* - на силовые трансформаторы

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

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

info@metz.by

www.metz.by

Организатор:

окружной выставочный центр
ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ

Техническая поддержка:

EXPOTECH

MEMBER
OF THE RUSSIAN
UNION OF EXHIBITIONS
AND FAIRS



Член
СОЮЗА
ВЫСТАВОК
И ЯРМАРОК



24.09 - 26.09

30 МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

**СУРГУТ.
НЕФТЬ И ГАЗ
2025**



30th INTERNATIONAL
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

**SURGUT.
OIL & GAS
2025**

+7 (3462) 94-34-54
sales@yugcont.ru
sngexpo.ru

г. Сургут,
СОК «Энергетик»
ул. Энергетиков, 47

Промышленно-энергетический форум
и специализированная выставка предприятий

**ПРОМ-ЭНЕРГО
VOLGA**

22-24 октября
Волгоград Арена

ПЭВ/25



ВЦ ЦАРИЦИНСКАЯ ЯРМАРКА
www.promenergovelga.ru

тел./факс: (8442) 26-50-34 www.zarexpo.ru

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ООО «Издательская группа
«Индастриал Медиа»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
Тимур Асланов
editor@marketelectro.ru

ПРОДАЖА РЕКЛАМЫ:
ООО «Нормедиа»

ДИРЕКТОР ПО РЕКЛАМЕ:
Вероника Асланова
reklama@marketelectro.ru

МЕНЕДЖЕР ПО РЕКЛАМЕ:
Наталья Коробейникова

ОТДЕЛ ПОДПИСКИ
podpiska@marketelectro.ru

**МЕНЕДЖЕР ПО ВЫСТАВОЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**
event@marketelectro.ru

ТРАФИК-МЕНЕДЖЕР:
Дарья Каткова
traffic@marketelectro.ru

ДИЗАЙН, ВЕРСТКА:
Вероника Волгарева

КОРРЕКТУРА:
Инна Назарова

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
127018, г. Москва, ул. Полковая, д. 3, стр. 6, оф. 305
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 09.06.2025 г.

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»
127273, Москва г., Сигнальный проезд, дом № 19,
строение 1, этаж 7
Тел.: (499) 903-69-52, (499) 903-69-53
<https://mediacolor.ru>
E-mail: site@mediacolor.ru

Распространяется бесплатно
и по подписке.

Тираж 15 000 экз.
Заказ №: 25-Z-0541

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 этом номере мы по-прежнему активно анализируем различные аспекты работы рынка электротехники и пытаемся заглянуть в будущее.

Тема номера – Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее. Выясняем у экспертов, чего ожидать, изучаем данные, мониторим рынок и, предлагаем вам наш взгляд на то, куда это все движется.

В разделе «Рынок Светотехники» в центре нашего внимания в этом номере – Энергоэффективные решения в светотехнике.

Регионы номера: Приволжский и Северо-Кавказский Федеральные округа

Также изучаем вопросы технического обслуживания электротехнического оборудования и все нюансы технологии Smart Grid!

Команда проекта «Рынок Электротехники»

ХХVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ

10-12

СЕНТЯБРЯ
2025

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ ЭКСПОФОРУМ

www.automation-expo.ru

(812) 718-35-37

Организатор выставки:

FarEXPO IFE®

18+



Radel

ХХVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
& ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

10-12
СЕНТЯБРЯ
2025

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ ЭКСПОФОРУМ



СОЗДАВАЙТЕ НОВОЕ!

- ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
- НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- ПЕРЕДОВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ
- НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ
- СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ

18+

ОРГАНИЗАТОР:

Новости электротехники	6
ТЕМА НОМЕРА	
Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее	8
КРУГЛЫЙ СТОЛ	
Энергоснабжение промышленных объектов в России: настоящее и будущее	24
ФОРУМ	
Чебоксары примут форум «Навигационная безопасность»	27
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Измерительные клеммы КНИВ – новая разработка от НПО «АвалонЭлектроТех»	29
ДКС: «Мы вместе сможем сделать наш рынок самым крупным в Европе»	30
ИЗОЛЯТОРЫ	
Твердая поступь нового изолятора для ЛЭП	32
ТРАНСФОРМАТОРЫ	
Комплекс мониторинга и диагностики состояния масла АМ-Си	35
ДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	
Электротехническое оборудование для добывающей промышленности: вызовы и решения	36
УМНЫЕ СЕТИ	
Технология Smart Grid: суть и внедрение в России в 2025 году	49
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	
Техническое обслуживание электротехнического оборудования: стратегии и решения	62
РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ	
Энергоэффективные решения в светотехнике	73
Чек-лист для заказчика: что нужно учесть перед модернизацией освещения	91
ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	
Обзор рынка электротехники в Приволжском федеральном округе	94
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	
Обзор электротехнического рынка СКФО в 2025 году	108
Адресное распространение журнала «Рынок Электротехники». Выборочный список	126

Минэнерго представило стратегию роботизации до 2030 года

На форуме ЦИПР-2025 заместитель министра энергетики РФ Эдуард Шереметев представил амбициозные планы по цифровизации топливно-энергетического комплекса. К 2030 году Россия планирует войти в топ-25 самых роботизированных стран мира, для чего необходимо увеличить количество промышленных роботов до 145 единиц на каждые 10 тысяч работников. Сейчас этот показатель составляет всего 19 роботов в среднем по стране и лишь девять в ТЭК.

Для достижения поставленных целей отрасль нуждается как минимум в 6,5 тысячи новых роботов до конца десятилетия. Это обусловлено острым дефицитом кадров в экономике, достигающим одного-двух миллионов человек. Робототехника и искусственный интеллект рассматриваются не только как инструменты оптимизации затрат, но и как платформа для развития программных решений. Особое внимание уделяется внедрению технологий цифровых двойников, особенно в нефтегазовом секторе, где они помогают моделировать геологические структуры и оптимизировать производственные процессы. При этом все цифровые решения должны быть экономически эффективными и обеспечивать измеримый результат.

США делают ставку на геотермальную энергетику

Администрация Дональда Трампа представила проект федерального бюджета на 2026 год, предусматривающий существенное сокращение финансирования программ в сфере энергоэффективности и возобновляемых источников энергии. Планируется уменьшение общего бюджета департамента на 74 процента, что составляет более 2,5 миллиарда долларов. Особенно сильно пострадает программа поддержки ВИЭ – ее финансирование сократится с 795 до 240 миллионов долларов. При этом предполагается полное прекращение государственной поддержки проектов по интеграции солнечных и ветровых установок в национальную энергосистему.

Вместе с тем проект бюджета предусматривает увеличение финансирования геотермальной энергетики – с 118 до 150 миллионов долларов. Дополнительные средства планируется направить на строительство

современных геотермальных электростанций, использующих передовые технологии из нефтегазового сектора. Такие изменения в бюджетной политике отражают новый курс администрации, направленный на перераспределение ресурсов в пользу тех энергетических направлений, которые считаются наиболее перспективными с точки зрения практического применения и технологического развития.

Сингапур строит энергетические мосты с Азией

Сингапур активно развивает импорт экологически чистой энергии, получив лицензию на импорт солнечной энергии из Индонезии мощностью до 1 ГВт, параллельно рассматривая возможности получения ветряной энергии из Вьетнама и солнечной энергии из Австралии с целью увеличения общего объема импорта «зеленой» энергии до 6 ГВт к 2035 году.

Анализ производства «зеленой» энергии

За первый квартал 2025 года возобновляемые источники энергии в совокупности произвели 1,27 млрд кВтч электроэнергии, где наибольшую долю (более 80%) обеспечили ветряные электростанции, в то время как солнечные и малые гидроэлектростанции внесли 18% и 2% соответственно.

Еще один шаг к водородной энергетике

Созданный российско-зарубежными химиками катализатор из меди, хрома и серы демонстрирует эффективность, равную платиновым системам электролиза воды, и в полтора раза превосходит по производительности доступные на рынке бюджетные аналоги.

Солнечный кластер Испании

Французская TotalEnergies ввела в эксплуатацию в Испании пять солнечных электростанций общей мощностью 263 МВт, способных обеспечить энергией более 150 тысяч домохозяйств и сократить выбросы CO_2 на 245 тысяч тонн в год, однако недав-

ний масштабный сбой энергосистемы в стране показал зависимость ВИЭ от погодных условий.

Автоматизированный энергообъект

Башнефть запустила в Краснокамском районе Башкортостана высоковоавтоматизированную подстанцию Мирная, оснащенную российским оборудованием и способную обеспечивать электроэнергией более 470 скважин и пять производственных объектов, при этом все процессы на объекте полностью автоматизированы и управляются удаленно из диспетчерского центра, что позволило сократить эксплуатационные затраты более чем на 40% и дало старт созданию Цифрового района электросетей в регионе.

Забота о пернатых

С начала 2025 года компания «Россети Кубань» установила около 2,3 тысячи птицезащитных устройств на высоковольтных линиях электропередачи в Краснодарском крае и Республике Адыгея, где обитает более 300 видов птиц, включая краснокнижные, при этом особое внимание уделяется оборудованию линий в заповедниках, буферных зонах и на маршрутах миграции пернатых.

Энергоснабжение « дальневосточных гектаров »

«Сахалинэнерго» построило трансформаторную подстанцию мощностью 400 кВА и воздушную ЛЭП протяженностью 5 км для подключения участков «Дальневосточного гектара», что создаст условия для развития сельского хозяйства и малого бизнеса на выделенных землях.

Энергетический потенциал Кавказа

Заместитель министра Петр Конощенко сообщил о планах развития электроэнергетики Северного Кавказа, где к 2030 году ожидается рост потребления до 35 млрд кВт/ч при общей мощности 10 ГВт, а также о старте пилотных проектов по снижению потерь электроэнергии и улучшению платежной дисциплины в регионе.

Газ вместо электричества в дефицитных регионах

Глава Минвостокразвития А. Чекунов предложил использовать избыточный природный газ для майнинга криптовалют, что позволит эффективно задействовать невостребованные энергоресурсы, не создавая дополнительной нагрузки на электросети. В то время как правительенная комиссия рассматривает запрет на добычу криптовалют в энергодефицитных регионах России, включая Забайкалье, Бурятию, северную часть Карелии, Пензенскую область и часть Хакасии.

От эксперимента к надежному источнику энергии Чукотки

В 2025 году уникальная плавучая атомная теплоэлектростанция «Академик Ломоносов» отмечает пятилетие со дня ввода в промышленную эксплуатацию. За этот период станция, не имеющая аналогов в мире, выработала более 1 миллиарда киловатт-часов электроэнергии и стала ключевым источником энергоснабжения для Чукотки-Билибинского энергоузла, обеспечивая более 60% его потребностей.

Особенностью ПАТЭС являются реакторные установки «ледокольного» типа КЛТ-40-С, позволяющие проводить полную замену ядерного топлива раз в несколько лет, что существенно отличается от традиционных наземных АЭС. С 2026 года, после закрытия Билибинской АЭС, ПАТЭС станет главным источником энергии для западной Чукотки. Успешная эксплуатация станции подтверждает эффективность мобильных атомных электростанций малой мощности, которые открывают новые возможности для энергоснабжения труднодоступных и арктических территорий.

Китайские технологии в Чехии: старт строительства новых энергоблоков АЭС

Чешская энергетическая компания CEZ и китайская корпорация Huaneng Group заключили контракт на строительство двух новых энергоблоков на АЭС «Дукованы».

Строительство новых блоков планируется начать в 2026 году, а ввести их в эксплуатацию предполагается к 2033 году. Каждый энергоблок будет оснащен реактором мощностью 1200 МВт. Проект включает не только строительство, но и последующее об-

служивание станций в течение 15 лет. Китайская сторона также берет на себя обязательства по обучению чешского персонала и передаче технологий.

Технология хранения энергии

Немецкие инженеры создали инновационную технологию хранения энергии под водой – StEnSea. Система работает с помощью гигантских полых бетонных сфер диаметром 9 метров и весом 400 тонн, которые размещаются на глубине 600–800 метров. Принцип действия основан на преобразовании гидростатического давления в электричество: при избытке энергии вода откачивается из сферы, создавая вакуум, а при необходимости генерации – морская вода под давлением вращает турбину.

Это решение позволяет избежать строительства дамб и не требует изменения природного ландшафта, в отличие от традиционных гидроэлектростанций. Технология уже прошла успешное тестирование в Боденском озере с уменьшенной моделью. К 2026 году планируется запуск полноценной установки у берегов Калифорнии. Каждая сфера способна обеспечивать мощность 0,5 МВт и накапливать 0,4 МВтч энергии. Потенциал технологии оценивается в 817 тысяч ГВтч, что достаточно для обеспечения 75 миллионов домохозяйств.

Развитие электросетей Удмуртии

Россети в этом году планируют инвестировать в развитие электросетевого комплекса Удмуртии свыше 3,3 млрд руб. Средства будут направлены на завершение строительства подстанции в Завьяловском районе и модернизацию магистральных подстанций.

Кризис ветроэнергетики

В ответ на глобальный спад проектов в сфере морской ветроэнергетики и рост затрат, Япония намерена смягчить условия для компаний-застройщиков, планирующих строительство масштабных оффшорных ветряных электростанций. Страна стремится восстановить свои энергетические амбиции, несмотря на ряд неудач в реализации ранее запланированных проектов.

Правительство Японии нацелено на создание 45 гигаватт морских ветряных мощностей к 2040 году для снижения зависимости от импорта ископаемого топлива и сокращения выбросов CO₂.



«Контактор» полностью интегрируется в IEK GROUP

IEK GROUP интегрирует в свою структуру активы, приобретенные в 2023 году у французской Группы Legrand. В их составе – Испытательный центр электрооборудования (ИЦЭО) ульяновского завода «Контактор». С его вхождением компания приобрела дополнительные компетенции и еще больше укрепила собственную высокотехнологичную базу.

Возможности ИЦЭО позволяют тестиировать большой перечень электротехники: как высоковольтное оборудование, так и низковольтную аппаратуру распределения и управления. Испытательный центр аккредитован в Росаккредитации и регулярно подтверждает свою компетентность согласно ГОСТ ISO/IEC 17025–2019.

Лаборатория оснащена двумя генераторами, один из которых на 25 МВт, другой 10 МВт, и может генерировать токи до 150 000 А. В ее распоряжении также более 60 испытательных стендов. Специалисты контролируют параметры пожароопасности и электроизоляции, проверяют сейсмостойкость и вибостойкость электротехники, механическую и электрическую износостойкость с неограниченным количеством циклов, стойкость к нагреванию переменным трехфазным током частотой 50 Гц и постоянным током до 18 000 А.

Имеющийся комплекс оборудования дает возможность Испытательному центру проводить полный комплекс испытаний с широким спектром мощного коммутационного оборудования на постоянном и переменном токах. Поэтому его услугами пользуются предприятия не только из России, но и из других стран. ИЦЭО продолжает сотрудничать с ключевыми игроками электротехнического рынка, многие из которых стали его постоянными заказчиками.

Развитие компетенций ИЦЭО является одной из приоритетных задач IEK GROUP. Для проведения полного цикла испытаний модульного оборудования будет создана отдельная лаборатория с парком специализированных стендов. В планах IEK GROUP – расширить возможности для испытаний электроустановочных изделий и пускорегулирующей аппаратуры на базе ИЦЭО.

Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее

■ Егор Трубников

Введение

Надежное энергоснабжение – это не просто технологическая необходимость для промышленного предприятия, а фундамент его конкурентоспособности, производственной стабильности и стратегического развития. Электроэнергия, тепловая энергия, пар, резервные мощности, системы управления и диагностики – всё это уже давно не «утилитарные блага цивилизации», а критически важные ресурсы, от которых зависит выпуск продукции, безопасность процессов, соблюдение регламентов и финансовые результаты.

На фоне растущих требований к энергоэффективности, кибербезопасности, экологичности и устойчивости промышленные предприятия в России сталкиваются с необходимостью переосмыслить подход к управлению своей энергетической инфраструктурой. Больше нельзя полагаться исключительно на централизованную энергосистему: внешние сети подвержены авариям, тарифы нестабильны, геополитические рискиказываются на поставках оборудования, а требования к бесперебойности возрастают даже на некритичных участках производства.

Одновременно уход с российского рынка крупных иностранных производителей оборудования, санкционные ограничения и разрыв технологических цепочек вынудили компании пересматривать структуру своей энергосистемы и искать новые решения – чаще всего опираясь на отечественные разработки, локальную генерацию, цифровизацию и гибридные источники энергии. На этом фоне особенно остро встал вопрос энергосамостоятельности промышленных площадок и способности бизнеса управлять своей энергией также стратегически, как и своими производственными мощностями.

В этих условиях энергоснабжение перестает быть «инженерной рутиной» и становится областью стратегических инвестиций. Это уже не просто трансформаторы и кабели – это интеллектуальные системы сбора и анализа данных, газопоршневые установки в когенерации, аккумуляторы с программируемыми сценариями, цифровые двойники подстанций, микросети с автономным режимом и резервирование, распределенное в пространстве и управляемое из одного центра.

Эта статья – попытка взглянуть на энергоснабжение промышленных

объектов в России как на активно развивающуюся и трансформирующуюся систему. Мы рассмотрим текущее состояние отрасли, основные технологические решения, источники энергии, рыночную структуру и процессы импортозамещения, а также дадим прогноз на ближайшие три года с учетом изменений в инвестициях, регулировании и технологических приоритетах. Также в статье приведены практические примеры реализации современных решений на российских предприятиях – от гибридных мини-ТЭЦ до плавучих атомных станций в арктической зоне.

Этот материал будет полезен руководителям энергетических служб, главным инженерам, специалистам по энергоэффективности, проектировщикам, интеграторам систем энергоснабжения и всем, кто вовлечен в проектирование, модернизацию и управление энергетической инфраструктурой промышленных объектов.

Актуальное состояние энергоснабжения промышленных предприятий в России

Энергоснабжение промышленных объектов в России представляет собой разветвленную, технически сложную и одновременно неоднородную систему, сформировавшуюся на стыке централизованной энергосистемы, локальных источников генерации и внутренних инженерных сетей предприятий. Эта система обслуживает как энергоемкие гиганты тяжелой промышленности, так и предприятия среднего и малого бизнеса, расположенные в различных климатических, географических и инфраструктурных условиях.

1. Источники электроснабжения: структура и доминирующие модели

Абсолютное большинство промышленных потребителей подключено к централизованной Единой энергетической системе (ЕЭС) России – крупнейшей в мире по протяженности и территориальному охвату. Электроэнергия поступает от крупных генерирующих объектов (ГРЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС) через высоковольт-



Многие промышленные предприятия используют не только электроэнергию, но и тепло

ные магистральные и распределительные сети 220–500 кВ и далее поступает на промышленные подстанции 110/35/10/6 кВ, расположенные непосредственно на или рядом с производственной площадкой.

В центральных и европейских регионах России подача электроэнергии осуществляется, как правило, по двухвводной схеме, часто с использованием секционированных шин, АВР и системы резервного электроснабжения. Такая схема обеспечивает высокий уровень надежности и допускает параллельную работу с собственными источниками генерации (если они имеются). В более удаленных и слабоэлектрифицированных регионах, особенно на Севере, в Сибири, на Дальнем Востоке, сохраняются обособленные энергосистемы, работающие на локальных ТЭЦ, дизельных и газопоршневых электростанциях, зачастую без связи с ЕЭС.

2. Надежность электроснабжения: категории, реалии, проблемы

Согласно требованиям ПУЭ, промышленным объектам присваиваются категории надежности энергоснабжения:

- **I категория** – критически важные объекты, где перерыв в подаче электроэнергии может привести к тяжелым последствиям: остановке производственного цикла, угрозе жизни, экологическим авариям (металлургия, химпром, фармацевтика, военная промышленность, ИТ-центры);
- **II категория** – объекты, на которых допустимы кратковременные отключения, но желательно наличие автоматического резерва;
- **III категория** – некритичные потребители, отключение которых не приводит к технологическим или социальным последствиям.

В реальной практике большинство крупных предприятий (особенно тех,

кто относится к первой категории) оснащены минимум двумя независимыми источниками питания: основным вводом от сетей «Россетей» и резервным от локальной ТЭЦ, ДГУ или второй ЛЭП. Также устанавливаются системы ИБП и аккумуляторных батарей для бесперебойного питания управляющих систем и АСУ ТП в переходный момент.

Однако в целом по стране проблема старения инфраструктуры остается острой: по данным отраслевых исследований, более 50 % трансформаторного оборудования на подстанциях 6–35 кВ в промышленности эксплуатируется свыше 25 лет. В ряде регионов до 30 % кабельных линий имеют степень износа выше 60 %. Это повышает риск аварийных отключений, особенно в экстремальных погодных условиях или при скачках нагрузки.

3. Энергетическая специфика промышленных отраслей

Разные отрасли предъявляют существенно разные требования к качеству и режимам энергоснабжения:

- Металлургия и тяжелое машиностроение требуют мощной трансформаторной инфраструктуры, стабильного напряжения и высокой токовой устойчивости;



сделано в Союзном Государстве

СЕРВЕРНЫЕ ШКАФЫ ДЛЯ ЦОД И СЕРВЕРНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ПОД ЛЮБОЙ БЮДЖЕТ – ОТ ЭКОНОМИЧНЫХ ДО ПРЕМИАЛЬНЫХ



бюджетные шкафы
серии SHTK-Э



универсальные шкафы
серии SHTK-М



шкафы для ЦОД
серии SHTK-СП



шкафы Колокайш
серии SHTK-СП-К

www.cmo.ru/promo/004/

ЖДЁМ ВАС В НАШИХ ДЕМОЗАЛАХ!

REMER
производственная группа

Сравнительная таблица источников энергии для промышленных предприятий

Источник энергии	Диапазон мощности (МВт)	КПД (%)	CAPEX* (руб/кВт)	OPEX** (руб/кВт·ч)	Надежность	Окупаемость	Особенности / Комментарии
Газопоршневая установка (ГПУ)	0.2 – 10	40–45 (до 85 в когенерации)	45 000 – 70 000	2.5 – 4.0	Высокая	3–5 лет	Идеальна для локальной генерации, быстрая установка, требует газа
Газотурбинная установка (ГТУ)	5 – 100	35–38 (до 80 в ПГУ)	80 000 – 150 000	2.0 – 3.5	Высокая	5–8 лет	Подходит для крупных промышленных энергоцентров
Дизель-генератор (ДГУ)	0.05 – 10	30–35	25 000 – 50 000	5.0 – 12.0	Средняя	2–4 года	Высокая стоимость топлива, отлично работает как резерв
ТЭЦ на природном газе	20 – 500+	70–85 (когенерация)	100 000 – 200 000	1.5 – 3.0	Очень высокая	7–10 лет	Часто строится как энергоблок при металлургических/химических предприятиях
АЭС (через ЕЭС)	500 – 1200+	32–36	–	~1.0 – 1.8 (сетевой)	Очень высокая	–	Только через централизованное снабжение, основа стабильности ЕЭС
Гидроэнергетика (через ЕЭС)	50 – 6000+	90–95	–	~0.8 – 1.5	Очень высокая	–	Недорогая и маневренная генерация в составе ЕЭС
Солнечная электростанция (СЭС)	0.05 – 2 (на объекте)	15–20	80 000 – 120 000	0.5 – 1.0 (без АКБ)	Низкая	7–10 лет	Только в регионах с высокой инсоляцией, нестабильная генерация, нужна буферизация
Ветровая установка (ВЭС)	0.2 – 3 (пром. турбина)	25–35	100 000 – 180 000	0.8 – 1.5	Средняя	7–12 лет	Сложности с локализацией, зависит от рельефа и ветровой активности
Биогазовая установка	0.1 – 5	30–40	90 000 – 160 000	1.5 – 3.5	Средняя	5–8 лет	Требует стабильного сырьевого потока, применяется в АПК и пищевой промышленности
Системы накопления энергии (BESS)	0.1 – 10 (АКБ)	85–95 (с отдачей)	60 000 – 120 000	1.0 – 4.0 (в пересчёте)	Высокая (в краткосрочном резерве)	5–8 лет	Элемент гибридных систем, хорошо для выравнивания пиков, не источник, а буфер

* CAPEX — капитальные затраты на установку оборудования (включая проектирование, монтаж и пусконаладку).

** OPEX — эксплуатационные расходы (включая топливо, обслуживание, амортизацию).

- Химическая и нефтехимическая промышленность — повышенной надежности, резервирования, устойчивости к перенапряжениям, сложных схем АВР;
- Пищевая промышленность и фармацевтика — особых условий для защиты чувствительного оборудования (холодильники, инкубаторы, линии упаковки);
- Электроника, ИТ и микропроизводства — минимальных искажений синусоиды, частотной стабильности, защиты от микроперебоев и кратковременных просадок.

Следовательно, требования к системам электроснабжения варьируются от базовых до крайне высокотехнологичных, что усложняет задачу универсализации проектных решений и диктует потребность в глубокой адаптации к технологическим процессам.

4. Термовая энергия и пар: вторая половина энергетического баланса

Многие промышленные предприятия используют не только электроэнергию, но и тепло — как для производственных процессов, так и для отопления, ГВС, сушки, стерилизации и других нужд. Это определяет высокую долю когенерационных схем — особенно на крупных площадках, где работают собственные ТЭЦ (теплоэлектроцентрали) или котельные установки.

На металлургических, химических и пищевых комбинатах часто функционируют трубопроводы технического пара, автономные тепловые пункты, а также системы утилизации вторичных энергоресурсов — например, горячих газов или сбросного пара. Использование тепловой энергии вторичного происхождения позво-

ляет существенно снизить нагрузку на внешние сети и повысить энергоэффективность предприятия.

5. Проблематика текущего состояния: вызовы и ограничения

На фоне общетехнологической зрелости системы энергоснабжения промышленных объектов в России сохраняется ряд системных проблем, требующих внимания:

- Высокая зависимость от внешней энергосети и недостаточное развитие собственных источников генерации;
- Физический износ инфраструктуры, особенно в старопромышленных регионах (Урал, Поволжье, Центральная Россия);
- Нехватка резервных мощностей у предприятий среднего сегмента, особенно на объектах II категории;
- Недостаточная автоматизация и де-

- фицит цифровых систем управления в большинстве промышленных энергосистем;
- ограниченный доступ к современному оборудованию вследствие санкций и сокращения импорта (высокоточная автоматика, РЗА, инверторы, IGBT-модули, накопители);
- низкая энергоэффективность в старых производственных зданиях и системах электроснабжения (потери, утечки, нерациональная организация питания).

Энергоснабжение российских промышленных предприятий сегодня опирается на мощную, но местами изношенную структуру. Основные зоны стабильности — крупные объекты с централизованной подачей и собственной генерацией. Основные зоны риска — распределенные площадки с неавтоматизированным резервированием и морально устаревшей инфраструктурой. В условиях растущей технологической сложности, тарифного давления и геополитической турбулентности перед промышленными предприятиями стоит стратегическая задача: не просто обеспечивать подачу энергии, а строить адаптивную, резервируемую, управляемую энергосистему, способную выдерживать нагрузки XXI века.

Современные технологии и решения в электроснабжении промышленных объектов

Современная парадигма электроснабжения промышленных предприятий формируется под воздействием сразу нескольких векторов — необходимости повышения надежности, требований к энергоэффективности, развития цифровизации, а также изменений в доступности оборудования и технологий в условиях геополитических ограничений. В этой связи на передний план выходят интегрированные решения, сочетающие централизованные и автономные источники питания, интеллектуальные системы управления и средства непрерывного мониторинга энергетической инфраструктуры.

1. Инфраструктурная архитектура электроснабжения

Топология электроснабжения промышленных объектов в современной России ориентирована на комбинированные схемы, включающие:

- централизованное электроснабжение от ЕЭС России через трансформаторные подстанции 35/6–10 кВ;

- локальные генераторы и мини-ТЭЦ, работающие параллельно с сетью;
- резервные источники питания (РИП): дизель- и газопоршневые установки, аккумуляторные системы, ИБП;
- сложные схемы автоматизации АВР, АЧР, АПВ для обеспечения максимальной отказоустойчивости.

Подключение большинства объектов осуществляется по схемам двух или более независимых вводов, согласно требованиям ПУЭ для объектов I категории надежности. Проекты последних лет предусматривают обязательную интеграцию систем локальной генерации и цифровых средств управления — это обусловлено не только надежностью, но и экономическими расчетами по оптимизации тарифной нагрузки.

2. Интеллектуальные системы управления (АСУЭ, SCADA, EMS)

Цифровизация энергетики — ключевой технологический тренд последних лет. Сегодня на крупных предприятиях массово внедряются:

- АСУЭ (автоматизированные системы управления энергопотреблением), обеспечивающие учет, контроль и анализ всех видов энергоресурсов;

ЦМО

сделано в Союзном государстве

ЭКОНОМ НАПОЛЬНЫЕ И НАВЕСНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ШКАФЫ

ЭКОНОМИЯ БЕЗ ПОТЕРИ КАЧЕСТВА



НАПОЛЬНЫЕ ШКАФЫ
СЕРИИ ШТК-ЭКОНОМ

НАВЕСНЫЕ ШКАФЫ
СЕРИИ ШРН-ЭКОНОМ



ЖДЁМ ВАС В НАШИХ ДЕМОЗАЛАХ!

www.cmo.ru/promo/005/

REMER
производственная группа

- SCADA-системы для диспетчерского управления оборудованием РЗА, вводами, нагрузкой;
- EMS (Energy Management Systems) – надстроочные платформы, оптимизирующие режимы генерации и потребления в реальном времени.

- Эти системы позволяют:
- минимизировать потери в сетях;
 - управлять профилем нагрузки (в том числе через demand response);
 - формировать прогностические модели обслуживания (predictive maintenance).

3. Системы резервирования и бесперебойного питания

В условиях роста технологической чувствительности процессов к качеству и стабильности электропитания на первый план выходит тема резервирования. Сегодня на промышленных объектах применяются три уровня РПП:

- ИБП на базе литий-ионных АКБ для питания управляющих систем, КИП и серверной инфраструктуры;
- Дизель-генераторы высокой мощности с АВР, автоматически включающиеся при падении напряжения;
- Гибридные системы с накопителями (BESS), позволяющие компенсировать кратковременные просадки и избежать запуска дизеля при кратковременных сбоях.

Современная парадигма электроснабжения промышленных предприятий формируется под воздействием сразу нескольких векторов

Переход от классических схем к гибридным с накопителями (в том числе на LiFePO₄ и суперконденсаторах) становится заметной тенденцией, особенно в высокотехнологичных отраслях (ИТ, фармацевтика, производство электроники).

4. Локальная генерация и микросети

Растущий интерес к энергетическому суверенитету промышленных предприятий проявляется в развитии:

- Когенерационных мини-ТЭЦ на природном газе и попутном нефтяном газе;
- Газопоршневых и газотурбинных установок модульного типа;
- ВИЭ-установок (СЭС, ВЭС, биогазовые станции);
- Интегрированных микросетей (microgrids) с возможностью изолированной работы (island mode).

Такие системы обеспечивают:

- снижение зависимости от внешних сетей;
- сокращение пиковых платежей по тарифам;
- повышение экологической устойчивости и энергоэффективности.

Промышленные микросети нередко интегрируются с накопителями энергии (BESS), а также с АСУТП предприятия, формируя единую управляемую энергетическую среду.

5. Цифровая релейная защита, мониторинг и автоматизация

Современные подстанции и РУ комплектуются:

- Микропроцессорными терминалами релейной защиты и автоматики (РЗА) с поддержкой протоколов IEC 61850;
- Интеллектуальными коммутационными аппаратами, включая вакуумные выключатели с собственным контроллером состояния;
- Системами DCS/SCADA, сопряженными с промышленными контроллерами на базе отечественного ПО.

Эти технологии позволяют реализовать концепции:

- цифровой подстанции;
- активной сети (active grid);
- интеллектуального распределительного устройства, нацеленного на предиктивный анализ износа, диагностику дуг, перенапряжений и несимметрии фаз.

6. Предиктивная аналитика и цифровые двойники

Новая волна технологических решений связана с использованием:

- Digital Twin (цифровые двойники) для трансформаторов, генераторов, подстанций;
- ИИ-систем диагностики, анализирующих вибрации, нагрев, качество электроэнергии;
- Big Data и ПoТ для объединения данных с сотен объектов в единую аналитическую платформу.

Это обеспечивает переход от реактивного к проактивному техобслуживанию, продление ресурса оборудования и снижение внеплановых простояев.



Современное энергоснабжение промышленности — это уже не просто доставка электроэнергии, а комплексная энергетическая архитектура. Она сочетает высокую надежность, модульность, цифровизацию и способность к автономной работе. На фоне энерготехнологического суверенитета и трансформации глобальных цепочек поставок именно технологическая зрелость энергетических систем становится критическим фактором устойчивости производства.

Источники энергии: от традиционных до возобновляемых

Энергоснабжение промышленных объектов в России базируется на широком спектре энергетических источников — от проверенных десятилетиями традиционных моделей до стремительно развивающихся возобновляемых и гибридных решений. Структура источников энергии на промышленных площадках формируется с учетом особенностей технологических процессов, доступности ресурсов, экономической целесообразности, нормативных требований и надежности энергоснабжения.

Рассмотрим подробнее все основные группы источников, которые формируют энергетическую архитектуру современной российской промышленности.

1. Традиционные источники: основа энергетической стабильности

Тепловые электростанции (ТЭС)

ТЭС по-прежнему остаются доминирующим источником генерации в России — на их долю приходится более 60% выработки электроэнергии. Для промышленных объектов ТЭС являются как внешним поставщиком (через сети ЕЭС), так и внутренним решением в формате локальных **мини-ТЭЦ**.

- Газовые ТЭС — наиболее распространенный и эффективный вариант, особенно в регионах с развитой газовой инфраструктурой. КПД современных установок в когенерационном режиме может достигать 80–85 %.

- Угольные и мазутные ТЭС используются в удаленных районах (Сибирь, Дальний Восток) и на устаревших площадках. Основной минус — высокая углеродная нагрузка и экологические риски.

Примеры:

- Крупные металлургические и химические заводы (например, СИБУР, НЛМК, СевЕСталь) часто имеют собственные ТЭЦ с паротурбинными установками, обеспечивая комплексное снабжение и паром, и электричеством.

Атомные электростанции (АЭС)

Хотя промышленность напрямую редко подключена к АЭС, их роль в общей системе электроснабжения крайне высока — они формируют **базовую генерацию** в ЕЭС и обеспечивают стабильность напряжения в крупных энергоузлах.

- АЭС особенно важны для энергоемких регионов — Центрального, Северо-Западного и Уральского федеральных округов.
- Благодаря запуску новых блоков на Ленинградской, Ростовской и Белоярской АЭС, Россия увеличивает долю атомной генерации, способствуя снижению зависимости от углеводородов.

Инновация: с 2020 года Росатом развивает концепцию **атомных станций малой мощности (АСММ)** —

автономных реакторов мощностью 10–100 МВт, которые могут стать источником энергии для удаленных промышленных объектов, в том числе в Арктике.

Гидроэлектростанции (ГЭС)

ГЭС — надежный и экологически чистый источник, обеспечивающий до 18% всей генерации в РФ. Их значение велико в:

- Сибири (Ангарский каскад, Братская и Саяно-Шушенская ГЭС),
- на Кавказе (Кабардино-Балкария, Дагестан),
- в районах с энергоемкой добычей (алюминиевая промышленность).

Для промышленности энергия ГЭС доступна опосредованно, через централизованные сети, но играет важную роль за счет низкой себесто-





имости и высокой маневренности, позволяющей балансировать пики потребления.

2. Локальные и комбинированные решения: гибкость, контроль, эффективность

Газопоршневые и газотурбинные установки (ГПУ/ГТУ)

Это один из самых быстрорастущих сегментов энергетики на промышленных объектах. Основные преимущества:

- высокая эффективность в когенерационном режиме;
- возможность работы в автономном и параллельном с сетью режиме;
- гибкость по мощности (от 100 кВт до 20 МВт и выше);
- быстрое развертывание (в контейнерном или модульном исполнении).

Области применения:

- пищевая промышленность, агропром, деревообработка;
- предприятия среднего размера с нагрузкой 0,5–5 МВт;
- крупные логистические и производственные комплексы.

Пример: птицефабрика «Волжанин» (Ярославская обл.) — 2 МВт собственных мощностей на базе ГПУ MAN + 2,6 МВт тепла — обеспечивает полную автономию по теплу и частично по электроэнергии.

Дизельные электростанции (ДЭС)

Основной резервный источник и часто — единственный в удаленных и изолированных районах (например, на Крайнем Севере, в геологоразведке, на промыслах).

Преимущества: мгновенный запуск, универсальность, мобильность.

Недостатки: высокая себестоимость кВт·ч (в три–пять раз выше сетевой), логистика топлива.

Сегодня всё чаще используются в гибридных схемах — ДЭС + солнечные панели + накопители, что позволяет снизить расход топлива до 30–40 %.

Когенерация и тригенерация

Совмещенная выработка электрической, тепловой и холодной энергии позволяет предприятиям резко сократить издержки и повысить энергетическую эффективность.

Когенерация (электричество + тепло) применяется на ТЭЦ, в ГПУ и ГТУ.

Тригенерация (добавляется холода) — актуальна для пищевой, фармацевтической промышленности, логистики и складов.

Преимущества:

- использование тепла, которое в классических ТЭС просто теряется;
- коэффициент полезного использования топлива (КПД) — до 90 %;

• быстрая окупаемость при наличии стабильной тепловой нагрузки.

3. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ): от демонстраций к промышленным решениям

Развитие ВИЭ в промышленности в России тормозится объективными факторами: высокой долей дешевой централизованной генерации, климатическими ограничениями, отсутствием стимулирующего тарифа. Однако ситуация постепенно меняется.

Солнечные электростанции (СЭС)

- На промышленных площадках всё чаще используются **крышные СЭС** (от 50 кВт до 1 МВт).

- Устанавливаются в регионах с хорошей инсоляцией: юг России, Волгоградская, Астраханская области, Ставрополь, Алтай.

- Используются как **частичная замена дневной сетевой нагрузки** или как **источник для зарядки накопителей**.

Пример: склады «Озон» в Подмосковье – более 1 МВт установленных солнечных панелей.

Ветровая генерация (ВЭС)

- Наиболее применима в регионах с устойчивыми ветрами – Калмыкия, Мурманская область, Карелия, Приморье.

- Пока доля в промышленности крайне мала, но возможна интеграция в энергоцентры удаленных объектов (горнодобыча, вахтовые поселки).

Проблема: после ухода иностранных производителей (Vestas, Siemens Gamesa) и стагнации проекта NovaWind развитие ветроэнергетики в промышленном сегменте требует переосмыслиния – сейчас ожидается появление отечественных турбин.

Биогаз и биоэнергетика

- Производство биогаза из отходов животноводства, пищевых производств, агропрома.
- Энергия от сжигания древесных отходов, лузги, шелухи, соломы (актуально для деревообработки, элеваторов, мукомольных заводов).
- Потенциал биогазовых станций в сельхозклUSTERНЫХ регионах оценивается в десятки МВт.

Пример: биогазовая установка в Липецкой области (свинокомплекс) – 1 МВт мощности, утилизация 100 % навозной массы.

Микро- и мини-ГЭС

- Используются в горных и лесных районах (Кавказ, Алтай, Сибирь) на малых реках или каналах водозабора.
- Мощность – от 10 кВт до 1–2 МВт.
- Часто – часть системы автономного энергоснабжения.

4. Системы накопления энергии (BESS): связующее звено

Без накопителей энергии современные ВИЭ неэффективны. В последние годы BESS входят в энергетическую архитектуру промышленных объектов как:

- резервный источник питания;
- элемент гибридных систем (СЭС + АКБ + ДЭС);
- буферная система для выравнивания графика нагрузки и компенсации пиков.

Наиболее популярные технологии:

- **Li-ion и LiFePO₄ аккумуляторы** – быстрое реагирование, высокая плотность энергии;
- **Свинцово-кислотные AGM/gel-батареи** – дешевле, но менее долговечны;
- **Суперконденсаторы** – для кратковременных компенсаций скачков нагрузки.

Современная промышленность в России стоит на пороге энергетического переосмыслиния. Традиционные источники остаются фундаментом, но к ним добавляются локальные, децентрализованные, цифрово управляемые, экологически чистые источники. Архитектура энергоснабжения предприятий будущего будет не просто

SONET

Решения проверенные временем
Российское производство, импортозамещение



www.sonet.ru

ОКБ «РедЖеН»
климатические, серверные,
телефонные, электромонтажные
шкафы и стойки IP20...IP65.

Климатические шкафы из нержавеющей стали AISI304 в «чистых производствах». Уличные ЦОДы с теплоотводом до 1-3Ф 80кВт, IP54-55, IP65, IP67.

Прецессионные шкафы 3,7-30кВт. Шкафные комплекты для резервного питания и установки ИБП. Исполнение УХЛ1, ГОСТ 15150-69.

REDGEN



«Exalan+»
российские СКС по 25-лет гарантii.
Медные компоненты cat5e, cat6,
патч-панели, розетки,
Оптические шнуры, патч-панели,
боксы, кроссы укомплектованный
одномодовые и многомодовые оптические
решения; ST, SC, LC, FC, MU,
E2000, MTRJ, MPO/MTP шнуры,
бронированные кабельные сборки,
трансиверные блоки, компоненты и готовые
решения.

Exalan
Российская структурированная
кабельная система



NORDSAR



«Эвантер» российские лотки для
ваших кабельных систем.
Проволочные кабельные лотки,
неперфорированные кабельные лотки,
перфорированные кабельные лотки,
лестничные лотки (рольганги),
кронштейны, консоли, СТРАПы
и профили.
Лотки для оцинкованной холоднокатаной
стали 08ПС, лотки могут быть
окрашены в любой цвет из палитры
RAL.
Лоток для нержавеющей стали
AISI304.
[https://www.evanter.ru](http://www.evanter.ru)

Эвантер
Российская структурированная
кабельная система



ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА

многослойной — она будет адаптивной, способной реагировать на изменения как внутри производства, так и во внешнем энергетическом контуре. Правильное сочетание традиционной генерации, локальных решений и ВИЭ с накопителями — это не мода, а новая промышленная норма.

Рынок оборудования и решений для энергоснабжения в России

Российский рынок оборудования и решений для энергоснабжения промышленных объектов в последние три года оказался в фокусе системных изменений. Выход с российского рынка целого ряда западных вендоров, рост курса валют, проблемы с логистикой и санкционное давление трансформировали структуру поставок, цепочки кооперации и инвестиционные стратегии заказчиков. В этих условиях на передний план вышли два взаимосвязанных процесса: импортозамещение и локализация производства, которые становятся

гольными камнями развития российской энерготехники.

1. Основные сегменты рынка

Энергоснабжение промышленности требует широчайшего спектра оборудования. Рынок можно условно разделить на следующие ключевые сегменты:

• **Генерация:**

- газопоршневые и газотурбинные установки;
- дизель-генераторные станции;
- когенерационные и тригенерационные модули;
- ВИЭ-генерация (СЭС, ВЭС, биогаз, малая ГЭС);
- системы накопления энергии (BESS);
- турбогенераторы и паровые турбины для ТЭЦ.

• **Сетевые решения:**

- трансформаторы силовые и распределительные;
- выключатели, разъединители, секционеры (высокого и среднего напряжения);
- распределительные устройства (КРУ, КТП, РУ-6/10/35/110 кВ);

– кабельная продукция (силовой, контрольный, оптоволоконный кабель);

– воздушные и кабельные линии электропередачи.

• **Автоматизация и цифровизация:**

- системы релейной защиты и автоматики (РЗА);
- АСУ ТП, АСУЭ, SCADA, EMS;
- цифровые терминалы, контроллеры, ИБП;
- интеллектуальные счетчики, приборы контроля качества электроэнергии;
- программное обеспечение для управления и анализа.

Каждый из этих сегментов ранее в значительной степени зависел от западных технологий и компонентов.

2. Ключевые игроки на рынке

Отечественные производители

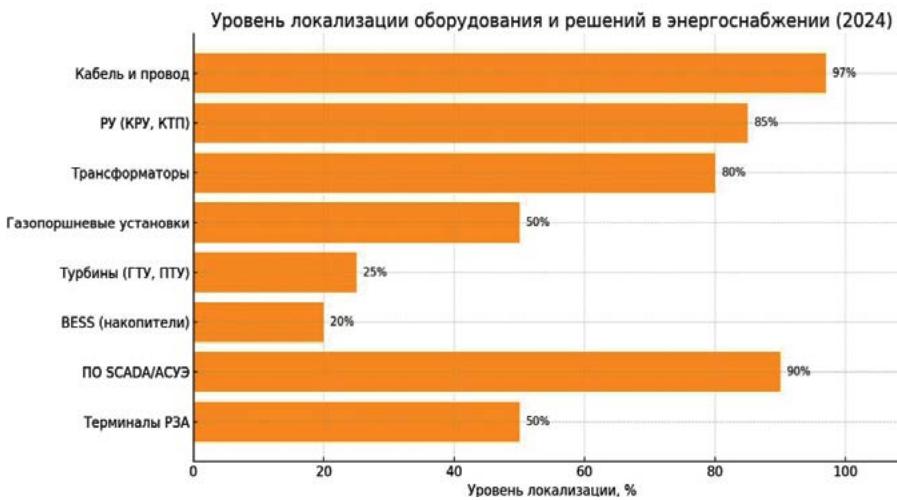
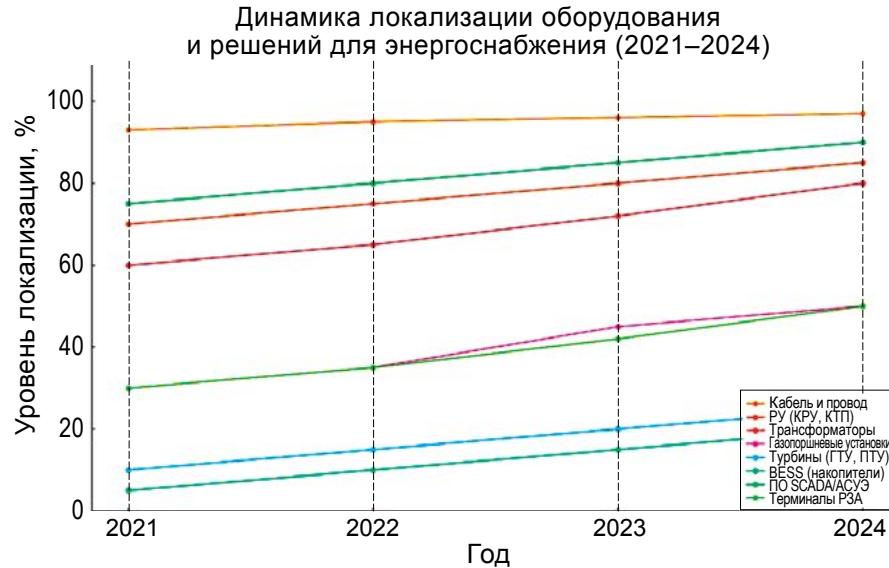
Среди ведущих российских производителей энерготехнической продукции и решений можно выделить следующие компании:

- **ПАО «Силовые машины»** — крупный производитель турбин, генераторов, электрических машин; работает над созданием отечественной газовой турбины ГТЭ-170 и ГТЭ-65.
- **ОДК Газовые турбины** (в составе Ростех) — разработка ГТУ малой и средней мощности, в том числе проекта ГТД-110М.
- **Таврида Электрик** — вакуумные выключатели, КРУ, автоматизация распределительных сетей.
- **ЭКРА** — производитель оборудования релейной защиты и автоматизации, один из самых технологичных игроков в сегменте РЗА.
- **Прософт-Системы** — разработчик АСУТП, систем мониторинга, микропроцессорных устройств и цифровых решений.
- **ЗЭТО** (Завод электротехнического оборудования) — выключатели, трансформаторы, разъединители, приводные системы.
- **Холдинг «Энергопром»** — производство трансформаторов и кабельной продукции.
- **ГК «Хевел»** — один из крупнейших производителей солнечных панелей и решений для СЭС (совместное предприятие с участием Роснано).
- **NovaWind** (дочь Росатома) — разработка и локализация ветроэнергетического оборудования.

Локализованные иностранные бренды

До 2022 года значительную долю на рынке занимали:

- Siemens, General Electric, Schneider Electric, ABB, Legrand, Mitsubishi Electric, Eaton, Danfoss и др.



**Локализация — это не только сборка
на территории РФ, но и переход к выпуску
критических компонентов**

Большинство из них в той или иной форме свернули свою деятельность, однако часть локализованных предприятий продолжила работу под иными юрлицами либо на основе параллельного импорта компонентов (особенно в кабельной арматуре, автоматике, релейной защите).

3. Импортозамещение: стратегия выживания и роста

Причины ускоренного импортозамещения:

- Уход иностранных поставщиков с рынка;
- Санкции на поставку микроэлектроники, автоматики и ПО;
- Ограничения по платежам, логистике и гарантийному обслуживанию;
- Стратегическая задача технологического суверенитета в критической инфраструктуре.

Импортозамещение перешло от лозунга к необходимости — без собственного производства замена вышедшего из строя импортного оборудования стала невозможной.

Сфера, в которых достигнут наибольший прогресс:

- **Высоковольтная коммутационная аппаратура:** вакуумные выключатели, КРУ, секционные устройства (Таврида Электрик, ЗЭТО, Электрощит).
- **АСУЭ и SCADA:** российское ПО (НТЦ «Промышленная автоматизация», «Прософт-Системы»), отечественные контроллеры и терминалы.
- **Кабельная продукция:** полностью замещена, локализация более 90 %.
- **Низковольтное оборудование и ИБП:** активно развивается производство отечественных аналогов Schneider и ABB.

Сфера, где импортозамещение пока ограничено:

- **Газовые и паровые турбины большой мощности** (свыше 100 МВт): пока в процессе разработки.
- **Высокочастотная силовая электроника** (IGBT-модули, мощные инверторы): в России пока не производится массово, используется китайский OEM.

4. Локализация: от сборки к суверенному производству

Локализация — это не только сборка на территории РФ, но и переход к выпуску критических компонентов, включая:

- активные и пассивные электронные компоненты;
- силовые полупроводники;
- трансформаторное железо и обмоточные материалы;
- приводные механизмы, электроприводы;
- программное обеспечение и прошивки.

Текущие тенденции:

- Переход от CKD/IKD-сборки к реальному производству (штамповка, намотка, вакуумные камеры, корпуса);
- Разработка российской элементной базы (в рамках наципрограммы «Электроника», Ростех, Росатом);

Уровень локализации по сегментам (оценка на 2024 г.):

Сегмент	Уровень локализации	Проблемы
Кабель и провод	95–98%	Нет
Распределительное оборудование (РУ)	80–90%	Импортная автоматика
Трансформаторы	70–85%	Сталь и часть изоляции
Газопоршневые установки	40–60%	ДВС, управляющая электроника
Турбины (ГТУ, ПТУ)	20–30%	Лопатки, блоки управления
BESS (накопители)	10–30%	Аккумуляторы, инверторы
ПО для SCADA/АСУЭ	80–95%	Есть российские замены
Микропроцессорные терминалы РЗА	40–60%	Зависимость от чипов



- Замена зарубежного ПО отечественными платформами: «Агат», «ОКБ Спектр», «НЕВА», «Руден».

6. Государственные меры поддержки

Государство активно стимулирует развитие российской энергетической промышленности через:

- субсидии и гранты Минпромторга на разработку критического оборудования;
- преференции по постановлению № 719 (требования к локализации);
- инвестиционные программы в рамках модернизации энергосистем (ДПМ-2, цифровая подстанция, ЕНС);
- поддержка экспортного потенциала (через РЭЦ и национальный проект «Международная кооперация»).

Особо следует отметить инициативу перехода на отечественное ПО: к 2025 году все энергетические предприятия и ГК должны полностью отказаться от зарубежных SCADA и использовать сертифицированные отечественные решения.

Российский рынок решений для энергоснабжения промышленности переживает тектонический сдвиг — от зависимости к технологическому суверенитету. Структура рынка изменилась: появились новые игроки, развиваются локальные компетенции, востребованы нестандартные схемы поставок. На фоне ограничения импорта вызов стал точкой роста —

и уже сегодня российские предприятия осваивают новые ниши, запускают собственные разработки, наращивают экспортный потенциал. В ближайшие три года мы будем свидетелями становления новой промышленной энергетики — устойчивой, независимой, глубоко локализованной.

Прогноз на три года: тренды, инвестиции, регулирование

Ближайшие три года (2025–2027) станут критически важным периодом для трансформации систем энергоснабжения промышленных объектов в России. Вектор развития будет определяться тремя основными драйверами: технологической адаптацией к новым условиям, ростом требований к надежности и энергоэффективности, а также изменениями в нормативно-правовой базе. Анализ текущих тенденций позволяет выделить ключевые направления, которые определят структуру инвестиций и развитие энергетической инфраструктуры на промышленных предприятиях.

1. Основные технологические тренды

Рост децентрализации и микрогенерации

Промышленные предприятия будут всё активнее развивать собственную генерацию, обеспечивая частичную или полную энергонезависимость.

Причины этого — тарифная нестабильность, риск нарушения внешнего энергоснабжения и необходимость сокращения операционных затрат.

Технологии в фокусе:

- газопоршневые установки (особенно на месторождениях и в агропроме);
- когенерационные мини-ТЭЦ;
- солнечные и ветровые установки с BESS;
- гибридные энергоблоки (например, газ + фотоэлектрика + накопители).

До 2027 года ожидается ввод в эксплуатацию не менее 500–700 МВт новых мощностей малой генерации на базе промышленных площадок, в первую очередь — в отдаленных и энергодефицитных регионах (Якутия, Забайкалье, Сибирь).

Активное внедрение систем накопления энергии (BESS)

Системы накопления электроэнергии (аккумуляторы) выходят на передний план как универсальное решение для:

- сглаживания пиковой нагрузки;
- повышения устойчивости к сетевым провалам;
- интеграции с ВИЭ;
- резервирования критичных технологических цепочек.

Прогнозируемый рост рынка BESS в России — с \$200 млн в 2024 году до \$1–1,2 млрд к 2027 году. Основные заказчики — предприятия с высокой чувствительностью к перерывам (фармацевтика, микроэлектроника, ИТ, телеком, добыча полезных ископаемых).

Структура инвестиций в энергоснабжение промышленности (2025–2027 гг.)



Завод электромонтажных изделий



www.ekagroup.ru
eka@ekagroup.ru

Более 25 лет на рынке

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



Санкт-Петербург +7 (812) 309-1111
Москва +7 (499) 110-2605
Самара +7 (846) 266-1122
Омск +7 (962) 036-6951
Пермь +7 (342) 234-5929

Казань +7 (846) 266-1122
Смоленск +7 (4812) 20-0727
Ростов-на-Дону +7 (904) 349-8173
Минск +375 (17) 238-1201
Гомель +375 (23) 221-1020

Цифровизация систем управления

До 2027 года почти каждое крупное промышленное предприятие будет иметь внедренную или внедряемую:

- SCADA-систему;
- автоматизированную систему учета энергоресурсов (АСУЭ/АИИС-КУЭ);
- EMS (систему управления энергетикой);
- системы предиктивной аналитики и цифровые двойники оборудования.

Появляется новая концепция — **«Энергетический цифровой контур предприятия»**, объединяющий в себе все элементы генерации, потребления, учета и управления с централизованной диспетчеризацией и ИИ-модулями прогнозирования. Пример — ме-

Общий объем рынка решений для промышленного

энергоснабжения к 2027 году может превысить

800 млрд рублей с ежегодным ростом на уровне 12–15 %

таллургические заводы УГМК, где система управления энергетикой интегрирована с ERP и SCADA.

2. Инвестиции: направления, источники, приоритеты

Куда идут инвестиции

По данным Минэнерго и аналити-

ческих центров, основные направления инвестиций в энергоснабжение промышленности в 2025–2027 гг.:

Направление	Доля от общего объема инвестиций
Обновление и цифровизация сетей	35%
Локальная генерация и когенерация	25%
ВИЭ и гибридные решения	15%
Системы накопления энергии	10%
АСУЭ, SCADA, цифровые подстанции	10%
Резервирование и ИБП	5%

Общий объем рынка решений для промышленного энергоснабжения к 2027 году может превысить **800 млрд рублей** с ежегодным ростом на уровне 12–15 %.

Кто инвестирует

- **Госкомпании и госпрограммы** — через модернизацию объектов ЕЭС, цифровые подстанции (Россети), строительство распределенных ТЭЦ (Газпром Энергохолдинг).
- **Частный промышленный бизнес** — в первую очередь, крупные холдинги (Северсталь, Норильский никель, ФосАгро, УГМК), а также предприятия агропрома и логистики.
- **Государственные инструменты финансирования:**
 - Фонд развития промышленности (ФРП);
 - Программа модернизации генерации (ДПМ-2);



- ГЧП-проекты в области локальных энергоисточников;
- лизинг оборудования с государственной поддержкой;
- программы по энергоэффективности (субсидии на оборудование).

3. Изменения в регулировании и стандартах

Упрощение внедрения ВИЭ и микрогенерации

К 2025 году планируется либерализация подключения малых и микрогенераторов (до 1 МВт) к промышленной инфраструктуре. Будут:

- упрощены технические условия;
- сокращено время на согласование присоединения;
- снижены сетевые тарифы для собственных нужд.

Для промышленных потребителей появятся льготы при установке СЭС/ВЭС на собственной территории (например, на крыши цехов).

Новые нормативы на BESS и гибридные системы

Минэнерго и Росстандарт работают над нормативами по:

- подключению накопителей в параллель с сетью;
- сертификации систем управления зарядом/разрядом;
- требованиям пожарной безопасности и эксплуатации BESS;
- стандартам микросетей и автоматического разделения режимов.

Появление этих норм обеспечит легитимность и технологическую прозрачность гибридных проектов.

Локализация и импортозамещение в закупках

С 2024 года все закупки для государственных и инфраструктурных проектов осуществляются в соответствии с **ПП РФ № 719**, устанавливающим требования к уровню локализации. До 2027 года планируется повысить порог локализации:

- с 60 % до 80 % – для трансформаторов и КРУ;
- с 40 % до 70 % – для газотурбинных установок;
- до 100 % – для программного обеспечения и SCADA.

Это повлечет за собой рост спроса на российские компоненты и открытие новых производственных линий.

Интеграция ESG и декарбонизационных стандартов

Крупные промышленные предприятия уже с 2025 года обязаны предоставлять отчетность по углеродному следу и энергопотреблению. В результате:

- будет расти спрос на технологии энергосбережения;
- выгодными станут проекты с ВИЭ и когенерацией (в ESG-рейтингах);
- компании будут получать кредиты на модернизацию под «зеленые» стандарты.



4. География развития: где будет расти рынок

- Центральная Россия и Поволжье — модернизация сетей, цифровизация.
- Юг России и Северный Кавказ — ВИЭ-проекты (солнечные и ветровые установки).
- Сибирь и Дальний Восток — автономные энергосистемы, малые ТЭЦ, накопители.
- Север и Арктика — плавучие и модульные АЭС, гибридные комплексы с BESS.
- Агропромышленные кластеры — мини-ТЭЦ на газе, биогаз, тригенерация.

2025–2027 годы станут временем энерготехнологического «первооружения» российской промышленности. Энергоснабжение будет выходить за рамки традиционного подхода — оно станет цифровым, автономным, многокомпонентным и управляемым в режиме реального времени. Промышленность инвестирует в надежность, энергоэффективность и устойчивость, а государство создает нормативную базу и финансовые инструменты, поддерживающие этот переход. Те предприятия, которые начнут модернизацию сейчас, уже через два-три года окажутся в числе лидеров отрасли — по конкурентоспособности, издержкам и экологической устойчивости.

Вот развернутое заключение к статье «Энергоснабжение промышленных объектов: настоящее и будущее» в аналитическом, содержательном и концептуальном ключе — без повторения предыдущих пунктов.

Заключение

Современная система энергоснабжения промышленности в России вступила в фазу глубокой технологической и стратегической трансфор-

2025–2027 годы станут временем

энерготехнологического «первооружения»

российской промышленности

мации. Из сферы, воспринимаемой традиционно как «инженерная инфраструктура», она становится самостоятельным и критически важным элементом промышленной стратегии — фактором, определяющим не просто надежность производственного цикла, но и гибкость бизнес-модели, инвестиционную привлекательность, экологическую ответственность, а в ряде случаев — выживаемость самого предприятия.

Главная черта нового этапа — возрастающая самостоятельность энергетики на уровне предприятия. Производитель больше не ограничивается ролью потребителя: он становится участником энергетического рынка, управляющим собственной генерацией, накоплением, распределением и даже продажей энергии (внутри индустриальных парков, через договоры с поставщиками, в рамках компенсации технологических потерь и т.д.). Это требует новой культуры принятия решений, в которой энергетика рассматривается не как «статья затрат», а как актив, способный приносить прямую или косвенную выгоду.

Особое значение в этом контексте приобретает интеграция энергетики и информационных систем. Внедрение цифровых двойников, SCADA, EMS, предиктивной аналитики и платформ на базе искусственного интеллекта переводит управление энергоснабжением на уровень стратегического пла-

нирования. Руководство предприятий получает инструменты, позволяющие видеть риски до их проявления, управлять затратами в реальном времени, моделировать аварийные сценарии и просчитывать экономику вложений в энергомодернизацию с высокой точностью. Эти системы требуют новых компетенций от инженерного персонала и IT-департаментов — создавая потребность в квалифицированных кадрах на стыке энергетики и цифровых технологий.

Нельзя не отметить, что на фоне ускоренного импортозамещения рынок энергетического оборудования становится площадкой для технологической кооперации — как внутри страны, так и в рамках расширяющихся альянсов с Азией, странами ЕАЭС, БРИКС и т.д. Именно в энергетике сегодня закладываются производственные цепочки и инженерные школы, которые завтра могут стать основой суворенной индустрии электроники, тяжелого машиностроения, силовой автоматизации. Уровень локализации в энергосистемах предприятия — это не только вопрос закупок, но и маркер экономической устойчивости страны в целом.

В ближайшие годы мы станем свидетелями появления нового типа промышленного предприятия — энергетически самодостаточного, гибко управляемого, цифрового, экологически устойчивого и интегрированного в распределенную энергосеть. Те, кто сегодня воспринимает энергоснабжение как стратегический ресурс и инвестирует в его развитие не по остаточному принципу, а системно и проактивно — получат на выходе не только экономию, но и стратегическое преимущество.

В этом смысле энергетика будущего — это не просто электричество и киловатт-часы. Это архитектура промышленной независимости, интеллектуальной устойчивости и экономической эффективности. И именно ее мы начинаем формировать уже сегодня — через каждую модернизированную подстанцию, каждый локальный энергогенератор, каждый внедренный модуль SCADA или замененный трансформатор с российским сердечником.



Идеи
в металле

WWW.MEKO21.RU

+7 8352 60 61 55

ЕРС Сертификат
о соответствии
товара нормамМинпромторг
России

ПРОИЗВОДИМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОРПУСА

Поможем подобрать оптимальное решение, используя возможности нашего производства. Учтём все аспекты: сроки, бюджет, задачи и специфические особенности каждого проекта.

✓ Напольные шкафы

✓ Навесные шкафы

✓ Термошкафы

✓ Батарейные шкафы

✓ Шкафы с выдвижными блоками

✓ Батарейные модули

✓ Телекоммуникационные шкафы

✓ Индивидуальные разработки

Энергоснабжение промышленных объектов в России: настоящее и будущее

Тема сегодняшнего круглого стола – «Энергоснабжение промышленных объектов в России: настоящее и будущее». Мы решили вместе с нашими экспертами заглянуть в завтрашний день и посмотреть, чего ждать и к чему готовиться.

На наши вопросы отвечали:

Игорь Орда, руководитель ПКО (проектно-конструкторского отдела) ООО «Аксиом Электрик»

Елена Герасимова, руководитель отдела маркетинга ООО «Брянский завод промышленной автоматики»

Дмитрий Муравьёв, ведущий инженер направления «Новая энергетика» ООО «Системотехника», к. т. н.



Игорь Орда,
руководитель ПКО
(проектно-конструкторского отдела)
ООО «Аксиом Электрик»



Елена Герасимова,
руководитель отдела маркетинга
ООО «Брянский завод
промышленной автоматики»



Дмитрий Муравьёв,
ведущий инженер
направления «Новая энергетика»
ООО «Системотехника», к. т. н.

– Какие главные вызовы сегодня стоят перед промышленными предприятиями в обеспечении стабильного и надежного энергоснабжения?

Елена Герасимова: Мы, как российский производитель источников бесперебойного питания (ИБП) в России, осознаем серьезные вызовы, стоящие перед промышленными предприятиями в обеспечении стабильного и надежного энергоснабжения. Вот ключевые проблемы, с которыми мы сталкиваемся:

1. Износ инфраструктуры и устаревшее оборудование. Это один из самых значительных вызовов. Многие промышленные предприятия в России продолжают использовать оборудование, установленное еще в советский период. Это касается не только производственных линий, но и подстанций, трансформаторов и распределительных сетей. Мы часто наблюдаем, что на предприятиях, занимающихся металлообработкой, старые трансформаторы не справляются с пиковыми нагрузками при запуске мощных станков, что приводит к просадкам напряжения, сбоям в работе оборудования и даже аварийным остановкам. В таких случаях установка современного ИБП с высокой перегрузочной способностью становится критически важной.

2. Непредсказуемость и нестабильность электросети. В России, особенно в удаленных регионах, качество электроэнергии часто оставляет желать

лучшего. Перепады напряжения, скачки и гармонические искажения – это обычное явление. Например, предприятие по производству пищевых продуктов в Сибири сообщало о регулярных сбоях в работе автоматизированной линии розлива, вызванных кратковременными провалами напряжения при переключениях на подстанциях. Установка ИБП с двойным преобразованием (онлайн) позволила полностью стабилизировать напряжение и обеспечить бесперебойную работу линии.

3. Импортозамещение и зависимость от зарубежных технологий. В условиях санкций и геополитической нестабильности зависимость от импортного оборудования и комплектующих становится серьезной проблемой. Многие предприятия, использующие импортные системы автоматизации, сталкиваются с трудностями в обслуживании и ремонте из-за прекращения поставок запчастей.

4. Кибербезопасность. Современные промышленные предприятия все больше зависят от цифровых технологий и автоматизированных систем управления, что делает их уязвимыми для кибератак. Например, одно из предприятий химической промышленности выражало опасения, что злоумышленники могут получить доступ к системе управления технологическим процессом и вызвать аварийную ситуацию. Решение – ИБП с функцией мониторинга

и управления, а также система защиты от несанкционированного доступа.

5. Энергоэффективность и экологичность. Растущие тарифы на электроэнергию и ужесточение экологических требований побуждают предприятия искать способы снижения энергопотребления и уменьшения воздействия на окружающую среду. Например, предприятие по производству строительных материалов внедрило систему управления энергопотреблением, которая включает ИБП с высоким коэффициентом полезного действия и функцией оптимизации нагрузки. Это решение позволило значительно снизить затраты на электроэнергию и уменьшить выбросы CO₂.

– Как меняется структура энергоснабжения промышленных объектов в России – наблюдается ли переход от централизованных к распределенным системам?

Дмитрий Муравьёв: Хотя подключение к Единой энергетической системе (ЕЭС) остается в России основой, наблюдается рост спроса на дизель-генераторные, газопоршневые, газотурбинные установки и Microgrids. Энергетика страны движется к модели, сочетающей централизованное снабжение с распределенной генерацией.

В ближайшие 5–10 лет доля автономных топливных генераторных установок будет расти – особенно в удаленных

регионах. Важный фактор в этой связи – происходящее снижение стоимости солнечных панелей, ветрогенераторов, а также литий-ионных накопителей энергии.

– *Какие современные технологические решения в области энергоснабжения вы считаете наиболее перспективными для промышленности?*

Игорь Орда: Наиболее перспективными направлениями сегодня считаются автоматизация и телеметрия, оптимизация энергопотребления, интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ), гибридные системы энергоснабжения, а также развитие интеллектуальных сетей.

Автоматизация и телеметрия (АСУ ТП) улучшают управление системами, позволяя быстро устранять неисправности и оптимизировать работу оборудования. Современные системы мониторинга и контроля позволяют отслеживать и анализировать потребление энергии в реальном времени, что способствует более рациональному распределению ресурсов, выявлению неэффективных участков и снижению потерь. Интеграция цифровых технологий – интернета вещей (IoT), больших данных (Big Data), искусственного интеллекта (AI) – открывает новые возможности для оптимизации энергопотребления.

В России, несмотря на богатство ископаемых ресурсов, использование ВИЭ приобретает особую актуальность для регионов с недостаточной инфраструктурой централизованных электросетей. Однако есть ряд факторов, препятствующих широкому использованию альтернативной энергетики: погодно-климатические условия, протяженность светового дня. Гибридные системы энергоснабжения, комбинирующие возобновляемые источники энергии с традиционными источниками (например, газовыми или дизельными генераторами), могут стать эффективным решением.

Важным аспектом является развитие интеллектуальных сетей (Smart Grid), объединяющих электрические сети, потребителей и производителей электроэнергии в единую автоматизированную систему, которая позволяет в реальном времени контролировать все режимы работы.

Елена Герасимова: При обсуждении перспективных решений для промышленности мы выделяем несколько ключевых направлений:

1. Интеллектуальные сети (Smart Grids) и системы управления энергопотреблением. Это один из самых масштабных и перспективных трендов. Smart Grids позволяют оптимизировать генерацию, передачу и потребление электроэнергии в режиме реального времени. Например, крупный металлургический

комбинат может отслеживать потребление энергии каждым цехом, оптимизировать графики работы печей, использовать энергию, генерируемую собственной солнечной электростанцией, и автоматически переключаться на резервные источники питания (включая ИБП) при малейших перебоях в сети.

2. Системы накопления энергии (СНЭ). Аккумуляторные батареи, суперконденсаторы и другие технологии накопления энергии становятся все более доступными и эффективными. В химическом производстве, где важна непрерывность технологических процессов, СНЭ могут обеспечить бесперебойное питание критически важного оборудования в случае аварии на подстанции.

3. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Солнечные панели, ветрогенераторы и другие ВИЭ становятся все более конкурентоспособными по цене и эффективности. На пищевом производстве, расположенному в солнечном регионе, установка солнечных панелей на крыше позволяет значительно снизить затраты на электроэнергию, необходимую для работы холодильного оборудования.

4. Цифровизация и автоматизация энергосистем. Цифровизация и автоматизация энергосистем представляют собой не просто модный тренд, а необходимое условие для оптимизации процессов, снижения издержек и обеспечения бесперебойной работы критически важного оборудования.

Внедрение современных технологических решений в области энергоснабжения является инвестицией в будущее предприятия. Это не только способствует снижению затрат на электроэнергию и повышению надежности энергоснабжения, но и вносит вклад в устойчивое развитие и защиту окружающей среды. Выбор конкретных решений должен основываться на специфике предприятия, его потребностях и целях, однако в любом случае это важный шаг к повышению конкурентоспособности и устойчивости бизнеса.

Дмитрий Муравьев: На фоне роста требований к эффективности, надежности и интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ), промышленность активно внедряет интеллектуальные программно-аппаратные комплексы, способные динамически управлять энергопотоками.

Во-первых, преобразовательно-аккумуляторные системы с двунаправленным перетоком мощности: системы накопления энергии на базе литий-ионных аккумуляторов (для долгосрочного хранения) и суперконденсаторов (для мгновенного регулирования).

Во-вторых, быстродействующие компенсаторы реактивной мощности без инерционности (в отличие от конденсаторных батарей, это статические VAR-компенсаторы – СТАТОКМ) с функци

циями активного фильтра гармоник и стабилизации напряжения в реальном времени (особенно важно для предприятий с нелинейными нагрузками, таких как металлургия, нефтегаз, ж/д).

В-третьих, системы управления на базе машинного обучения и предиктивной аналитики. Адаптивные алгоритмы обеспечивают баланс между генерацией, потреблением и накоплением, прогнозируют нагрузку и цены на энергию (например, для участия в оптовых закупках).

В-четвертых, гибридные решения и Microgrids, ставшие возможными благодаря компетенциям и опыту системных интеграторов. На основе комбинации традиционный генератор + ВИЭ + накопители + быстродействующие компенсаторы создаются автономные и гибкие энергокластеры, способные работать как в составе ЕЭС, так и в островном режиме.

В-пятых, мегаваттные системы бесперебойного питания (СБП) для ответственных потребителей.

– *Насколько активно внедряются системы управления энергопотреблением и энергоэффективности на российских предприятиях?*

Елена Герасимова: На сегодняшний день российский рынок демонстрирует устойчивый интерес к внедрению современных систем управления энергопотреблением и повышению уровня энергоэффективности на предприятиях всех отраслей промышленности. Эта тенденция особенно ярко проявляется среди крупных компаний, работающих в таких секторах, как электроэнергетика, металлургия, химическая промышленность, машиностроение и нефтегазовая отрасль.

Многие отечественные предприятия осознают важность минимизации расходов на электроэнергию, снижения рисков, связанных с нестабильностью сетей, и улучшения общей экономической эффективности бизнеса. Все чаще заказчики выбирают комплексные подходы, которые сочетают централизованное управление питанием, мониторинг нагрузок и автоматизированные средства контроля энергопотребления.

Одним из эффективных инструментов такого подхода стали системы бесперебойного питания (ИБП), обеспечивающие защиту наиболее критичной инфраструктуры предприятий от последствий аварийных ситуаций и значительно повышающие устойчивость и надежность производственной деятельности.

Темпы роста интереса к подобным технологиям увеличиваются благодаря государственным инициативам по стимулированию энергоэффективности, росту тарифов на электроэнергию и растущим рискам техногенных катастроф, вызванных нарушениями в системах энергоснабжения. Сегодня российская индустрия

готова двигаться вперед и применять самые передовые инженерные решения для достижения устойчивого экономического успеха и лидерства в своей отрасли.

– **Какую роль в ближайшие годы будут играть возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в энергоснабжении промышленных объектов?**

Игорь Орда: Уже сейчас ВИЭ играют немаловажную роль в энергоснабжении промышленных объектов, особенно в удаленных регионах. Они позволяют генерировать энергию на месте, снижая затраты и уменьшая зависимость от ископаемых ресурсов. На мой взгляд, в ближайшие годы интерес к ВИЭ будет только расти.

Государственные программы, такие как ДПМ-ВИЭ-2.0, направлены на поддержку строительства ветровых и солнечных электростанций с установленной мощностью до 12 ГВт к 2035 году, а крупные компании активно инвестируют в развитие ВИЭ. Использование солнечных и ветровых установок особенно актуально для регионов с затрудненной централизацией системы электроснабжения, где создаются автономные или микрогридовые системы. Однако нерегулярность выработки из-за природных условий создает вызовы для стабильности энергоснабжения, что требует использования систем накопления энергии и модернизации инфраструктуры.

Интеграция ВИЭ предполагает внедрение Smart Grid и комплексных решений для оптимизации распределения энергии. В целом, роль ВИЭ в ближайшие годы будет усиливаться, способствуя уменьшению зависимости от исчерпаемых ресурсов и созданию устойчивой энергетической системы.

– **Каковы, на ваш взгляд, перспективы применения интеллектуальных энергосетей (Smart Grid) в российской промышленности?**

Игорь Орда: Перспективы применения интеллектуальных энергосетей в России многообещающие, несмотря на вызовы современности. Цифровые подстанции по стандартам МЭК61850 обеспечивают дистанционное управление оборудованием. Внедрение систем SCADA, IoT и автоматизированных решений позволяет создавать активно-адаптивные сети, реагирующие на нагрузки и аварийные ситуации в реальном времени.

Вместе с тем развиваются технологии регулирования реактивной мощности с помощью STATCOM и FACTS-устройств второго поколения, что стабилизирует напряжение и снижает потери, особенно при интеграции возобновляемых источников энергии. Перспективные разработки включают интеллектуальные распределительные устройства с газовой изоляцией и применение высокотемпературных сверхпроводников, что

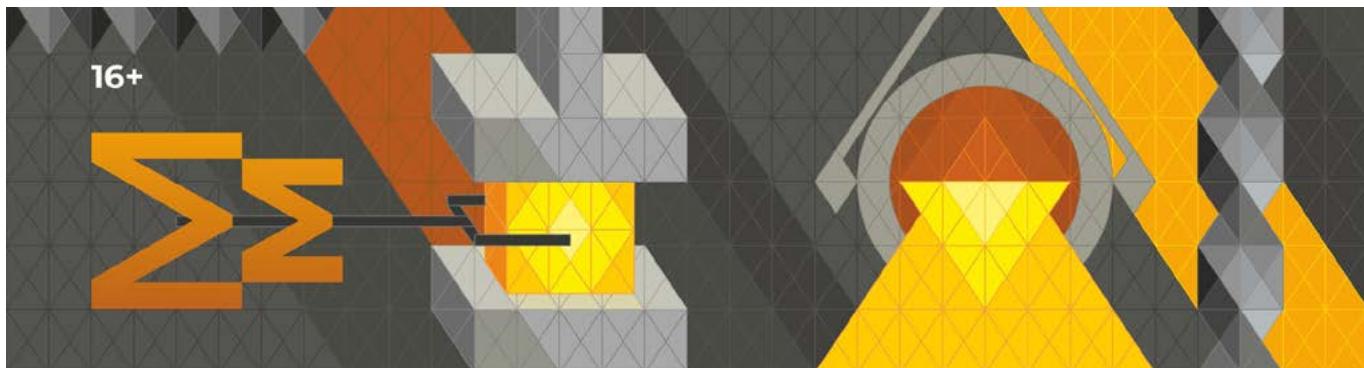
повышает эффективность и надежность энергоснабжения. В будущем возможно расширение использования децентрализованных генераторов, накопителей энергии и систем блокчейна для торговли излишками электроэнергии.

Основные вызовы – реконструкция инфраструктуры, развитие нормативной базы и подготовка кадров. В pilotных проектах планируется реализация цифровых подстанций с возможностью расширения функционала за счет новых технологий: сверхпроводников, преобразователей тока на базе IGBT и систем автоматической реконфигурации сети.

Дмитрий Муравьёв: В России формируется двухуровневая модель внедрения элементов концепции Smart Grid: для стратегических отраслей (ТЭК, металлургия) – полномасштабная цифровизация, для остальной промышленности – точечные решения по учету и оптимизации.

– **С какими барьерами сталкиваются компании, пытающиеся модернизировать свои системы энергоснабжения?**

Дмитрий Муравьёв: С высокой стоимостью модернизации при дорогих кредитах; импортозависимостью, как минимум, в системах управления; нехваткой квалифицированных кадров; устаревшими для новых технологий нормами; неготовностью бизнеса рисковать с инновациями.



Металлообработка. Металлургия

18-я выставка современных технологий, оборудования, материалов для машиностроения, металлообрабатывающей промышленности, подготовительного и литейного производства

23–26 сентября
2025, Пермь

масштабный
специализированный
региональный проект в России

организатор:



телеграм-
канал
@expometal



(342) 206-44-17
ochkina@proexpo.ru
metal.proexpo.ru



Чебоксары примут форум «Навигационная безопасность»

В течение двух дней представители бизнеса, власти и науки обсудят ключевые вызовы и решения в области навигационной безопасности, защиты критической инфраструктуры и технологической независимости страны.

Чебоксары, 3–4 июля 2025 года. Столица Чувашии станет площадкой для одного из главных событий в сфере навигации и цифровой инфраструктуры – Навигационного форума. В течение двух дней представители власти, бизнеса и науки обсудят ключевые вызовы и решения в области навигационной безопасности, защиты критической инфраструктуры и технологической независимости страны.

В работе форума примут участие представители Минпромторга и Минэнерго РФ, ведущих российских и международных промышленных и ИТ-компаний, научных центров, а также эксперты из стран Евразийского пространства. Среди ключевых тем – устойчивость навигационных систем к внешнему вмешательству, развитие нормативной базы, поддержка отечественных разработок и снижение зависимости от иностранных технологий.

Центральным событием станет пленарное заседание «Навигационная безопасность как один из базисов развития экономики России в XXI веке», где будут рассмотрены системные меры по укреплению национального лидерства в сфере навигации и синхронизации.



«Форум в Чебоксарах – это стратегическая возможность сверить позиции государства, науки и бизнеса по важнейшему технологическому направлению. Мы уверены, что обсуждения на площадке форума станут отправной точкой для новых решений, способствующих укреплению технологического суверенитета страны», – отметил Владислав Костин, глава АО «ВНИИР-Прогресс», генерального партнера форума.

Программа мероприятия включает тематические дискуссии и экспертные сессии, охватывающие вопросы применения навигационных технологий в транспорте, энергетике, связи, агропромышленном комплексе и других секторах. Особое внимание будет уделено обеспечению точного времени, синхронизации систем и защите данных в условиях новых геополитических и киберугроз.

Итоги форума лягут в основу совместных инициатив, направленных на укрепление цифрового суверенитета и повышение устойчивости ключевых отраслей экономики.

Форум организован при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Фонда «Росконгресс», МГТУ им. Н. Э. Баумана и ЧГУ им. И. Н. Ульянова.

pressa@navigationforum.ru



ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ

стартует 26 октября 2020

www.metz.by

Ираком и ОАЭ разработаны планы по компенсации перепроизводства по соглашению ОПЕК+

Стартует 15 сентября 2020 года

Прямой эфир

- Суданской Аравии предложено урегулировать цену на нефть, чтобы избежать дальнейшего падения цен на нефть
- Ираком и ОАЭ разработаны планы по компенсации перепроизводства по соглашению ОПЕК+
- Александер Новак: Спрос на нефть может восстановиться во II-м кварталу следующего года
- ДММС ОПЕК+ перенесли заседание проект-комитета из Абу-Даби в Лондон из-за опасений коронавируса для «домчечников»
- Михаил Мишустин: Налог на прибыль организаций не изменят
- Радиоактивные замены должны быть устроены в подсистемах энергетики
- ОАЭ заявили, что компенсацию производящим странам нефти будет дана в будущем
- Потенциал рынка ОП в сфере газификации сектора коммунальной и энергетической инфраструктуры
- Арктическую морскую транспортную пропускную способность до 2025 года увеличат вдвое

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

«Россети Тюмень» усиливает меры безопасности на объектах энергетики в зоне голосования

Энергетики надежное электроснабжение Сибири и Дальнего Востока в едино голосование

Новости Энергетики

www.novostienergetiki.ru

ВСЁ О СОБЫТИЯХ И ЛЮДЯХ В ЭНЕРГЕТИКЕ!

Измерительные клеммы КНИВ – новая разработка от НПО «АвалонЭлектроТех»

Научно-производственное объединение «АвалонЭлектроТех» уже в течение 20 лет поставляет на рынок России и ЕАЭС электротехнику и оборудование для промышленной автоматизации. Накопленные опыт и компетенции позволяют предприятию успешно решать задачи по импортозамещению. Одна из последних разработок компании – измерительные клеммы серии КНИВ.

Техника для работы в экстремальных условиях

Измерительные клеммы КНИВ разработки НПО «АвалонЭлектроТех» изготавливаются в различных вариациях: с ползунковым размыкателем (модель КНИВ), без ползункового размыкателя (модель КНИВП), а также с измерительными втулками (–Т) и без них. Они сочетают в себе широкий диапазон рабочих температур (от -60 до +130 °C), универсальность (возможна работа с проводниками сечением от 0,5 до 10 мм²). В случае с серией КНИВ 6–2 (–Т) стоит отметить также удобство монтажа и эксплуатации. Это достигается благодаря ползунковому размыкателю. С его помощью можно, не отключая питания, быстро и безопасно размыкать цепь для проведения измерений или обслуживания.

Еще одно преимущество продукции НПО «АвалонЭлектроТех» – термостойкий корпус из полиамида 66. Помимо устойчивости к возгоранию,

он обеспечивает механическую прочность соединения и долговременную стабильность контакта. Всё это позволяет клеммам работать в экстремальных условиях без потери функциональности и с сохранением геометрии.

В компании подчеркивают, что клеммы КНИВ полностью соответствуют требованиям российских (ГОСТ) и международных (IEC) стандартов качества. И при этом они адаптированы для работы в российских реалиях.

НПО «АвалонЭлектроТех»: «Конкуренции с западными клеммами не боимся»

До введения санкций на этом рынке была распространена иностранная продукция. Сейчас клеммы КНИВ и большое количество другой электротехнической продукции выпускаются

Особенности клемм серии КНИВ:

- диапазон сечений подключаемого проводника от 0,5 до 10 мм²;
- категория стойкости к горению ПВ-0 (ГОСТ 28157);
- и широкий диапазон рабочих температур: -60... + 130 °C (с учетом нагрева при номинальных параметрах).

на Ступинском электротехническом заводе (ООО «СТЭЗ»). Локализация производства на территории РФ открывает ряд преимуществ.

К ним относятся:

- конкурентоспособные цены;
- быстрые сроки поставок;
- оперативные сервисная поддержка и техническое сопровождение.

За последние годы много потребителей успело оценить качество продукции и сервис отечественного производителя. Учитывая все эти факторы, в «АвалонЭлектроТех» отмечают: клеммы КНИВ готовы выдержать конкуренцию с западными аналогами.

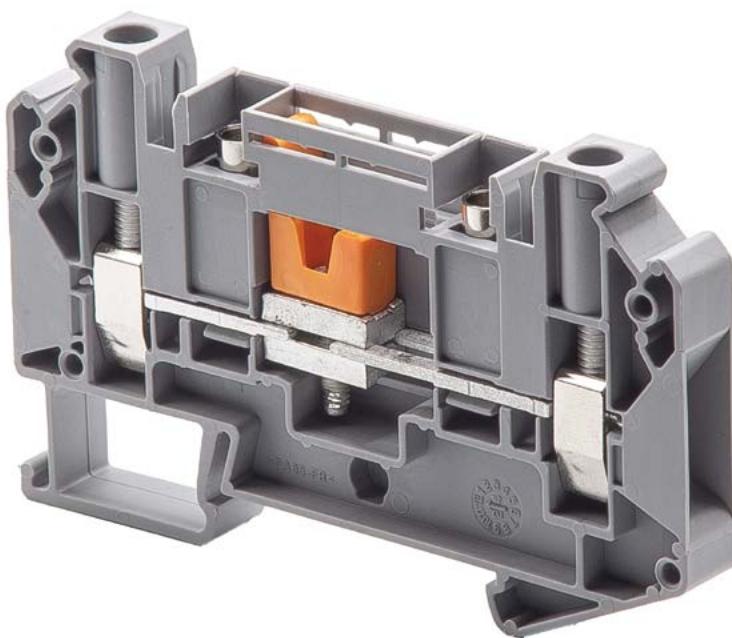


Рис. 1. Внешний вид измерительной клеммы серии КНИВ 6-2(-Т)/КНИВП 6-2(-Т)

 **Авалон**[®]
ЭлектроТех

ООО «НПО «АвалонЭлектроТех»,
г. Москва

Телефон: +7 (495) 933-8548
E-mail: info@avalonelectrotech.ru
Сайт: www.avalonelectrotech.ru

ДКС: «Мы вместе сможем сделать наш рынок самым крупным в Европе»

С 2022 года российский рынок электротехники преобразился. После бегства западных игроков их российские коллеги заняли освободившиеся ниши, преодолевая технологический разрыв. Возвращение европейцев в Россию будет для них непростым, россияне уже не так слабы.

Флагманы российской электротехники осуществили в последние годы беспрецедентные инвестиции в научно-технический прогресс (НТР), благодаря чему их продукция становится конкурентоспособной на мировом рынке. Однако впереди новые вызовы, которые лидеры отрасли обсудили на бизнес-форуме «Электротехника. Новая энергия развития» в рамках профильной выставки «Электро».

В 2025 году компания ДКС – ведущее предприятие на рынке кабеленесущих конструкций и оборудования для автоматизации производства – представила масштабную экспозицию: плод реализации 120 проектов последних лет.

На полях форума глава ДКС Дмитрий Колпашников поделился впечатляющими результатами модернизации и планами финальной локализации производства в Твери.

«2028 год для нас – важный рубеж, – подчеркнул он. – К этому времени западные оппоненты начнут постепенно снимать санкции, и прежде всего те, которые мешают им выйти на российский рынок». Однако спикер не видит в этом проблемы для российского производства: «Всё в наших руках!».

ДКС – одна из ведущих компаний, которая следует путем качественного развития бизнеса. В последние годы

и другие российские производственные предприятия стали направлять свою прибыль в развитие мощностей, пользуясь возможностью удовлетворять растущий спрос потребителей и получить доступ к программам господдержки.

На фоне низкой инвестиционной активности в России – большого числа замороженных или ставших неэффективными проектов – электротехника демонстрирует впечатляющий результат: за три года объем инвестиций вырос на 37% (до 152 млрд рублей), а количество проектов – на 39% (до 36).

«Санкции сыграли скорее положительную, чем отрицательную роль для российского рынка, – пояснил Дмитрий Колпашников. – Европейцы оставили широкое поле, которое необходимо было занимать, и нам потребовалось в течение трех лет очень серьезно расширить производство. В компании ДКС сразу была создана программа реагирования на ситуацию, а группы по развитию производства мы трансформировали в технологических интеграторов. Когда не смогли больше покупать высокопроизводительные автоматизированные линии у европейских поставщиков – стали производить их сами; по всему миру искали производителей компонентов для технологических линий, в основном в Китае

и Турции – и из них собирали производственные мощности с очень хорошим экономическим эффектом.

Затем мы обнаружили, что на российском рынке есть огромная потребность в оборудовании для автоматизации производства, и открыли эту линейку у себя. Мы нацелены на то, чтобы производить это оборудование на основе собственных разработок и программного обеспечения.

Вызов времени заключается и в том, чтобы удовлетворить потребности заказчиков в высокотехнологичных решениях. Для этого мы реорганизовали нашу службу НИОКР – Центр управления проектами (ЦУП), перестроили научно-технические центры со своими испытательными лабораториями, нарастили до 95 человек штат инженеров, проектировщиков, конструкторов, программистов и планируем дальнейшее расширение. Санкции бросили нам вызов, и мы этот вызов приняли. Когда технологические лидеры вернутся на наш рынок, мы будем защищать свои позиции конкурентоспособными решениями».

Борьба за рынок требует инвестиций, которые производители осуществляют по трем направлениям: расширение производства, локализация новых продуктов и увеличение товарного ассортимента с усилением роли НИОКР. Эти направления находят поддержку у государства.

«Наш регион – это прежде всего Россия и страны бывшего СССР, – говорит Дмитрий Колпашников. – А также страны Глобального Юга, которые будут готовы принимать наше оборудование: Иран, Вьетнам, Индонезия, Африка... В остальных регионах есть сложности с сертификацией. Например, у компании ДКС до 2022 года был достаточно большой объем экспорта в Европу, но когда мы там столкнулись с требованием дополнительной американской сертификации, то зашли в тупик. На получение сертификата США на шкафы и оболочки для автоматизации распределения электроэнергии мы потратили три года, получили документы в конце 2021 года, а в апреле 2022-го нам сообщили, что они больше не действуют».



Несмотря на сложности и ограничения по ряду направлений, рыночные условия и правильно выбранная стратегия позволяют компании ДКС с оптимизмом смотреть в будущее. «Если будут выполнены все те инвестиционные программы, которые заложены государством, лидерами экономики, бизнесом, мы вместе сможем сделать наш рынок самым крупным в Европе, – уверяет Д. Колпашников. – Данные по инвестициям в основные фонды частного бизнеса и государственных компаний (не ВПК) радуют. За 2024 год объем инвестиций составил 39 трлн рублей, и вложения продолжаются. Глобализация исчерпала себя, поэтому те, кто сейчас не занимается локализацией производства, вероятно, проиграют в будущем».

Локализация производства в электротехнике еще не завершена, она продолжается и поднимает кадровый вопрос, ставший предметом особого рассмотрения на бизнес-форуме. Дефицит трудовых ресурсов существенно сдерживает усилия предприятий в развитии и становится одним из самых чувствительных аспектов, ограничивающих рост инвестиций.

Эту проблему компании уже научились решать. Колпашников не только ставит вопрос кадров, но дает ответ на него. «Сейчас самая важная проблема для нашей страны – демографическая, – говорит он. – Но когда наши службы персонала посчитали рождаемость в Тверской области и сравнили с данными по предприятию, то выяснили, что в ДКС рождаемость в 4,5 раза выше, чем по региону. Это, конечно, связано с молодостью коллектива, но... растите кадры!

ДКС работает с региональными высшими и средними учебными заведениями, в том числе с Тверским государственным университетом и Тверским колледжем имени А. Н. Коняева. Мы создали для них классы, учебное оборудование, разработали курсы по робототехнике и автоматизации. Их читают наши инженеры, а студенты проходят практику в ДКС. Мы видим очень много хороших и талантливых ребят. Кроме того, мы участвовали в федеральной программе «Профессионализм», которую продвигает РСПП, и выиграли гранты. Мы стремимся, чтобы молодые ребята приходили к нам уже подготовленными и были заинтересованы в развитии».

Продуманная стратегия ДКС нашла отражение в новинках, представленных на стенде компании. По словам директора по стратегическому планированию маркетинга ДКС Антона Дьяконова, компания стремится перенести промышленное качество в сегмент конечного потребителя. Это касается



электроустановочных изделий, пластиковых щитков, модульных автоматов, а также различного рода комплексных решений для передачи и управления энергией.

Не забыла ДКС и о кабеленесущих конструкциях, серия G5 стеклопластиковых лотков получит серьезное обновление конструктива. «Большую часть тех вещей, которые нравятся людям в наших металлических системах, мы будем изготавливать из стеклопластика», – анонсировал Антон Дьяконов.

Среди представленных ДКС решений посетители также увидели: коррозионностойкое покрытие цинкламель, востребованное в условиях севера, и примеры организации кабельных трасс под фальшполами в условиях жестких пространственных ограничений.

Компания представила новый сервис «Инжиниринг» – услугу, предназначенную повысить культуру монтажа шинопроводов. «Наша технология родилась из пожеланий клиентов, которым нужен не только качественный и надежный продукт, но и уверенность в правильности монтажа. В России очень мало профессиональных инжиниринговых компаний, способных вести проекты с шинопроводом в комплексе – от проектирования до обеспечения гарантии на систему. Гарантия – это один из важнейших этапов, который зависит от всех предшествующих работ: проектирование, монтаж, ПНР. ДКС вводит этот пункт или условие как основное требование для своих

партнеров, то есть любой заказчик вправе требовать наличия инжиниринга и гарантии на систему при поставке решения на оборудовании ДКС. Подробности в ближайшее время будут доступны на сайте ДКС», – говорит Руслан Ахмедшин, директор департамента продаж оборудования ДКС.

Если задачи компании по локализации фактически выполнены (2025 год будет окончанием этого этапа), то следующий этап развития ДКС станет укреплением создания собственного продукта. На этом этапе будут выпускаться более сложные решения, максимально адаптированные к условиям российского рынка.

Вот так отвечают российские производители на новый вызов: ожидаемое возвращение европейцев в Россию. Их будет ждать конкурентоспособный продукт российских коллег.



**Россия, 125040, Москва,
Ленинградский проспект, д. 15, стр. 20**
тел.: +7 (495) 777-77-79
факс: +7 (495) 777-77-79
e-mail: info@dkc.ru

Единый центр техподдержки
тел.: 8 (800) 250-52-63
(бесплатный звонок)
e-mail: support@dkc.ru

Твердая поступь нового изолятора для ЛЭП

Олег ЕФИМОВ, технический директор АО «ЮАИЗ»

Сегодня в России только Южноуральский арматурно-изоляторный завод (АО «ЮАИЗ», ЮАИЗ) освоил производство изоляторов для линий постоянного тока. Предприятие поставило на линии БОЛЕЕ ПОЛУМИЛЛИОНА изоляторов. Техническая служба завода провела огромную работу по освоению этих изделий и постановке их на производство. Учтены нюансы множества испытаний и практической работы. Сегодня руководитель этого направления – технический директор завода Олег Николаевич Ефимов с полным правом выступает в роли эксперта.

Первые линии для передачи постоянного тока построили еще в конце XIX века. Одной из основных проблем было преобразование постоянного тока в переменный и наоборот (где это было необходимо). Это и служило ограничением в строительстве таких линий. И лишь с 50-х годов прошлого века начался, можно сказать, экспоненциальный рост линий постоянного тока (подземных, подводных, воздушных).

Сейчас высоковольтные линии электропередач постоянного тока (HVDC) используются для передачи больших электрических мощностей. При передаче электроэнергии на дальние расстояния устройства системы HVDC менее дорогие и имеют более низкие электрические потери. Даже при использовании на близких расстояниях, где стоимость преобразовательного оборудования HVDC-системы сравнима со стоимостью системы переменного тока, линия постоянного тока имеет больше преимуществ.

Стоимость строительства линии на постоянном токе (800кВ) в 2,5 раза ниже стоимости на переменном токе (765 кВ). Но для проектов DC существенно возрастают расходы на строительство подстанций.

Кроме экономии при строительстве линий постоянного тока за счет проводов, изоляторов и арматуры (снижается общее количество), также снижаются потери на передачу электроэнергии.

Есть еще одна особенность линий постоянного тока, о которой нечасто упоминают, но всегда держат в уме, – очень малая вероятность воровства электроэнергии с такой линии.

Эксплуатация изоляторов на линиях постоянного тока, а именно длительное воздействие сильного постоянного электромагнитного поля, и привело к дополнительным требованиям как к элементам изоляторов, так и к изолятору в целом.

В этих условиях увеличивается электрохимическая коррозия (унос электронов). Это сказывается на металлических элементах изоляторов – шапке и стержне. Эти элементы несут основную механическую нагрузку, поэтому их необходимо защищать от коррозии. Обычного цинкового покрытия, нанесенного горячим способом, здесь недостаточно, оно будет «съедено» и начнется разрушение основного металла. За 10–20 лет эксплуатации сечение стержня может уменьшиться в два раза, и ни о какой механической прочности изолятора и под-

вески уже говорить не стоит. Поэтому стержень и шапку защищают дополнительной цинковой защитой – цинковым воротником у шапки, цинковой втулкой у стержня (см. рис. 1). Воротник и втулку располагают в месте раздела воздух / цементная связка, именно здесь поверхностные токи утечки и вызывают коррозию. Эти элементы должны плотно прилегать к основному металлу, соприкосновение должно быть не менее 80% от площади взаимодействия воротник – шапка и втулка – стержень. Если есть малейший зазор, т.е. отсутствие плотного контакта цинка с металлом, то металл начнет корродировать сразу.

Для изолирующих элементов постоянное электромагнитное поле также представляет опасность. В составе изоляционных материалов есть ионы, которые при длительном воздействии «разворачиваются». При этом они создают своеобразные дорожки проводимости, приводящие к пробою или перекрытию изоляторов. И это касается любых изоляторов – фарфоровых, полимерных, стеклянных. В каждом случае эту проблему можно решить.

В случае с фарфоровыми изоляторами основную проблему представляет

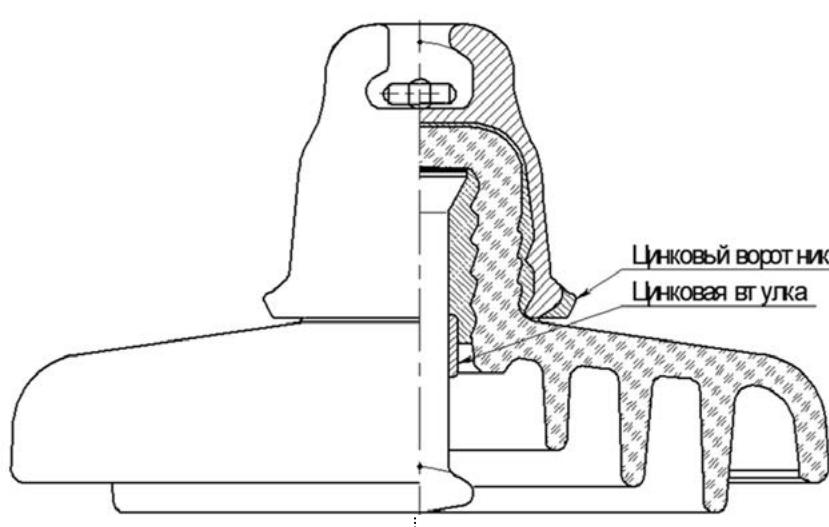


Фото 1



Фото 2



Foto 3

глазурь. В ней находится много ионов щелочных металлов, и там развивается поверхностная проводимость. Решение – подбор глазури с малым количеством щелочных ионов.

У полимерных изоляторов – наиболее сложная и опасная ситуация. В нынешних полимерных изоляторах основную несущую и изоляционную функцию выполняет стеклопластиковый стержень. Именно он подвергается внутренним изменениям под действием постоянного электромагнитного поля. Как известно, стеклопластиковый стержень состоит из стеклянных нитей (ровинга), пропитанных полимерными составами. Эти стеклянные нити и включают в себя ионы щелочных металлов, которые рано или поздно приведут к пробою изолятора по стержню. Если в производстве фарфоровых или стеклянных изоляторов изготовитель сам подбирает составы стекол, электрофарфоровых масс, глазури, то в производстве полимерных изоляторов можно полагаться только на поставщиков. Даже если стеклопластиковый стержень делается на своем производстве, ровинг закупается. И из какого стекла он сделан, – известно только изготовителю стеклянных нитей. Именно из-за опасения непредсказуемого поведения при эксплуатации полимерные изоляторы не допускаются к линиям постоянного тока.

Стеклянные изоляторы подвергаются той же опасности, что и фарфоровые – ионной миграции. Для «стекла» есть два выхода: первый – применение малощелочного стекла (например, 13В), второй – применение щелочного стекла с измененным соотношением щелочных ионов. В первом случае, как понятно из названия, в стекле ионов щелочных металлов мало, а во втором случае ионы щелочных металлов «тормозят» друг друга, мешая выстроиться в проводящую дорожку.

На сегодняшний день в России только АО «ЮАИЗ» освоил производство изоляторов для линий постоянного тока и поставил на линии более полу милли-



Foto 4

она изоляторов. При освоении изоляторов на нагрузку 160, 210 и 300 кН завод пошел по второму пути – изменение соотношения ионов щелочных металлов, т.к. выпуск малощелочного стекла сопровождается выделением фторидов, что негативно влияет на экологию.

Для проверки соответствия изоляторов для установки на линии постоянного тока существуют специальные испытания, предназначенные только для изоляторов этого вида:

1. Выдерживаемое напряжение постоянного тока в среде SF₆ (элегаз). Изоляторы испытываются в камере с давлением газа. На изолятор подается напряжение в 1,5 раза выше нормированного выдерживаемого сухого напряжения постоянного тока. Напряжение выдерживается в течение 20 минут (см. рис. 2).

2. Электрическое сопротивление тела. Замеряется между шапкой и стержнем при 120 градусах Цельсия (см. рис. 3).

3. Миграция ионов. Имитирует прохождение количества заряда, аналогичного проходящему, в течение 50 лет эксплуатации. Время испытания рассчитывается исходя из получившегося электрического сопротивления тела и может составлять от одной недели до трех месяцев и дольше (чем более высокое сопротивление, тем меньше срок испытаний). В течение всего испытания на изоляторы подается напряжение постоянного тока 65...75 кВ, и в камере создается температура 90...130 °C. От величины температуры и напряжения также зависит длительность испытаний. Испытанию подвергают 50 изоляторов. (см. рис. 4)

4. Тепловой разгон. Нахождение изолятора под напряжением постоянного тока 110 кВ в течение восьми часов при температуре 80 градусов.

Все указанные испытания при успешном их прохождении говорят о правильном выбранном изоляционном материале.

Еще одной особенностью линий постоянного тока является достаточно сильное загрязнение изоляторов.



Foto 5

Постоянное электромагнитное поле усиленно притягивает пыль и грязь, находящиеся в атмосфере. Следствием этого является применение изоляторов с большей длиной пути утечки, чем для линий переменного тока. А большие нагрузки, из-за применения проводов большего сечения, приводят к применению тяжелонагруженных изоляторов и арматуры, чаще всего на 300 кН и, неизменно, на 160 и 210 кН.

Изолятор для линий постоянного тока (см. рис. 5) – это изделие, которое вобрало в себя большое количество исследований, опытов и испытаний. И такие изоляторы универсальны. Они способны стоять как на линиях постоянного тока, так и на стандартных линиях переменного тока, чего нельзя сказать об изоляторах для переменного тока: применение их на HVDC приведет к катастрофе.



Акционерное общество
«Южноуральский арматурно-изоляторный завод»

457040, Челябинская обл.,
г. Южноуральск, ул. Заводская,
дом № 1 Е, офис 214.
Тел. 8 (35134) 98-564-7777.
E-mail: aiz@aiz.ru
Сайт: aiz.ru

Наши новости в Телеграм:



7-10 октября 2025

XIV Петербургский международный ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ



РЕКЛАМА 18+

ОРГАНИЗАТОР



GAS-FORUM.RU



САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ -
В TELEGRAM-КАНАЛЕ
@GASFORUMSPB



МАШИНОСТРОЕНИЕ

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

СВАРКА

ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ
И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ,
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ И СВАРОЧНОЙ
ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРУМ
ПО МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ
И АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ
ТЕМП
ТЕХНОЛОГИИ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1-3 ОКТЯБРЯ
КАЗАНЬ 2025
МВЦ «КАЗАНЬ ЭКСПО»

5000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ

ВЫСТАВКА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
И СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДЕМОНСТРАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В РАБОТЕ

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА
для специалистов отрасли

B2B - ВСТРЕЧИ



ООО «ВИКО»
+7 (965) 585-14-29
expo-kazan@mail.ru
tempkazan.ru

12+



Комплекс мониторинга и диагностики состояния масла АМ-С

Кудрявцев Е.В. Руководитель направления

Силовые трансформаторы являются ключевыми элементами электрических сетей. Их надежная работа критически важна для любой энергосистемы, а выход из строя может привести к значительным финансовым потерям и авариям. Неотъемлемыми компонентами распределительной электрической сети являются силовые трансформаторы класса 35/6(10) кВ. Большинство из них представляют собой маслонаполненные силовые трансформаторы, из которых 60% эксплуатируется с превышением ресурса, то есть более 25 лет. Помимо возраста существует проблема перегрева трансформаторов. По данным АО «Сетевая компания» (Казань), количество перегруженных трансформаторов составляет 13%, количество трансформаторов с превышением допустимого нагрева масла составляет 3,5%. Перегрев оказывает негативное влияние на состояние масла и изоляцию трансформатора. Старение парка трансформаторов в совокупности с перегревом ведет к росту количества аварий из-за преждевременной выработки технического ресурса (22% от общего количества аварий)¹. Все эти факторы выводят проблему своевременного отслеживания их состояния на первый план.

Основным фактором, непосредственно влияющим на ресурс трансформатора, является состояние изоляции, а именно трансформаторного масла и бумажной изоляции. Масло играет определяющую роль в изоляции узлов трансформатора, поскольку оно находится в постоянном контакте с окружающей средой и бумажной изоляцией. Все факторы, воздействующие на трансформатор во время его эксплуатации, так или иначе оказывают влияние на параметры масла – содержание воды (влажность), температуру, диэлектрическую проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь.

В соответствии с требованиями по объему и нормам испытаний электрооборудования периодичность испытания масла у трансформаторов напряжением до 35 кВ включительно составляет не реже одного раза в четыре года, трансформаторов 110 кВ – не реже одного раза в два года². Всё остальное время между осмотрами



Рис. 1

и испытаниями удалённые трансформаторы находятся без наблюдения, что не позволяет оперативно выявлять ухудшение состояния масла. Особенно это касается удаленных трансформаторов 6–10 кВ.

Таким образом, одной из важнейших задач диагностики трансформаторов является непрерывный мониторинг и диагностика состояния трансформаторного масла, который позволяет регистрировать изменения его свойств. Контроль параметров масла в режиме онлайн позволяет эксплуатационным службам отслеживать динамику изменения его состояния, прогнозировать развитие негативных процессов и заблаговременно принимать меры по восстановлению диэлектрических свойств масла.

Комплекс мониторинга и диагностики масла АМ-С в режиме реального времени обеспечивает контроль и диагностику состояния масла по его основным параметрам.

Основными достоинствами комплекса являются разумная стоимость и низкие эксплуатационные расходы, гибкость реализации. Различные варианты конструктивного исполнения обеспечивают удобство монтажа и технического обслуживания. Один из вариантов представлен на рис. 1.

Концептуально комплекс представляет собой чувствительный датчик, размещенный в зоне, заполненной маслом. Данные с датчика передаются в измерительно-преобразовательный блок, в котором они анализируются и обрабатываются в соответствии с нормативами. Вывод данных реализо-

ван по типу «Светофор», где значения параметров представлены сочетаниями зелёного, красного и желтого цветов.

Благодаря автоматической корректировке заданных границ параметров в зависимости от измеряемой температуры масла комплекс показывает, в какой зоне пригодности по данному параметру находится контролируемое масло при любой температуре. Совокупное значение всех контролируемых параметров позволяет в режиме реального времени определять фактическое состояние масла и его пригодность к дальнейшей эксплуатации. В комплексе с профилактическими мероприятиями это позволяет продлить ресурс масла и твердой изоляции трансформаторов и сохранить их изоляционные свойства.

Возможная экономия в результате непрерывной диагностики трансформаторов и снижения количества ремонтов/замен на 40% может составить до 3,6 млрд руб./год на ремонтах и до 1,4 млрд руб./год на заменах (без учета простоеов оборудования).



АВТОТРАНСФОРМАТОР



ООО «Автотрансформатор»
РФ, Самарская область, г. Тольятти,
ул. Коммунальная 16
sales@avtotransformator.ru

8 (800) 600-11-17

¹ По данным с официального сайта АО «Сетевая компания» (Казань) за 2023 г.

² СТО 34.01–23.1–001–2017 Объем и нормы испытаний электрооборудования

Электротехническое оборудование для добывающей промышленности: вызовы и решения

Особенности проектирования оборудования для работы в сложных условиях

■ Михаил Щербинин

Российский добывающий сектор: экстремальные условия и электроснабжение

Добывающие отрасли – от угольных шахт и металлургического сырья до нефтегазовых месторождений, редкоземельных металлов, торфяников и соляных рудников – являются основой индустриального развития России. Их предприятия широко распределены по огромной территории страны, часто в труднодоступных регионах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Эти регионы характеризуются экстремальными климатическими и географическими условиями: зимой температуры падают до $-50\ldots-60$ °C, летом возможны жара и вечная мерзлота, а инфраструктура зачастую отсутствует или развита слабо. Кроме того, многие объекты добычи расположены вдали от Единой энергосистемы, что вынуждает компании создавать автономные энергоком-

плексы для электроснабжения своих проектов.

В таких условиях электротехническое оборудование играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной и безопасной работы добывающих предприятий. От надежности НКУ (низковольтных и высоковольтных комплектных устройств), электродвигателей, кабельных сетей, систем освещения и автоматизации зависят непрерывность технологических процессов, безопасность персонала и эффективность эксплуатации техники. Однако экстремальные факторы внешней среды – мороз, жара, влажность, агрессивные среды, пыль, вибрации, взрывоопасные газы – предъявляют особые требования к проектированию и выбору электрооборудования. Современный российский рынок добычи в 2025 году сталкивается с рядом новых вызовов, связанных как с природными условиями, так и с технологическими и экономическими факторами. Ниже рассмотрены основные из этих вызовов и пути их преодоления.



Современные вызовы 2025 года в добывающих отраслях

Климат и окружающая среда. Большая часть месторождений расположена в суровых климатических зонах – на Севере, Дальнем Востоке, в Восточной Сибири. Оборудование должно работать при экстремально низких температурах зимой и резких перепадах температур летом. Например, по стандарту ГОСТ 15150–69 для оборудования устанавливаются специальные климатические исполнения: УХЛ (умеренно-холодный климат) – диапазон от -60 до $+40$ °C, Т (тропический) – $+1\ldots+50$ °C, М (морской) – $40\ldots+40$ °C, О (общеклиматическое) – $-60\ldots+50$ °C. Большинство северных объектов ТЭК требуют исполнения УХЛ или даже О, чтобы техника выдерживала и полярные морозы, и летнее нагревание. Помимо температуры, серьезную проблему представляют пыль и влажность. Угольные шахты насыщены угольной пылью, рудники – абразивной пылью горных пород, торфяные разработки – влажностью болот. Эта пыль и влага могут выводить из строя электроаппаратуру, вызывая замыкания и перегрев, если не обеспечить достаточную степень защиты корпусов (IP) и эффективное охлаждение. Наличие коррозионноактивных сред – например, соляной туман в соляных шахтах или сернистые газы в металлургических предприятиях – требует специальных антикоррозионных покрытий и материалов.

Удаленность объектов и сложная логистика. Добывающие предприятия часто находятся за тысячи километров от промышленных центров. Это создает серьезные логистические трудности как для строительства энергоинфраструктуры, так и для снабжения запчастями и сервисного обслуживания. Так, большая часть электротехнического оборудования выпускается в европейской части России, и доставка, скажем,

Добывающие предприятия часто находятся за тысячи километров от промышленных центров

трансформаторов или кабелей на Дальний Восток может занимать 20–40 дней. Многие районы не имеют круглогодичного транспортного сообщения: зимой доступ возможен лишь по зимникам (ледовым дорогам), а в период межсезонья ряд отдаленных территорий вовсе недоступен. В результате реализация проектов электрификации затрудняется, сроки строительства растягиваются, а обслуживание существующих энергоблоков становится дорогим и редким. Замена вышедшего из строя узла может потребовать недель ожидания доставки. Таким образом, удаленность диктует необходимость повышенной надежности и автономности оборудования, а также создания запасов критических запчастей на месте.

Взрывоопасные и опасные условия эксплуатации. Многие добывающие отрасли сопряжены с риском взрывов и пожаров. В подземных угольных шахтах присутствует метан и угольная пыль, способные взрываться от искры; на нефтегазовых промыслах – воспламеняющиеся газы и пары, на рудниках – горючая пыль. Любое электрооборудование, работающее в таких средах, должно соответствовать строгим нормам взрывозащищенности. Взрывозащита – это комплекс мер и технологий, предотвращающих воспламенение взрывоопасной смеси и минимизирующих последствия возможных взрывов. Существует несколько видов взрывозащищенного исполнения электрооборудования: *Ex d* – взрывонепроницаемая оболочка (оборудование заключено в прочный корпус, выдерживающий внутренний взрыв и не пропускающий пламя наружу); *Ex i* – искробезопасные цепи (ограничение энергии искры до невоспламеняющегося уровня); *Ex m* – компаундинг (герметизация компонентов специальной заливкой) и др. Любые электрические системы – от силовых шкафов до датчиков и освещения – в шахтах и на месторождениях углеводородов должны иметь соответствующее взрывозащищенное исполнение согласно требованиям ТР ТС 012/2011 и ГОСТ. Несоблюдение этих требований недопустимо, так как поставит под

угрозу жизни людей и сохранность оборудования. В 2023 году мировой рынок взрывозащищенного оборудования оценивался в \$10,7 млрд а к 2032 г. прогнозируется рост до \$17,3 млрд, что отражает глобальное внимание к безопасности. В России применяются самые строгие стандарты, и высокие требова-

ния сертификации влияют на работу производителей и потребителей (оборудование не может продаваться без прохождения обязательных испытаний каждого взрывозащищенного узла).

Энергоэффективность и надежность в условиях энергоснабжения. Отдаленные объекты добычи часто испытывают дефицит доступной энергии. Если месторождение не подключено к центральной сети, оно питается от локальных дизельных, газотурбинных или возобновляемых установок ограниченной мощности. Топливо и электроэнергия на таких объектах на вес золота: доставка топлива увеличивает себестоимость продукции. Поэтому отрасль ставит задачу максимально повысить энергоэффективность применяемого



оборудования – от КПД электродвигателей до снижения потерь в сетях и оптимизации режимов работы. Современные климатические и экологические требования тоже подталкивают к внедрению энергосберегающих технологий (уменьшение углеродного следа, рациональное использование топлива). Кроме того, надежность оборудования выходит на первый план: аварийный простой из-за отказа привода или выключателя влечет огромные потери, а вызвать срочную бригаду в тундру или тайгу весьма затруднительно. Таким образом, оборудование должно обладать повышенным ресурсом, системами самодиагностики и резервирования. Необходимо предусматривать предиктивную диагностику – отслеживание состояния узлов по датчикам, чтобы предупреждать отказ до того, как он произойдет. Не случайно в 2025 году наблюдается повышен-

Электродвигатели – «мускулы» промышленности

ный спрос на системы дистанционного управления и предиктивной диагностики в горнодобывающей отрасли.

Импортозамещение и технологический суверенитет. Геополитические события последних лет (санкционные ограничения 2022–2023 гг.) существенно повлияли на рынок промышленной электротехники России. Из страны ушли многие ведущие зарубежные вендоры (ABB, Siemens, Schneider Electric, Rockwell и др.), чья продукция широко

использовалась в энергетике и добывающей. Потребители были вынуждены обращаться к параллельному импорту и экстренно искать новых поставщиков внутри страны или в дружественных странах (прежде всего в Китае). Китайские производители заняли значительную долю выпавшего импорта. Однако зависимость от иностранных компонентов и оборудования остается болевой точкой: по ряду позиций отсутствует полный цикл производства в РФ. Например, силовая электроника, высоковольтные кабели, газоизолированное оборудование, сложные системы управления – ранее в значительной степени импортировались. Теперь сроки и цены их поставок осложнены, возникли риски перебоев: санкции и разрывы логистики приводят к удешевлению проектов и дефициту запасных частей. Правительство поставило задачу ускоренного импортозамещения: к 2030 году планируется довести долю отечественного оборудования на рынке ТЭК с ~72% до 90%. В нефтегазовом машиностроении уже достигнут прогресс: доля российской продукции выросла с 43% (около 2014 г.) до 62% к 2022 г., и ожидается превышение 65% в 2023 г. Цель к 2025 году – около 80% локализации. Эта динамика показана на графике (рис. 1).

Импортозамещение сопровождается двумя основными вызовами: во-первых, необходимость *быстро разработать аналоги* сложных устройств (частотных преобразователей, микропроцессорных контроллеров, систем автоматики), во-вторых – *обеспечить качество и надежность* этих новых продуктов на уровне мировых стандартов. Отраслевые союзы и государство стимулируют производителей к кооперации: реализуются наципроекты и НИОКР для разработки более 300 новых образцов оборудования, объем финансирования – около 140 млрд руб. Несмотря на трудности, в российской электротехнической отрасли есть задел: многие заводы имеют советский фундамент и компетенции, а качество во многих нишах уже соответствует мировому уровню. Как отмечают в группе «АБС Электро», обладающей десятилетиями опыта, отечественные предприятия способны предложить инновационные решения для сложных и нестандартных проектов,

Доля отечественного оборудования в нефтегазовом секторе

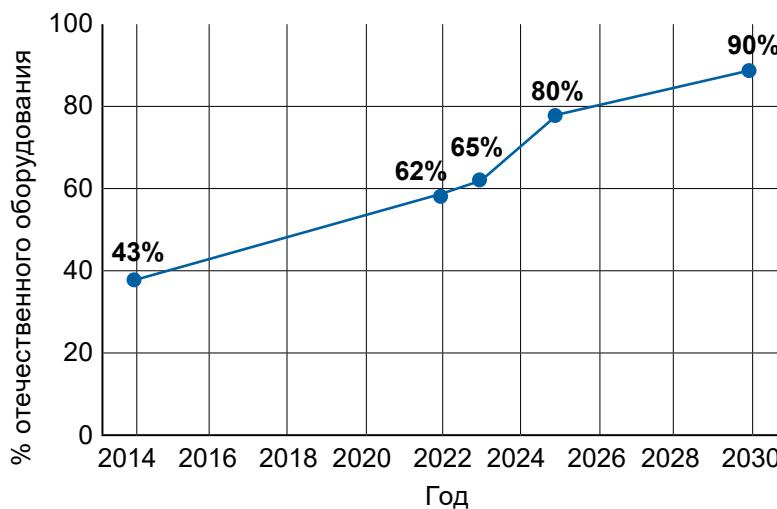
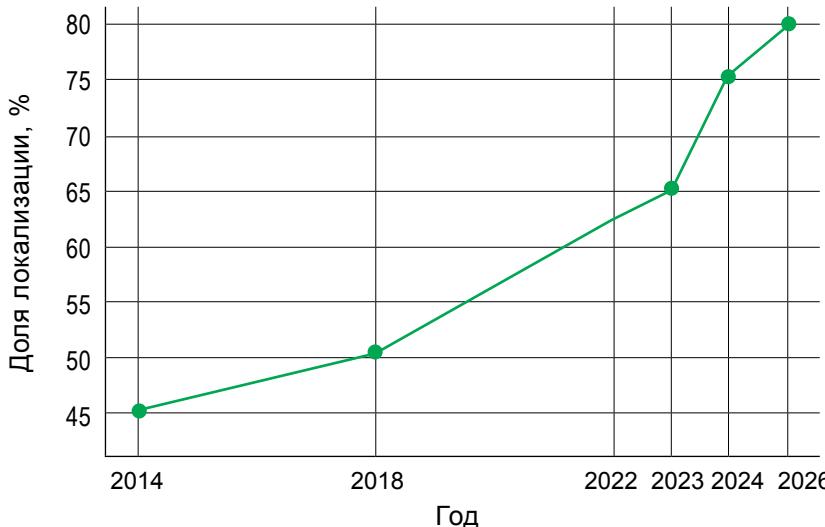


Рис. 1. Рост доли отечественного оборудования в нефтегазовом секторе РФ, % (фактические и целевые значения).

Рост доли отечественного оборудования в добывающей промышленности РФ



защищая стратегические объекты ТЭК и способствуя технологической независимости страны.

Инженерные решения и особенности проектирования для тяжелых условий

Чтобы противостоять перечисленным вызовам, инженеры-разработчики электротехнического оборудования применяют целый комплекс технических решений. Проектирование оборудования для работы в шахтах, карьерах, на шельфе или в тундре существенно отличается от обычных условий. Рассмотрим основные категории оборудования и то, как адаптируются их конструкция и технологии.

Системы электроснабжения и распределительное оборудование. Надежное электроснабжение – «нервная система» любого добывающего предприятия. Для шахт и месторождений часто применяются мобильные и модульные *комплектные подстанции* заводского изготовления в утепленных блок-контейнерах. Такое решение защищает аппаратуру от внешней среды (температуры, осадков, пыли) и упрощает транспортировку и монтаж на месте. Низковольтные и высоковольтные *распределительные устройства* (НКУ, РУ), устанавливаемые на объектах добычи, выполняются во всепогодных шкафах повышенной герметичности. Степени защиты IP обычно

не ниже IP54–IP65, а для открытых площадок – вплоть до IP66/67 (полная защита от пыли и мощных струй воды). В холодном климате все шкафы и корпуса оснащаются системами обогрева и терmostатирования: внутри поддерживается плюсовая температура, чтобы предотвращать конденсат и обмерзание аппаратуры. Применяются *двойные утепленные оболочки, кабельные вводы с герметизацией, дыхательные фильтры* для выравнивания давления без попадания влаги. Контакты и шины в распределительных устройствах покрываются антикоррозийными составами, если оборудование эксплуатируется в морских условиях или при наличии агрессивных газов. Особое внимание – **выключателям и коммутационным аппаратам:** в условиях частых пусков тяжелой техники и высоких токовых нагрузок важно использовать аппараты высокой износостойкости (вакуумные выключатели, контакторы с повышенным ресурсом коммутаций). Например, китайский производитель СНПТ в 2025 году вывел на российский рынок серию модульных и воздушных автоматических выключателей, силовых контакторов и частотных преобразователей, адаптированных к отечественным стандартам и рассчитанных на высокие нагрузки в сложных условиях эксплуатации. Эти решения предназначены для систем распределения электроэнергии на добывающих и перерабатывающих предприятиях и нацелены на повышение безопасности и снижение аварийных

простоев оборудования. Во взрывоопасных зонах (например, распределительные пункты в шахтах) используются специальные *взрывобезопасные шахтные трансформаторные подстанции* – их корпуса выдерживают взрыв метано-воздушной смеси внутри и не позволяют пламени вырваться наружу. Таким же образом изготавливаются взрывозащищенные распределительные шкафы с герметичными оболочками (Ex d).

Электродвигатели и приводная техника. Электродвигатели – «мускулы» промышленности, приводящие в действие конвейеры, насосы, буровые установки, вентиляторы шахтной вентиляции и т.д. В добывающей отрасли двигатели работают в тяжелых режимах: часто в круглосуточном цикле, под большими нагрузками, в запыленной атмосфере, нередко – на открытом воздухе при экстремальных температурах. Поэтому конструкторы двигателей для таких условий предусматривают ряд мер: применение *морозостойких изоляционных материалов* (класс изоляции, сохраняющий свойства при -70°C), *подогрев обмоток в состоянии простоя* (чтобы избежать увлажнения и охлаждения ниже точки росы), *усиленные подшипники* и системы виброгашения (особенно актуально для двигателей дробилок или мельниц). В шахтах и на нефтепромыслах почти все двигатели выполняются во взрывозащищенном исполнении – корпус двигателя герметичен и способен выдержать

Структура спроса на электротехническое оборудование в добывающей промышленности, 2025 г.



внутренний взрыв (маркировка Exd), выводы через взрывонепроницаемые вводы, а температура поверхности не превышает безопасную. Для мощных моторных приводов используются системы плавного пуска и частотного регулирования, которые решают сразу несколько задач: плавный разгон исключает броски тока и механические удары по оборудованию, а работа через *частотно-регулируемый привод (частотный преобразователь)* экономит энергию и позволяет точно дозировать производительность механизмов. Отечественные производители активно осваивают эту нишу: например, ОАО «ВНИИР» (группа «АБС Электро») разработало и выпускает устройства плавного пуска и *частотно-регулируемые приводы* полностью российского производства – от силовой электроники до программного обеспечения. Эти приводы

уже применяются на объектах «Газпрома» взамен импортных аналогов, ранее доминировавших на рынке. В условиях 2025 года также набирает обороты задача ретрофита: замены устаревших или санкционных импортных приводов на локальные – так, специалисты ВНИИР реализуют проекты по замене силовых ячеек и ПО в высоковольтных частотных преобразователях Siemens, ABB, Schneider и др., стоящих на российских нефтегазовых и металлургических предприятиях. Это позволяет продлить жизнь существующего оборудования и снизить зависимость от иностранных сервисов.

Для эксплуатации в условиях холода выпускаются специальные серии электродвигателей в «северном исполнении» – помимо вышеупомянутых обогревов и материалов, они зачастую имеют *более высокий класс защиты IP* (чтобы снег и пыль не попадали

внутрь), специализированные смазки в подшипниках (не густеющие на морозе) и усиленную изоляцию выводных кабелей. В жарком климате, напротив, упор делается на эффективное охлаждение: увеличенная поверхность радиаторов, принудительная вентиляция, термодатчики для защиты от перегрева. Если двигатель установлен на мобильной технике (карьерные самосвалы с электроприводом, экскаваторы), его конструкция должна выдерживать вибрации и удары – вплоть до применения демпферных креплений и виброзоляторов. Высокая энергоэффективность – обязательное требование: современные двигатели соответствуют классу IE3–IE4, что особенно важно для шахт, где снижение потребления энергии ведет к снижению тепловыделения и нагрузки на вентиляцию. Кроме того, на горизонте одного года – трех лет ожидается постепенный переход на электрические транспортные средства в горнодобывае (электросамосвалы с аккумуляторами или с питанием от контактной сети) взамен дизельных, что потребует надежных тяговых электромоторов и зарядной инфраструктуры.

Кабельная продукция и проводники. Кабельные линии на месторождениях – это «кровеносные сосуды» энергосистемы. Они могут пролегать как стационарно (в земле, по эстакадам, в шахтных выработках), так и временно – например, перемещающиеся кабели для передвижных механизмов. В суровых условиях применяются особые марки кабелей: с изоляцией из спитого полиэтилена или резины, сохраняющей эластичность при отрицательных температурах, с усиленной оболочкой из морозостойкого ПВХ или полиуретана. Для открытой прокладки часто используют кабели с броней (стальной лентой или проволокой) – это защищает их от механических повреждений, в том числе удара от падающей породы или наезда техникой. В шахтах обязательны кабели с невоспламеняющейся изоляцией и пониженным дымо- и газовыделением (индекс *нг(LS)*), чтобы в случае пожара не выделялось удушающих газов. Также в подземных выработках востребованы *самозатухающие кабели* – они локализуют горение. Температурный диапазон кабелей подбирается под климат: арктические кабели рассчитаны на прокладку и эксплуатацию при -50°C и ниже без растрескивания оболочки.

Отдельный класс – гибкие кабели питания передвижных машин (шахтных комбайнов, буровых установок, насосов): они многожильные, с резиновой изоляцией, часто плоские или с усиленным несущим тросом, чтобы



В условиях добычи к системам освещения

предъявляются повышенные требования по прочности

и безопасности

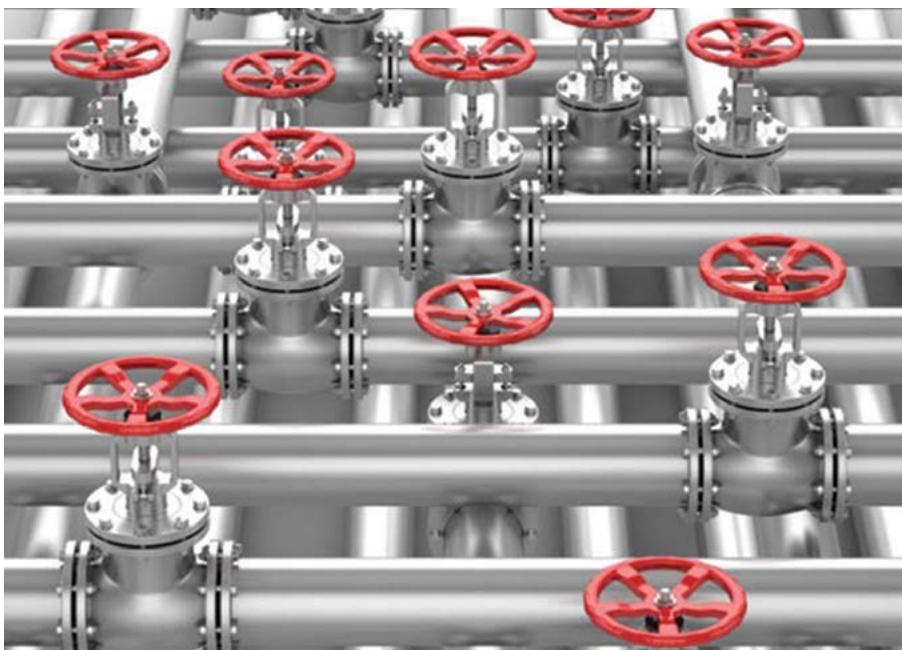
выдерживать постоянное перемещение, сматывание и наматывание на барабан. Такие кабели должны быть очень прочными и гибкими, а их наружная оболочка – стойкой к истиранию и порезам. Пример – кабели типа КГЭШ (кабель гибкий экранированный шахтный) или иностранные аналоги, которые теперь тоже заменяются отечественными. Для нефтяных скважин применяются специфические *кабельные линии погружных насосов* – они опускаются вместе с насосом на километровую глубину в агрессивной среде (нефть, соленая вода, высокая температура). Их конструкция – сплав инженерии и химии: термостойкая изоляция (фторопласт, этилпропилен), металлокоруф или броня, герметичные соединения. Российские кабельные заводы (например, «Севкабель», «Полдъскабель» и др.) наладили выпуск линеек кабельной продукции для нужд ТЭК с учетом импортозамещения, хотя сырье (специальные пластикаты, резины) частично пока импортируется.

Освещение и электроарматура. В условиях добычи к системам освещения предъявляются повышенные требования по прочности и безопасности. В шахтах и на буровых должны использоваться *взрывобезопасные светильники* (Ex d или Ex i) – это герметичные корпуса с толстостенными стеклами и искробезопасными цепями питания. Традиционные рудничные светильники (например, РВЛ, РВО – рудничный взрывобезопасный светильник) оснащаются кабелевводами с уплотнением, чтобы метан не проникал внутрь. В последние годы произошел переход от ламп накаливания и ртутных ламп к LED-светильникам. Светодиодные светильники гораздо более энергоэффективны (экономия электроэнергии 50–70%), служат дольше (ресурс 50–100 тыс. часов против 1–2 тыс. у ламп накаливания) и главное – лучше работают на морозе. Светодиоды практически не теряют яркости при отрицательных температурах, в отличие от люминесцентных ламп. Поэтому для Крайнего Севера LED – оптимальный выбор. Более того, LED позволяют создавать светильники с напряжением питания

12–36 В (через преобразователи), что повышает безопасность во влажных шахтах. В карьерах и на месторождениях применяют мощные прожекторы в пылевлагозащищенных корпусах, выдерживающих метель, пыльные бури, налипание грязи. Осветительные мачты на нефтегазовых месторождениях делаются складными или телескопическими для удобства обслуживания при сильном ветре. Распределительная

арматура (разъемы, клеммные коробки, выключатели) – также во взрывозащищенном исполнении и из материалов, не дающих искр при ударе (бронза, пластик). Дополнительно для северных объектов выпускаются светильники с обогревом драйвера и стекла, чтобы не образовывался лед.

Системы автоматизации, дистанционного управления и связи. Тяжелые условия труда и дефицит кадров стимулируют все больше автоматизировать процессы в добыче. Современные горнодобывающие предприятия внедряют АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами), позволяющие контролировать работу оборудования из диспетчерского центра, а иногда и из удаленного офиса за тысячи километров. Для этого требуются надежные промышленные контроллеры, датчики





и связь, способные функционировать в суровой среде. Российские производители приборов (например, НПП «РИЭЛТА», «Спецприбор» и др.) разрабатывают линейки датчиков для взрывоопасных зон: газоанализаторы метана, датчики температуры, давления, вибрации с искробезопасными цепями. Через них реализуется предиктивная диагностика: по изменением вибрации или тока можно заранее выявить износ подшипника двигателя или перегрузку насоса и спланировать ремонт без аварии. Сети связи на удаленных промыслах зачастую беспроводные – Wi-Fi в промышленных частотах, радиорелейные линии или даже спутниковые каналы. К ним тоже требования: радиосредства должны иметь дальность и помехоустойчивость, работать при холода, а базовые станции – питаться от резервных источников. Сегодня на многих новых месторождениях (особенно газовых) создаются интегрированные системы: цифровое месторождение, объединяющее АСУТП, систему безопасности, энергетические установки и связь. Например, на Чаяндинском нефтегазовом месторождении в Якутии, одном из ключевых объектов «Газпрома» в Восточной Сибири, развернуты современные системы частотного регулирования приводов ABS-Drive для автоматизации технологических процессов. Это месторождение, работающее в условиях вечной мерзлоты, стало ресурсной базой для проекта «Арктик СПГ-2» и наглядно демонстрирует эффективную работу отечественного электрооборудования в экстремальном климате. Также все большую роль начинают играть технологии удаленного присутствия: системы видеомониторинга HD-качества в шахтах, позволяющие инженерам наблюдать за оборудованием, роботы и дроны для инспекции труднодоступных объектов (например, осмотра ЛЭП в тундре или шахтных стволов без спуска человека). Для их интеграции электрооборудование (тот же выключатель или насос) комплектуется интеллектуальными модулями – датчиками, контроллерами с поддержкой протоколов передачи данных (MODBUS, Profibus, отечественные аналоги).

Таким образом, по каждому направлению – от силовой части до вспомогательных систем – применяются специальные технические решения, обеспечивающие работоспособность оборудования там, где природа ставит наибольшие препятствия. В таблице 1 обобщены некоторые из рассматриваемых особенностей проектирования применительно к характерным условиям.

Ситуация с производителями: локализация и импортозависимость

Еще десять лет назад российский рынок электротехнического оборудования для добывающих отраслей был существенно зависим от импорта. Большая доля трансформаторов, высоковольтных выключателей, систем автоматики, приводной техники поступала от международных концернов. Однако целенаправленная политика импортозамещения, особенно активизированная с 2014 года, постепенно изменяет эту картину. К 2023 году производство **электрического оборудования в России** достигло 2,1 трлн рублей в денежном выражении, что говорит о росте внутреннего выпуска даже в условиях санкций. По заявлению Минпромторга, доля отечественного оборудования в целом по топливно-энергетическому

комплексу (ТЭК) уже превышает 70% и должна достичь 90% к 2030 г. В нефтегазовом секторе, как отмечалось, локализация выросла до ~65% в 2023 г. с целью 80% к 2025 г. Этот прогресс стал возможен благодаря объединению усилий государства, научных институтов и бизнеса. Стартовал национальный проект «Новые атомные и энергетические технологии», поддерживающий НИОКР и кооперацию между инжиниринговыми компаниями, конструкторскими бюро, вузами и промышленными предприятиями.

Тем не менее импортозависимость сохраняется в ряде узких сегментов. Например, сложные электронные компоненты (микроконтроллеры, IGBT-модули для силовых преобразователей), датчики и приборная база частично закупаются за рубежом. Поставки из дружественных стран (Китай, Турция, Казахстан и др.) позволяют временно восполнить дефицит, но возникают риски вторичных санкций

и роста цен. Эксперты отмечают, что крупные компании добывающего сектора предпочитают стабильные долгосрочные отношения с поставщиками, а китайские бренды, хотя и пришли на рынок, могут попасть под внешние ограничения. Поэтому оптимальной стратегией считается опора на локальных производителей с компетенциями и опытом.

На сегодняшний день в России действует ряд крупнейших электротехнических компаний, ориентированных на ТЭК. Среди них: группа «АБС Электроп» – многопрофильный холдинг, выпускающий силовое оборудование (приводы, системы релейной защиты и автоматики, распределительные устройства) и реализующий комплексные проекты для нефтегаза и энергетики; компания «Таврида Электрик» – известна своими вакуумными выключателями и системами распределения, которые могут применяться и в добывающих отраслях (например,

Таблица 1. Примеры условий эксплуатации и инженерных решений для электрооборудования добывающей отрасли

Условия и факторы	Примеры отраслей/регионов	Инженерные решения и исполнение
Экстремальный холод (до -60°C) и перепады температур	Арктика (Ямал, Гыдан), Восточная Сибирь, Якутия, высокогорные рудники	Климатическое исполнение УХЛ/О; обогрев шкафов и двигателей; утепленные контейнеры подстанций; морозостойкие кабели и смазки; использование светодиодного освещения (работает при -50°C)
Взрывоопасная среда (метан, горючая пыль)	Подземные угольные шахты (Кузбасс, Воркута), нефтегазовые месторождения (Оренбургское, Западная Сибирь)	Взрывозащищенное исполнение Ex d, Ex i для всего электрооборудования; искробезопасные цепи управления; герметичные светильники РВ Ex; шахтные трансформаторы во взрывобезопасных кожухах; пылеуловители и вентиляция для снижения концентрации пыли
Пыль, грязь, влажность (абразивная или токопроводящая пыль, вода, соль)	Открытые разрезы (например, угольные разрезы в Хакасии), обогатительные фабрики, соляные шахты (Соль-Илецк)	Высокая степень защиты корпусов IP65–IP67; изоляция оборудования от окружающей среды (шкафы в гермозонах); систематическое очищение фильтров охлаждения; антикоррозийные покрытия (цинкование, порошковая краска) на шкафах и кабельных лотках; применение конвейерных мотор-редукторов с лабиринтными уплотнениями от пыли
Удаленность, отсутствие энергосетей (автономная работа)	Ямальские месторождения, Elga (Якутия), золоторудные прииски Чукотки	Автономные источники энергии (дизель- и газогенераторы, мини-ГЭС, ветродизельные комплексы); резервные ИБП и энергонакопители для критичных узлов; дистанционный мониторинг оборудования через спутниковую связь; модульные энергетические центры на базе ЖК контейнеров; повышенный запас прочности и ресурсов оборудования (увеличенные межсервисные интервалы)
Большие нагрузки и непрерывный цикл (24/7 работа)	Обогатительные комбинаты, металлургические рудники (Магнитогорский, Лебединский ГОК)	Использование электродвигателей и выключателей повышенного ресурса (класс Н по изоляции, усиленные подшипники); системы охлаждения масла трансформаторов с запасом по мощности; применение частотного регулирования для плавности и снижения ударных нагрузок; дублирование критических элементов (резервный насос, второй ввод питания) на случай отказа; онлайн-системы диагностики температуры, вибрации и др. параметров узлов

для месторождений применяются их реклоузеры и RZA); «Русэлпром» – отечественный производитель электродвигателей большого диапазона мощностей, их продукция (асинхронные и синхронные двигатели) ставится на насосы, дробилки, компрессоры в горнодобывающей промышленности; «Сибэлектротерм», «Уралэлектротяжмаш» и ряд других – поставляют трансформаторы, буровые электроприводы и прочее оборудование для шахт и буровых установок. В сегменте кабельной продукции действуют «Севкабель», «НПК «Спецкабель», «Электрокабель» (Кольчугинский завод) и др., осваивающие выпуск кабелей специального назначения (для шахт, для погружных насосов, для арктического климата). Отдельно стоит упомянуть производителей взрывозащищенного оборудования и компонентов: НПП

За последние годы в России выполнен ряд проектов по электроснабжению и автоматизации удаленных месторождений

«РИЭЛТА», «Спецприбор-комплект» (датчики, системы безопасности), «Корпорация ВНИИЭлектрон», «Электроаппарат» (шкафы, корпусные изделия Ex d), а также предприятия, создающие светотехнику (например, «Светлана-Оптоэлектроника» освоила взрывозащищенные LED-светильники).

Кроме российских фирм, на рынке продолжают работать и зарубежные поставщики из дружественных стран. Активно расширяет присутствие в тяжелой промышленности китайский концерн CHINT. В марте 2025 года CHINT представил на выставке «Нефтегаз-2025» линейку новых продуктов – автоматические выключатели, контакторы, преобразователи частоты – специально ориентированные на нефтегазовый сектор и тяжелую промышленность России. По заявлению компании, их оборудование адаптировано к российским стандартам и может использоваться при высоких нагрузках в сложных условиях. Маркетинговая стратегия подразумевает, что такие решения помогут закрыть потребности отрасли, возникшие при уходе западных брендов, а также будут способствовать целям импортозамещения и технологического суверенитета.

Российское правительство стимулирует локальное производство также через механизмы поддержки: субсидии на НИОКР, включение новых продуктов в реестр отечественной промышленной продукции (что дает преференции при госзакупках), льготное кредитование инвестиционных проектов. Например, разработанные ВНИИР устройства РЗА и приводы были включены Минпромторгом в реестр РФ как полностью отечественные. В Ханты-Мансийском округе (Югра) создаются индустриальные парки нефтегазового машиностроения – уже открыто 13 предприятий, локализующих оборудование для добычи. Всё это позволяет рассчитывать, что доля импортных решений в электрооснащении добывающих отраслей будет и дальше сокращаться, а критические узлы – трансформаторы, высоковольтные приводы, системы автоматизации – обретут российских производителей или совместных производств на территории РФ.

Однако предстоит преодолеть и внутренние проблемы – кооперацию и стандартизацию. Необходимо, чтобы новые отечественные компоненты разных производителей безупречно сочетались друг с другом в системах. Для этого разрабатываются единые стандарты (например, на протоколы связи



и совместимости), ведется унификация требований. Идет активное обучение кадров: ввиду оттока специалистов из регионов и нехватки инженеров по электротехнике, компании совместно с вузами открывают целевые программы подготовки кадров под задачи ТЭК. Кадровое обеспечение – тоже часть технологической независимости.

Примеры проектов, реализованных в тяжелых условиях

За последние годы в России выполнены ряд проектов по электроснабжению и автоматизации удаленных месторождений, которые демонстрируют современные подходы и решения.

• **Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (Якутия).** Это один из крупнейших газовых проектов ПАО «Газпром» в Восточной Сибири – основная сырьевая база для магистрального газопровода «Сила Сибири». Месторождение расположено в районе с экстремальным климатом (зимой ниже -50°C , вечная мерзлота). На Чаянде внедрены отечественные системы электроприводов ABS-Drive для компрессорных станций и насосных установок. Частотно-регулируемые приводы в сочетании с автоматизированной системой управления позволяют плавно запускать и останавливать агрегаты, экономить электроэнергию и дистанционно контролировать их работу. Данное решение от группы «АБС Электро» успешно работает в поле, доказывая надежность российских технологий в условиях Крайнего Севера. Опыт Чаянды также важен тем, что он показал возможность интеграции оборудования российских производителей в масштабный проект мирового уровня.

• **Проект «Арктик СПГ-2» (полуостров Гыдан, ЯНАО).** Это новый второй завод сжиженного природного газа компании «Новатэк» на арктическом побережье. Район отличается сочетанием низких температур, сильных ветров и отсутствием наземных путей сообщения (доставка грузов – только морем летом или зимниками зимой). Для энергоснабжения проекта строятся газотурбинные электростанции, работающие на местном газе. В электрооборудовании «Арктик СПГ-2» задействовано множество решений российского производства: от трансформаторов и распределительных устройств (поставщики – «Транснефть Электрические Системы», «Электроаппарат») до систем автоматики и управления процессами СПГ. Особенностью проекта стала модульность: завод строится из больших гравитаци-

онных оснований (GBS), на которых заранее смонтированы все коммуникации и электрика, включая взрывозащищенное оборудование. Это требовало высочайшего качества сборки в заводских условиях и тщательной адаптации к морскому климату. Проект «Арктик СПГ-2» позиционируется как витрина возможностей локального инжиниринга для Арктики.

• **Эльгинский угольный комплекс (Якутия).** Эльгинское месторождение – одно из крупнейших в мире месторождений коксующегося угля, осваиваемое компанией «ЭльгаУголь». Оно находится в южной Якутии, в труднодоступном районе (раньше доставка шла только по сезонной дороге). Для питания горно-обогатительного комбината и вахтового поселка было принято решение о строительстве собственной энергостанции. В 2022–2024 гг. там

введены в строй несколько газопоршневых электростанций общей мощностью десятки МВт, работающих на привозном СПГ, а также возведена ЛЭП-220 к внешней системе. Электротехническое оснащение Эльги включает современные блочно-модульные подстанции 110/35/6 кВ со всем оборудованием российского производства (силовые трансформаторы, элегазовые выключатели 110 кВ производства Электрозвода, комплектные распределительные устройства 6–35 кВ от «Таврида Электрик», системы РЗА «ЧЭАЗ» и т.п.). Эти подстанции размещены в укрытиях с поддержанием температурного режима, что гарантирует стабильность питания даже при -50°C зимой. Проект продемонстрировал возможности по электрификации крупного удаленного ГОКа в сжатые сроки с опорой на РФ-поставщиков.





• **Кузбасс: модернизация угольных шахт.** В Кемеровской области (Кузбасс) – сердце угледобычи – в последние годы реализован ряд проектов технического перевооружения шахт с упором на безопасность и автоматизацию. Например, на шахте АО «СУЭК-Кузбасс» была внедрена интегрированная система управления проветриванием: частотно-регулируемые приводы вентиляторов главного проветривания отечественного производства позволяют гибко менять режимы вентиляции, экономя электроэнергию и обеспечивая оптимальный состав рудничной атмосферы. Также на ряде шахт компанией «Электротяжмаш-Привод» (г. Лысьва) установлены новые взрывозащищенные поверхностные подстанции 6 кВ для питания очистных комбайнов – они имеют улучшенную систему мониторинга температуры и давления внутри, что исключает возможность перегрева или искрения. Другая тенденция в Кузбассе – применение систем позиционирования и связи под землей (так называемый цифровой шахтер): в штреках монтируется устойчивая к взрывам сеть Wi-Fi, что требует специальных взрывозащищенных точек доступа и коммутаторов (их поставляют отечественные фирмы совместно с МГТУ им. Баумана). Это позволяет отслеживать местоположение людей и техники, передавать данные с датчиков метана и температуры прямо на планшеты горноспасателей и диспетчеров. Такие проекты pilotно выполнены, например, на шахте им. С.Д. Тихова. Вся новая электроника в них – в гермокожухах и с питанием через искробезопасные барьеры.

• **Дальний Восток: месторождения золота и редкоземельных металлов.** В Амурской области реализуется проект освоения Баймского месторождения золота и меди (ООО «Баймская Руда»). Объект расположен в районе с автономным энергоснабжением, поэтому было заключено соглашение с «РусГидро» о строительстве рядом небольшой плавающей атомной электростанции малой мощности к 2028 году. Пока же используется комбинированная схема: ветрогенераторы, ДЭС и накопители. Для распределения электроэнергии на карьере смонтированы воздушные линии 35 кВ на опорах, спроектированных с учетом сейсмической активности и обледенения (применены композитные траверсы и провода с увеличенным сечением для снижения эффекта гололеда). Все энергетическое оборудование – в исполнении для сейсмоопасных районов (до 8 баллов) и в климатическом исполнении О, т.е. выдерживает от -60°C

зимой до +40 °С летом. Это один из примеров «умного» энергоснабжения месторождения с высокой долей автоматизации: система управления генерирующими установками сама балансирует нагрузку, включая и отключая дизели в зависимости от ветра и потребления, тем самым оптимизируя расход топлива. Подобные пилотные проекты закладывают основу для будущего энергоснабжения удаленных рудников без участия человека.

Эти примеры демонстрируют, как разнообразны задачи, стоящие перед электроинженерами в добывающих отраслях, и как они решаются на практике. От арктического газа до сибирского угля и дальневосточного золота – везде применяются адаптированные технологии: будь то приводы с российской элементной базой на Ямале или гибридные энергосистемы с возобновляемой энергетикой в тундре.

Прогноз развития спроса и технологий на ближайшие один-три года

В краткосрочной перспективе (2025–2027 гг.) ожидается сохранение высокой инвестиционной активности в добывающем секторе, что будет стимулировать спрос на электротехническое оборудование. Продолжается реализация крупных проектов в Арктике, Восточной Сибири, на Дальнем Востоке – а значит, потребуется больше подстанций, кабелей, электродвигателей, систем автоматики для новых месторождений. По прогнозам, спрос на современные системы электроснабжения в нефтегазовой сфере России продолжит расти на фоне развития новых месторождений и наращивания переработки сырья. Аналогичная динамика ожидается и в горнорудной отрасли: планируемое увеличение добычи металлов (для обеспечения программ промышленного развития и экспорта) потребует модернизации энергохозяйства рудников и ГОКов.

Импортозамещение за ближайшие три года должно перейти от стадии «аварльной» адаптации (когда заменились ушедшие западные продукты) к этапу опережающего развития. Государственные планы предусматривают к 2025 году достичь ~80% уровня технологической независимости в нефтегазовом машиностроении. Это подразумевает появление на рынке широкого спектра новых отечественных продуктов: от взрывозащищенных частотных преобразователей среднего напряжения до систем мониторинга на базе отечественных микро-

процессоров. Уже в 2024–2025 гг. ряд таких разработок выходит из стадии опытных образцов: например, контроллеры телемеханики и устройства релейной защиты 6–35 кВ с российскими микропроцессорами, разрабатываемые ОАО «ВНИИР», ожидаются к внедрению. Их появление позволит заменить импортные Schneider, GE, Siemens в системах управления сетями на месторождениях. Аналогично, на повестке – освоение производства газоизолированных комплектных распределительных устройств (ГЭКРУ) для 110–220 кВ, востребованных на компактных промышленных площадках Севера (сейчас такие поставляют в основном азиатские компании). Если эти планы реализуются, то через три года добывающие компании будут значительно меньше зависеть от импорта критичных компонентов.

Технологические тренды также определят лицо отрасли. Прежде всего, это дальнейшая цифровизация и автоматизация. Элементы искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения начнут внедряться для обработки больших данных, поступающих от датчиков оборудования. Это позволит еще точнее предсказывать отказ техники, оптимизировать энергопотребление, автоматически регулировать параметры работы в режиме реального времени. Уже сейчас на отраслевых конференциях (например, «ИИПром-2025» в апреле 2025 г.) отмечается практическое применение AI-технологий в промышленности, и добыча – не исключение. Можно ожидать появления «умных шахт» и «умных месторождений», где значительная часть операций контролируется автоматикой при минимальном присутствии людей в опасной зоне.



Для этого будут активно использовать-
ся промышленные IoT-платформы отеч-
ественной разработки, защищенные от
несанкционированного доступа.

Продолжится тренд на повышение
энергоэффективности и экологичности.
В рамках национальных целей по
снижению углеродного следа, добывающие
компании будут стремиться внедрять
энергосберегающие технологии.
Это даст импульс рынку высокоэф-
фективных электродвигателей, систем
рекуперации энергии (например, воз-
врат энергии торможения на подъеме
вагонеток или конвейеров), комплекс-
ных решений по управлению нагруз-
кой. Некоторые предприятия ТЭК уже
экспериментируют с **возобновляемыми**
источниками энергии для энергоснаб-
жения вахтовых поселков и вспомога-
тельных объектов – в ближайшие годы
такие пилоты могут масштабироваться,
если подтвердят экономическую
целесообразность. Например, на одной
из арктических баз была опробована

Перспективы отрасли электротехники

для добывающей промышленности

на ближайшие годы выглядят позитивно

гибридная ветродизельная установка, и если результаты окажутся успешными, аналогичные системы могут появиться на удаленных месторождениях, сокращая расход топлива.

Важный фактор – государственная поддержка и регулирование. Ожидается дальнейшее расширение мер стимулирования: продление программ льготного лизинга и кредитования для покупки отечественного электротехоборудования, ужесточение требований по локализа-

ции в крупных проектах (требование определенного процента отечественных комплектующих для получения доступа к госфинансированию). Реализация нацпроекта «Новые технологии» даст толчок кооперационным R&D – результаты начнут воплощаться в новых образцах оборудования к 2026–2027 гг. Если запланированное финансирование в 140 млрд руб. будет эффективно использовано, через три года можно ожидать появления до сотни новых продуктов для ТЭК.

Наконец, конкуренция на рынке будет усиливаться. Российские игроки, нарастав объемы, станут бороться за качество и инновативность, чтобы не уступить место азиатским импортерам. Пользователи (нефтегазовые и горные компании) по-прежнему будут выбирать лучшее соотношение цены и надежности. Здесь вызов для отечественных производителей: убедить потребителя, что российское оборудование не хуже, а по некоторым параметрам лучше зарубежных аналогов. Пока что, по отзывам специалистов, потребители нередко склоняются к более дешевым китайским аналогам даже при наличии доступной российской продукции. Однако ситуация может измениться, если локальные фирмы предложат более высокий уровень сервиса и адаптации под нужды конкретных проектов.

В целом перспективы отрасли электротехники для добывающей промышленности на ближайшие годы выглядят позитивно. Объемы поставок будут расти вместе с развитием самого добывающего сектора и модернизацией инфраструктуры. Технологическое обновление – автоматизация, цифровые решения, энергоэффективность – станет основным драйвером спроса. Российские производители, подкрепленные господдержкой, займут все более прочные позиции, снижая зависимость от импорта и обеспечивая оборудование, оптимально приспособленное к реалиям эксплуатации, – будь то шахта в Кузбассе или газовая станция на Ямале. Это значит, что электротехнический комплекс сможет надежно обслуживать потребности ТЭК, отвечая на любые внешние и внутренние вызовы экспрессивно и оперативно.



Технология Smart Grid: суть и внедрение в России в 2025 году

■ Илья Клиничев

Суть и основные принципы Smart Grid («умных» сетей)

Smart Grid («умные» сети) – это модернизированная электроэнергетическая сеть, в которой применяются цифровые технологии и системы связи для сбора и анализа данных об энергоснабжении и потреблении. В традиционной энергосистеме управление потоками энергии происходит в основном вручную и односторонне (от электростанций к потребителям). Smart Grid же обеспечивает двусторонний обмен информацией и энергией между поставщиками и потребителями. Это достигается за счет широкого внедрения датчиков, средств автоматизации и информационных систем по всей энергосети – от генерирующих мощностей и подстанций до линий электропередачи и конечных потребителей.

Основная архитектура Smart Grid включает несколько ключевых уровней:

- **Уровень генерации и передачи:** интеграция разных источников энергии, в том числе возобновляемых, с возможностью автоматического регулирования генерации и потоков мощности. Применяются интеллектуальные устройства на высоковольтных подстанциях (например, цифровые реле защиты и системы мониторинга) для повышения надежности передачи энергии.

- **Уровень распределения:** цифровые распределительные сети с автоматическими устройствами управления (разъединителями, реклоузерами) и датчиками по линиям 6–10–35 кВ. Это позволяет в реальном времени отслеживать состояние сети, быстро локализовать повреждения и самовосстанавливаться за счет автоматического переключения схем питания при авариях. Создаются *центры управления сетями* (ЦУС), куда стекается информация со всех участков и откуда диспетчеры могут дистанционно управлять оборудованием.

- **Уровень потребления:** интеллектуальные счетчики у конечных потребителей, которые автоматически передают показания и позволяют внедрять многосторонний учет, дистанционное подключе-

ние/отключение, выявление хищений электроэнергии и т.д. Потребители также могут получать информацию о своем энергопотреблении в реальном времени и участвовать в управлении спросом, экономя средства за счет перераспределения нагрузки.

Все эти компоненты объединяются единой информационно-коммуникационной инфраструктурой. Фактически, Smart Grid – это слияние энергетической сети с элементами интернета (интернет энергии или Energy Internet): на каждой точке сети стоят контроллеры и датчики (элементы *интернета вещей*, IoT), данные от которых по защищенным каналам связи поступают в центры обработки. Специальное программное обеспечение, системы диспетчеризации и даже элементы искусственного интеллекта (AI) анализируют потоки данных и помогают операторам оптимизировать работу энергосистемы в режиме реального времени.

Ключевые свойства Smart Grid:

- **Надежность и самовосстановление** – сеть способна автоматически обнаруживать аварийные ситуации и мгновенно реагировать, переключая

питание по резервным линиям. Это резко сокращает время отключений для потребителей до минут.

- **Повышенная эффективность и снижение потерь** – за счет точного учета и оптимизации режимов работы уменьшаются технические потери энергии. Для сравнения, средние потери в российских сетях сейчас составляют около 10% от переданной энергии (в оптимуме этот показатель должен быть 3–5%). Внедрение «умных» технологий позволяет приблизиться к оптимуму. Например, за счет Smart Grid-решений в Уфе потери электроэнергии снизились вдвое (с ~16–17% до ~8%).

- **Интеграция распределенной генерации и ВИЭ** – «умная» сеть лучше приспособлена к подключению большого числа новых источников энергии (солнечных, ветряных электростанций, микрогенерации) без угроз устойчивости работы. Smart Grid координирует работу децентрализованных источников и способствует их эффективному включению в общий баланс.

- **Гибкость для новых нагрузок** – технология Smart Grid готовит инфраструктуру к массовому появлению *новых типов потребителей*,



например, зарядных станций для электротранспорта. Рост парка электромобилей потребует гибкого управления нагрузкой, развертывания зарядной инфраструктуры в городах и вдоль трасс – «умные» сети способны адаптироваться к этим требованиям.

• **Экологичность** – более эффективное управление снижает необходимость избыточной генерации, сокращает неучтенные потери и тем самым уменьшает выбросы парниковых газов. Реальный пример: в Уфе благодаря снижению потерь на 550 тыс. тонн CO_2 ежегодно уменьшились выбросы от генерации.

Таким образом, Smart Grid можно представить как «энергосистему XXI века»: взаимодействующую, интеллектуальную, устойчивую к сбоям и экономически эффективную. Рассмотрим, какие конкретные

решения и проекты Smart Grid реализуются в России по состоянию на 2025 год.

Ключевые технические решения Smart Grid в России в 2025 году

В российской электроэнергетике концепция Smart Grid реализуется через ряд направлений технологической модернизации. Рассмотрим основные из них, которые в 2025 году активно внедряются в инфраструктуре страны.

Цифровые подстанции и высокоавтоматизированные объекты

Цифровая подстанция – один из краеугольных компонентов Smart Grid. Это подстанция нового поколе-

ния, на которой все основные процессы управления и защиты переведены на цифровые технологии. Отличительные черты цифровой подстанции:

- Применение современных микропроцессорных устройств РЗА (релейной защиты и автоматики) и АСУ ТП с поддержкой стандарта IEC61850. Этот мировой стандарт позволяет унифицировать цифровой обмен данными между устройствами подстанции (реле, измерительные преобразователи, контроллеры) по высокоскоростной сети Ethernet.

- Использование электронных измерительных приборов вместо традиционных электромеханических. Например, на первой российской цифровой подстанции 500 кВ «Тобол» (введена ФСК ЕЭС в Тюменской области) установлены оптические трансформаторы тока и емкостные делители напряжения. Они передают оцифрованные сигналы измерений напрямую в систему управления подстанции.

- **Минимизация аналоговых соединений:** исчезают многочисленные медные кабели между шкафами, вместо них данные передаются в цифре (протоколы IEC61850, сообщения GOOSE и т.п.), а традиционные «сухие контакты» релейных схем заменены на программно-конфигурируемые логические связи.

- **Удаленное управление:** цифровая подстанция проектируется для полного дистанционного мониторинга и телеуправления ключевым оборудованием. Система сбора данных в реальном времени передает информацию диспетчерам, позволяя централизованно управлять выключателями, секционными разъединителями и пр.

В России программа внедрения цифровых подстанций ведется как на уровне распределительных сетей (35–110 кВ), так и на магистральном уровне (220–500 кВ). Так, уже в 2018 году была запущена первая цифровая подстанция сверхвысокого класса напряжения – 500 кВ «Тобол» в Западной Сибири для энергоснабжения комплекса «ЗапСибНефтехим». На ней около 80% оборудования – российского производства, и она стала пилотной площадкой для отработки цифровых технологий на уровне ФСК ЕЭС (магистральных сетей).

На распределительном уровне примеры также многочисленны. Первая цифровая подстанция 110 кВ в распределительной сети была введена в 2018 году компанией «Россети Московский регион» – ПС 110/20 кВ «Медведевская» (в Московской области). С тех пор количество таких объектов растет. Группа «Россети»



Интеллектуальные счетчики – один из самых заметных для потребителей элементов Smart Grid

(основной оператор электросетей РФ) в рамках программы цифровой трансформации модернизирует существующие узловые подстанции, оснащая их цифровыми системами управления. *По итогам 2019 года в группе «Россети» уже работало 19 цифровых подстанций классов 35–220 кВ, а к 2023 году число таких высокоавтоматизированных подстанций еще увеличилось.*

Безлюдные подстанции. Отдельно стоит отметить тенденцию к полной автоматизации подстанций, когда на объекте не требуется постоянный дежурный персонал. В мае 2025 года в Республике Башкортостан введена в эксплуатацию первая такая автоматизированная цифровая подстанция 110 кВ «Мирная» – объект компании «Башнефть» (нефтяной холдинг). Она снабжает энергией нефтедобывающие объекты (сотни скважин и промышленные установки) и функционирует без обслуживающего персонала на месте. Все операции контролируются дистанционно из регионального диспетчерского центра, а оборудование подстанции произведено в России. Благодаря автоматизации операционные затраты снижены более чем на 40%, поскольку отпала необходимость содержания персонала и оптимизированы технические процессы. Этот пример демонстрирует возможности Smart Grid-технологий в повышении эффективности эксплуатации сетевых объектов.

Интеллектуальные системы учета электроэнергии (smart metering)

Интеллектуальные счетчики – один из самых заметных для потребителей элементов Smart Grid. Они заменяют традиционные электросчетчики и обладают встроенным модулем связи и вычислителем. В России переход на «умные» счетчики закреплен законодательно: с января 2022 года энергетические компании обязаны устанавливать

только счетчики нового поколения. Такие приборы автоматизированно передают показания в энергосбытовые и сетевые организации, а также способны фиксировать аномальные ситуации (скачки напряжения, попытки несанкционированного вмешательства) и даже удаленно ограничивать потребление у неплатильщиков. Подключе-

ние нового счетчика сопровождается интеграцией его в интеллектуальную систему учета (ИСУ), о чем потребителю поступает уведомление.

Масштабы внедрения. За последние годы количество установленных интеллектуальных приборов учета в РФ стремительно растет. По данным аналитического агентства Onside, на конец 2024 года в России было установлено около 13 млн «умных» счетчиков различных ресурсов. Рост за 2024 год составил ~21% – главным образом благодаря программе замены электрических счетчиков. Всего же из ~186,9 млн счетчиков (электричество, вода, тепло, газ) в стране около 7% уже являются интеллектуальными.

Лидером по развертыванию ИПУ (интеллектуальных приборов учета) ожидаемо выступает группа «Россети», на балансе которой находятся распределительные сети большин-



ства регионов. «Россети» на конец 2024 года установили более 7 млн интеллектуальных приборов учета – это порядка 65% от всей базы подключенных электросчетчиков нового поколения. В среднем по стране доля «умных» счетчиков в электроэнергетике достигла ~12% от всех установленных электросчетчиков к 2024 году. Примечательно, что столь быстрое наращивание стало возможным благодаря локализации производства: российские заводы счетчиков (например, ООО «Завод НАРТИС») к 2024 г. полностью покрывают потребности рынка, причем крупнейший производитель занял более четверти рынка интеллектуальных счетчиков.

Возможности и преимущества. Переход на сплошной интеллектуальный учет электричества дает сразу несколько эффектов:

- Поставщики и сетевые компании получают точные и своевременные данные о потреблении, что сокращает коммерческие потери (несанкционированные подключения, ошибки учета). Выявление случаев хищения энергии упрощается, так как «умные» счетчики сигнализируют о фактах вмешательства или нетипичного потребления в систему мониторинга.

- Потребители получают прозрачность расчетов и могут оптимизировать свое энергопотребление. Например, вкупе с многотарифными планами «умные» счетчики позволяют автоматически учитывать электроэнергию по разным зонам суток, стимулируя перенос части нагрузки наочные часы (что выравнивает суточный график нагрузки всей системы).

- Сетевые организации могут удаленно управлять отключениями/подключениями потребителей, что снижает

расходы на выезды персонала. Также дистанционно отслеживается качество напряжения у потребителей, что важно для раннего обнаружения проблем в распределительной сети.

- Интеллектуальный учет – база для автоматизированного управления спросом. В перспективе, получая данные в режиме онлайн, энергосистема может гибче реагировать на пиковые нагрузки, предлагая потребителям (особенно промышленным) участие в программах Demand Response (например, отключать часть нагрузки на время пиков за вознаграждение).

По оценке экспертов, программа 100%-ного оснащения потребителей «умными» электросчетчиками к 2030 году в России идет по графику. К 2025 году уже выполнена значительная часть работ, и доля точек учета, интегрированных в интеллектуальные системы, будет возрастать – по планам «Россетей», с ~22,5% в 2023 г. до ~41% к 2027 г. Это создает фундамент для дальнейшей цифровизации сетей.

Отметим, что в смежных областях – вода, газ, тепло – интеллектуальные счетчики пока не получили такого же распространения. В отличие от электричества, их применение законодательно не обязательно в России, поэтому проекты «умного» учета коммунальных ресурсов находятся на ранних этапах или реализуются точечно (например, pilotные проекты «умных» городов). Тем не менее концепция Smart Grid охватывает и мультикоммунальные системы, поэтому в будущем можно ожидать более широкого внедрения интеллектуального учета во всех сферах ЖКХ.

Автоматизация распределительных сетей и центры управления

Автоматизация на уровне распределительных сетей 6–10–35 кВ – ключевое условие создания Smart Grid, позволяющее сетям динамически реагировать на изменения. В российских электросетевых компаниях реализуются следующие решения:

- **Комплексная автоматизация РЭС (районов электрических сетей).** Это включает установку телемеханизированных выключателей и разъединителей на фидерных линиях, секционирующих пунктов, автоматизированных трансформаторных пунктов. Например, «Россети Центр» в 2019–2020 гг. оснастили 6–10 кВ сети 20 регионов современными средствами автоматики и создали девять цифровых РЭС – полностью оборудованных по новым стандартам районов



сети. Одновременно были построены единые центры управления сетями (ЕЦУС) во всех филиалах – диспетчерские пункты нового типа, соединенные цифровыми каналами связи и современными информационными системами. Это позволило перейти к мониторингу состояния сетевых объектов онлайн и телекомандному управлению коммутационными аппаратами на распределительных сетях.

- **Системы мониторинга и анализа параметров.** Внедряются программные комплексы для энерго-мониторинга – сбора данных о нагрузке, напряжении, качестве электроэнергии на каждом участке сети. Например, в ряде филиалов «Россетей» реализована интегрированная система энергомониторинга во всех РЭС, что обеспечивает диспетчерам полную «прозрачность» сети. Доля наблюдаемости электрической сети в Россетях в 2023 г. достигла ~30% и планируется повышаться (до 34% к 2027 г.) – под наблюдаемостью понимается процент оборудования, данные с которого в режиме реального времени доступны операторам.

- **Автоматизация устранения аварий** (FLISR – Fault Location, Isolation and Service Restoration). При возникновении короткого замыкания или обрыва в линии интеллектуальная система автоматически определяет поврежденный участок (например, по резкому скачку тока и исчезновению напряжения), отключает его с помощью удаленно управляемых аппаратов и переключает питание здоровых участков на резервные линии. В результате потребители вне зоны повреждения практически не замечают перебоя, а зона отключения минимальна. Диспетчер при этом получает тревожное сообщение с точным указанием места аварии, куда можно сразу направить ремонтную бригаду. Такой принцип самовосстановления сети уже реализован в пилотных проектах ряда российских городов (Уфа, Казань, Москва и др.) и зарекомендовал себя как эффективный способ борьбы с массовыми отключениями.

- **Единые платформы управления.** Сложность цифровой распределенной сети требует новых подходов к диспетчеризации. Сетевые компании внедряют современные DMS (Distribution Management System) – программные системы оперативно-технологического управления распределительными сетями, интегрированные с SCADA. Они позволяют визуализировать состояние сети, автоматически выдавать оптимальные инструкции для переключений, учитывать множество факторов (нагрузка, генерация, аварии). В комплексе с этим идет создание

ситуационно-аналитических центров, которые используют большие данные и аналитические модули для поддержки решений диспетчера.

Практический эффект. Уже накоплен опыт, подтверждающий пользу автоматизации. К примеру, в Республике Татарстан АО «Сетевая компания» (региональный оператор, не входящий в Россети) в 2024 году активно применяла технологии Smart Grid на сетях 0,4–10 кВ, что позволило сократить фактические потери электроэнергии, оперативно реагировать на отключения и повысить показатели надежности (SAIDI/SAIFI). В Татарстане созданы опытные «цифровые районы» и модернизированы распределительные сети в Казани, Зеленодольске и др. За счет этого уменьшились аварийные отключения и снижены эксплуатационные затраты, выполнив целевые показатели по

надежности и эффективности. Такие результаты стимулируют дальнейшее распространение автоматизации по остальным регионам.

Использование искусственного интеллекта и IoT в энергосетях

Помимо традиционных систем автоматизации, в последние годы в отрасли все более значимую роль играют алгоритмы искусственного интеллекта (AI) и концепция интернета вещей (IoT) – огромное количество сенсоров и умных устройств, обменивающихся данными. Для электроэнергетики это новое направление, но уже сейчас есть конкретные кейсы и разработки:

- **Диагностика и мониторинг с помощью AI.** Электросети России чрезвычайно протяженные (сотни



тысяч километров ЛЭП). Обслуживать их с одинаковым вниманием затруднительно. Поэтому компании внедряют системы автоматизированного обследования инфраструктуры. Например, ПАО «Россети» создает парк беспилотных летательных аппаратов (квадрокоптеров) для осмотра линий электропередачи. На дронах установлены камеры, а полученные снимки анализируются нейросетевыми алгоритмами, которые распознают дефекты оборудования: трещины изоляторов, повреждения проводов, наклон опор и т.д. Такие нейросети на основе машинного зрения уже показывают впечатляющие результаты. Разработанная в Кузбассе экспериментальная система смогла с точностью до 99% выявлять повреждения ЛЭП по фото, затрачивая на обработку данных в десятки раз меньше времени, чем бригады людей. В тестовых испытаниях 1000 км линий

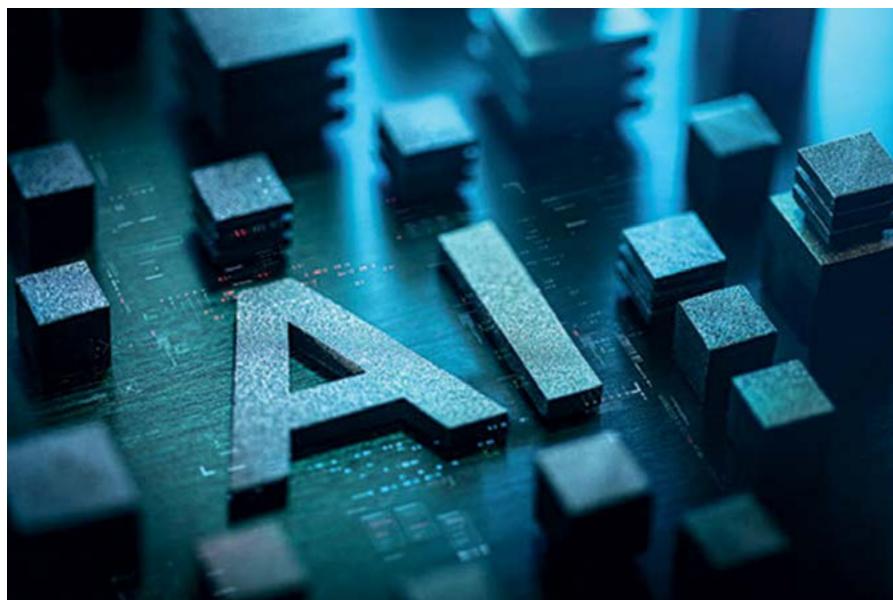
AI используется для обработки больших массивов данных с датчиков сети

нейросеть обследовала за 1,5 дня (вместо 63 дней у традиционной бригады), при этом стоимость осмотра снизилась в восемь раз. Крупнейшие энергокомпании заинтересованы во внедрении таких решений, особенно в труднодоступных и удаленных районах. В целом, интеллектуальные системы позволяют перейти от плановых обходов к предиктивной (прогнозирующей) диагностике – выяв-

лять надвигающиеся проблемы по едва заметным симптомам, предотвращая аварии.

- **Прогнозирование аварий и управления режимами.** AI используется для обработки больших массивов данных с датчиков сети – токов, напряжений, температур оборудования, погодных условий. На основе исторических данных обученные алгоритмы могут выявлять аномалии и предсказывать развитие нештатных ситуаций (например, вероятность перегрузки трансформатора или схлестывания проводов на ветру). Это помогает диспетчерам заранее принимать меры: перестраивать схемы сети, рассыпать предупреждения персоналу. Также AI задействуют в оптимизации режимов работы – например, прогнозирование почасового потребления с учетом погоды, дня недели и т.д., чтобы заранее перезапустить резервные генерирующие мощности или переключить нагрузки. Такие инструменты повышают **экономичность работы энергосистемы**, снижая издержки.

- **IoT-сенсоры и умные устройства.** Интернет вещей в электроэнергетике – это тысячи «умных» датчиков: от интеллектуальных выключателей с датчиками тока на трансформаторных подстанциях до смарт-датчиков температуры на силовых трансформаторах и распределительных шкафах. Эти устройства постоянно измеряют параметры и посыпают информацию на серверы. В 2025 году практически все новые энергообъекты оснащаются такими сенсорами. Например, в современных центрах питания ставятся датчики вибрации и нагрева на выключателях и разъединителях – система предсказывает, если параметр выходит за норму, и выдает заявку на ремонт, предотвращая аварию. В кабельных сетях Москвы внедряются датчики контроля изоляции и температуры кабеля, позволяющие вовремя обнаружить повреждение оболочки или перегрев участка, чтобы предотвратить пробой. Объединение всех этих устройств в единую IoT-сеть дает ранее недоступную глубину наблюдения за инфраструктурой.



• **Умные алгоритмы управления спросом и генерацией.** По мере развития распределенной генерации (домашние солнечные панели, дизель-генераторы на предприятиях) возникает задача координации их работы. AI здесь может выступать как «мозг», балансируя генерацию и потребление на уровне микро- и мини-Grid. К примеру, в рамках Национальной технологической инициативы «Энерджи-нет» разрабатываются решения для децентрализованного интеллектуального управления микросетями, когда локальные генерирующие источники и накопители энергии автоматически обмениваются данными и распределяют нагрузку между собой. Хотя такие системы пока пилотные, в перспективе они могут стать частью общей Smart Grid-экосистемы, особенно в изолированных энергосистемах (на Дальнем Востоке, в Арктике), где микрогиды повышают надежность энергоснабжения удаленных поселков.

Важно отметить, что эффективность AI в энергосетях во многом зависит от качества данных. Специалисты указывают на проблему: разрозненность стандартов и форматов данных, собираемых разными устройствами, а также *дефицит высококачественных исторических данных* для обучения моделей. Поэтому сейчас ведется активная работа по унификации форматов данных и созданию отраслевых платформ, где информация от разных субъектов (генерации, сетей, потребителей) сливается вместе. Государство также уделяет внимание развитию AI: формируется нормативно-правовая база для применения ИИ в критической инфраструктуре (что пока является вызовом, подробно ниже).

Проекты и инициативы по внедрению Smart Grid в регионах России

В 2025 году технологии Smart Grid уже перестали быть единичными экспериментами – они интегрируются в масштабные программы модернизации электрохозяйства в разных субъектах РФ. Ниже приведены обзоры ключевых проектов и инициатив:

• **Проект «Умные сети» в Уфе (Республика Башкортостан).** Это один из первых комплексных проектов Smart Grid в России. Стартовав в 2013 году как совместная инициатива АО «БЭСК» (Башкирская электросетевая компания) и Siemens, проект модернизации сетей Уфы стал показательным кейсом. *Обновлено 513 энергообъектов* (распределительных пунктов и подстанций), проложено почти 100 км новых кабельных линий.

Создан новейший Центр управления сетями города, объединивший восемь диспетчерских пунктов – теперь вся информация стекается в единый ЦУС. Внедрена система автоматического обнаружения аварий: при сбое сигнал мгновенно поступает на все устройства, диспетчер видит место повреждения, а программа предлагает оптимальную схему переключений для быстрого восстановления питания. Результаты впечатляющие: время перебоев электроснабжения сократилось до нескольких минут, энергетические потери города снизились вдвое, что позволило значительно сократить выбросы CO₂. Дополнительно элементы Smart Grid помогли выявлять несанкционированные подключения к сети. Опыт Уфы, успешно завершенный к 2020 году, стал примером для других регионов.

• **«Цифровая трансформация 2030» группы «Россети».** Крупнейшая электросетевая компания стра-

ны – ПАО «Россети» – реализует собственную стратегию цифровой трансформации до 2030 года. В ее рамках по всей территории присутствия (а это 80+ регионов) внедряются элементы Smart Grid: цифровые подстанции, интеллектуальный учет, автоматизированные РЭС и др. Еще к концу 2019 г. Россети ввели в работу 30 объектов цифровой инфраструктуры, среди них – девять цифровых центров управления сетями, два цифровых района электрических сетей и 19 цифровых подстанций. На 100% территории филиалов была обеспечена цифровая радиосвязь, что создало единую среду передачи данных. В период 2020–2024 гг. компания удвоила темпы установки «умных» счетчиков – их число превысило 7 млн единиц. Во всех межрегиональных филиалах созданы ситуационно-аналитические центры, объединенные с Единым национальным диспетчерским центром.



Примеры региональных проектов под эгидой Россетей:

• **Белгородская область:** одной из первых запустила цифровую подстанцию 35 кВ («Никольское») еще в 2019 году, и в целом Белгородэнерго стало пилотным филиалом с комплексной автоматизацией распределительной сети.

• **Тюменская область:** помимо упомянутой выше ПС 500 кВ «Тобол», здесь реализован проект «Цифровой РЭС» – автоматизирована сельская распределительная сеть, установлены датчики гололеда на ЛЭП для предупреждения обрывов, построен центр управления с функциями прогнозирования аварий.

• **Ленинградская область:** филиал «Россети Ленэнерго» модернизировал ключевые узлы сети вокруг Санкт-Петербурга, внедрив интеллектуальные устройства на подстанциях 110 кВ и систему учета потребления в приго-

родах, что позволило на 15% сократить потери по сетевой компании (сообщалось на отраслевых форумах 2023 г.).

• **Северный Кавказ:** в сложных горных условиях «Россети Северный Кавказ» используют цифровые технологии для борьбы с потерями и хищениями: устанавливаются АСКУЭ (автоматизированные системы учета) в каждом населенном пункте, данные сходятся в ситуационный центр в Пятигорске, где AI анализирует аномальное потребление. Это уже позволило снизить коммерческие потери электроэнергии в ряде республик на десятки процентов.

• **Региональные сетевые компании вне периметра Россетей.** В некоторых субъектах электросетевые активы принадлежат региональным компаниям. Они также активно внедряют Smart Grid:

• **Республика Татарстан:** АО «Сетевая компания» (оператор в Татарстане) за 2020–2024 гг. реализовала масштаб-

ную инвестиционную программу (~15 млрд руб. ежегодно) по модернизации сетей. Акцент сделан на интеллектуальном учете и автоматизации. Внедрен проект «Расширение системы интеллектуального учета» – тысячи новых счетчиков, единый центр сбора данных. Активно используются Smart Grid-технологии на распределительных сетях, что, как отмечалось, уменьшило потери и повысило надежность. Планируется до 2029 г. инвестировать еще 73 млрд руб. в модернизацию, включая новые цифровые подстанции и перевод воздушных линий в кабельное исполнение в Казани.

• **Башкирия:** помимо проекта в Уфе (выполненного БЭСК), сейчас «Башкирэнерго» (входит в группу «Интер РАО») внедряет АСДУ (автоматизированную систему диспетчерского управления) на уровне распределительных сетей республики. Плюс, как отмечено, «Башнефть» построила первую цифровую подстанцию без персонала в 2025 г., показывая, что инициативы исходят не только от электросетевых компаний, но и от крупных потребителей/генерирующих компаний, которые заинтересованы в надежном энергоснабжении своих объектов.

• **Москва и Московская область:** ПАО «Россети Московский регион» (ранее МОЭСК) в столичном мегаполисе реализует проект «Цифровой город». В 2021–2023 гг. модернизированы десятки городских подстанций 6–20 кВ, каждая из которых оснащается цифровыми РЗА и интегрируется с городской системой управления. В Москве внедрена пилотная система «умного уличного освещения»: фонари оснащены датчиками освещенности и движения, а питание и график работы управляются централизованно, что экономит энергию и улучшает безопасность. Эти решения рассматриваются как часть Smart Grid, так как они связаны с электрической сетью города.

• **Дальний Восток:** компания «РусГидро» (курирует ряд дальневосточных сетевых компаний) в рамках программы модернизации ДЭК (Дальневосточной энергокомпании) устанавливает системы смарт-учета в Амурской области и Приморье. В труднодоступных районах Саха (Якутия) запускаются дизельные микросети с интеллектуальным управлением, которые обслуживают малые поселки автономно: датчики контролируют уровень топлива, качество напряжения, и через спутниковую связь данные передаются оператору в Якутске.

Эти примеры показывают, что по всей стране – от столицы до удаленных регионов – реализуются схожие по духу инициативы: создание более «ум-



Россия имеет свою специфику – огромная территория и много изолированных фрагментов сети

ной», прозрачной и управляемой энергосистемы. Значительную роль играют госструктуры: Министерство энергетики РФ стимулирует цифровизацию отрасли, принятые изменения в законах (например, о «цифровом активе» в энергетике, об обязательном «умном» учете), создаются *пилотные зоны* с господдержкой. Государство также финансирует НИОКР в области интеллектуальных энергосистем, включая проекты в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ «Энерджинет»).

Стоит подчеркнуть, что Россия имеет свою специфику – у нас огромная территория и много изолированных фрагментов сети (не все регионы связаны единой энергосистемой). Поэтому Smart Grid-проекты иногда начинаются как локальные инициативы, но затем планируется их связывание в общую сеть, когда появятся технические возможности для сквозного обмена информацией между сетями.

Барьеры и вызовы при внедрении Smart Grid

Несмотря на очевидные преимущества умных сетей, процесс их внедрения сопряжен с серьезными трудностями – как технологическими, так и организационно-экономическими. Рассмотрим основные барьеры, актуальные для российской энергетики в 2025 году:

- **Износ инфраструктуры.** Значительная часть электрооборудования устарела: износ сетей в среднем превышает 50%, в некоторых регионах и секторах – еще выше. В таких условиях внедрение цифровых технологий затруднено – сперва требуется заменить или реконструировать базовые элементы (подстанции, линии). Старые сети не всегда совместимы с новыми устройствами или не позволяют реализовать резервирование схем, необходимое для self-healing.

- **Разобщенность энергосистем.** Россия обладает единой энергетической системой (ЕЭС) в европейской части и Сибири, но существуют децентрализованные и изолированные энергосистемы (Дальний Восток,

Камчатка, Крым и др.). Это создает сложности: стандарты, решения, принятые в ЕЭС, не всегда масштабируются на изолированные сети, где другие условия эксплуатации. Необходимо разрабатывать специальные решения под региональные особенности, что замедляет общую цифровизацию.

- **Недостаток нормативной базы.**

Законодательство пока отстает от быстрого развития технологий. Например, четко не регламентированы

аспекты использования искусственного интеллекта в оперативном управлении энергосистемой, вопросы ответственности при автоматических решениях. Также только формируются стандарты обмена «большими данными» между организациями ТЭК. Для совместного внедрения Smart Grid требуется обновление правил технической эксплуатации, стандартизация протоколов связи, сертификация нового оборудования – этот процесс идет, но не мгновенно.

- **Кадровые и организационные барьеры.** Цифровизация требует новых компетенций. Отмечается снижение уровня компетенций технических специалистов в традиционных энергокомпаниях, недостаток специалистов по кибербезопасности, анализу данных. Персонал нужно переобучать работе с новыми системами, преодолевая сопротивление изменениям. Организационно, компаниям приходится



перестраивать структуры: создавать ИТ-отделы, вводить новые должности (например, главный аналитик данных по сети). Не все предприятия готовы быстро адаптироваться, особенно региональные с ограниченным бюджетом на обучение.

• **Экономические ограничения.**

Внедрение Smart Grid – капиталоемкий процесс. Требуются большие инвестиции в оборудование (счетчики, датчики, серверы), в программное обеспечение, в связь. По оценкам, оснащение одного среднего региона интеллектуальными счетчиками требует десятков млрд рублей. Оправдать такие вложения можно снижением потерь и операционных затрат, но окупаемость наступает не сразу, зачастую через 5–10 лет. Для частных сетевых компаний это может быть сдерживающим фактором без поддержки государства или тарифного стимулирования.

Кроме того, вопрос импортозамещения сказывается: ранее многое оборудование закупалось за рубежом, а теперь из-за геополитических факторов необходим переход на отечественные аналоги – не всегда дешевле, а иногда и не полностью доступно.

• **Технологический суверенитет**

и импортозамещение. Санкционные риски и общая стратегия страны требуют перехода на отечественное ПО и оборудование. По признанию «Россетей», это один из основных вызовов цифровой трансформации: нужно массово заменить импортные программные продукты (SCADA-системы, аналитические платформы) на отечественные, обеспечить производство достаточного количества надежных отечественных устройств. В 2022–2025 гг. наблюдался дефицит производственных мощностей у российских производителей электроники

для энергосектора – спрос резко вырос, а наращивание выпуска требует времени. Это несколько замедлило темпы внедрения Smart Grid, пока локальные решения догоняют по качеству и количеству.

• **Кибербезопасность. Рост кибер-**

угроз – оборотная сторона цифровизации. Энергосеть, насыщенная ИТ-оборудованием, может стать мишенью для кибератак. Опасения небеспочвенные: по миру уже фиксировались попытки проникновения в энергосистемы через ИТ (вспомним хакерские атаки на энергосети Украины в 2015–2016 гг.). Для России вопрос особенно актуален в связи с критической важностью электроэнергетики. «Умные» сети усложняют ландшафт защиты: нужно обезопасить миллионы устройств, датчиков, каналов связи. **Риски технологических диверсий (перехват управления подстанцией),** ложные команды отключения, вывод из строя счетчиков) требуют развития комплексных систем киберзащиты. Отрадно отметить, что российские компании ТЭК уже выстраивают системы противодействия угрозам, активно развивая импортонезависимые средства информационной безопасности. Тем не менее кибербезопасность остается постоянным вызовом, требующим ресурсов и внимания.

• **Социальные и потребительские**

аспекты. Часть вызовов связана с восприятием нововведений. Некоторые потребители скептически относятся к «умным» счетчикам (например, опасаясь отключений по дистанционной команде или считая, что передача данных нарушает приватность). В начале массовой установки счетчиков были случаи протестов или отказов от замены, хотя сейчас законодательство это исключает. Также есть вопрос тарификации: умные сети открывают возможности гибких тарифов, но внедрение последних требует мягкой работы с населением, чтобы не вызвать социальную напряженность. И наконец, переход на удаленное управление приводит к сокращению персонала на местах (пример – безлюдные подстанции), что тоже является социальным вопросом, требующим программ переподготовки и трудоустройства высвобождаемых работников.

Подытоживая: барьеры есть, но они не являются непреодолимыми. Многие из перечисленных проблем уже адресуются на государственном уровне и силами самих компаний. Например, с 2022 года реализуется план импортозамещения ПО для критической инфраструктуры, приняты дополнительные меры стимулирования обучения ИТ-кадров для отрасли.



ли, а тарифная политика постепенно учитывает расходы на цифровизацию (через механизмы долгосрочных тарифов с возвратом инвестиций). Тем не менее на 2025 год темпы внедрения Smart Grid в РФ можно охарактеризовать как менее высокие, чем технологически возможно, именно из-за перечисленных сдерживающих факторов.

Перспективы развития Smart Grid в ближайшие годы

Несмотря на сложности, вектор развития электроэнергетики России однозначно смещается в сторону «умных» технологий. В ближайшие 5–10 лет можно ожидать следующих тенденций и перспектив.

- **Завершение повсеместного внедрения интеллектуального учета.** Согласно программе, к 2030 году 100% потребителей электроэнергии в стране будут оснащены «умными» счетчиками. Уже к 2025–2027 гг. эта доля может перевалить за 50% по стране в целом (а в ряде регионов – и близко к 100%). Это создаст *единое информационное поле* на стороне потребления, открывающее дорогу для тонкой настройки режимов, динамического ценообразования и точного анализа нагрузок во всех узлах сети.

- **Масштабирование цифровых сетей и подстанций.** Опыт пилотных проектов будет распространен на всю сеть. «Россети» заявляют о намерении полностью завершить цифровую трансформацию к 2030 г. Практически это означает, что *каждая новая или реконструированная подстанция* будет цифровой, *каждый РЭС будет оборудован телемеханикой*, а в диспетчерских у операторов будет полная наблюдаемость сети в реальном времени. К 2030 г. планируется иметь десятки (если не сотни) цифровых РЭС по стране, сотни цифровых подстанций, полностью интегрированных в цифровую инфраструктуру. Такие проекты, как «умные города» (например, Казань, Москва, Екатеринбург), сделают шаг от отдельных элементов к комплексно умной энергосистеме города, включающей управление уличным освещением, зарядкой электромобилей, энергоэффективными зданиями в рамках одной платформы.

- **Интеграция возобновляемых источников и накопителей энергии.** Снижение углеродного следа и развитие ВИЭ – глобальный тренд, который постепенно затрагивает и Россию. «Умные» сети необходимы для масштабного подключения ВИЭ: солнечных станций на Юге России, ветря-

ных парков на побережье, биогазовых установок на фермах и т.д. Без Smart Grid такие распределенные источники могли бы дестабилизировать системы, но с умными технологиями они становятся управляемыми элементами. Ожидается рост проектов, где генерация распределена, а сеть выступает как оркестратор, координируя работу десятков источников. Также возрастет роль систем накопления (батарей) – их интеграция в сеть позволит сглаживать пики нагрузки и обеспечивать резервирование. Smart Grid – архитектура изначально подразумевает работу с накопителями, а их ущербление к 2030 г. может привести к широкому внедрению на уровне распределительных сетей.

- **Развитие электромобильности и управление нагрузкой.** Хотя парк электромобилей в РФ пока невелик, прогнозируется его увеличение.

Правительство намечает к 2030 году довести количество электромобилей до нескольких миллионов, построить тысячи зарядных станций по стране. Это станет серьезным вызовом для сетей – локальные нагрузки на распределительных трансформаторах могут вырасти. Smart Grid станет инструментом интеграции электромобильности: через интеллектуальное управление зарядкой (smart charging), дифференцированные тарифы для стимуляции зарядки в ночное время, возможность использования батарей EV как накопителей (Vehicle-to-Grid – технология, когда электромобиль может возвращать энергию в сеть на пике). Уже сейчас предпринимаются шаги: например, в Москве на 2025–2026 гг. запланирован пилот по интеллектуальному управлению группой зарядных станций с централизованной системой контроля.



- Повышенное внимание к кибербезопасности и надежности.** С ростом сложности сетей будут усиливаться меры защиты. Возможно создание отраслевого Центра кибербезопасности энергоинфраструктуры, который будет мониторить киберугрозы по всей стране и разрабатывать стандартные решения безопасности для сетевых компаний. Акцент сместится на встроенную безопасность при проектировании новых систем (Security by Design): каждый новый датчик или счетчик будет сертифицироваться на соответствие кибертребованиям. Кроме того, вероятно внедрение систем мониторинга воздействия электромагнитных импульсов и других новых угроз – т.е. Smart Grid будет эволюционировать, учитывая все возможные риски.

- Экономические эффекты и новые модели рынка.** По мере внедрения Smart Grid будет проявляться ее эко-

Россия, вероятно, добьется почти полной независимости в ключевых элементах Smart Grid

номический потенциал. Снижение потерь на несколько процентных пунктов уже дает миллиарды рублей экономии (свыше 150 млрд кВт·ч передается ежегодно, так что выигрыш даже 1–2% очень существенен). Уменьшение аварийности снижает штрафы и издержки на ремонт. Появятся и новые услуги: например, агрегаторы распределенной энергии – компании, которые будут управлять (с согласия владель-

цев) группами мелких генерирующих установок и потребителей, продающих услуги сетям по регулированию мощности. Это заложено в концепции развития «интернета энергии», над которой работают в рамках дорожной карты EnergyNet. Для этого потребуется правовая база (например, узаконить понятие «регулируемого потребителя» или «агрегатора спроса»), что, вероятно, произойдет ближе к концу десятилетия.

- Межсетевое взаимодействие и интеллектуальные энергорайоны.** В перспективе умные сети разных классов (федеральные магистральные от ФСК ЕЭС и распределительные от Россетей, а также ведомственные/промышленные сети крупных предприятий) будут объединяться информационно. Это позволит перейти к сквозному управлению потоками энергии. Например, если сейчас диспетчер распределительной сети видит только свой участок, то в будущем он будет получать данные от магистральной сети, от генерации и даже от крупных потребителей (фабрик) – это улучшит качество прогнозов и координацию. В идеале Smart Grid создаст «цифровой двойник» всей энергосистемы, где все элементы моделируются в режиме реального времени. Россия движется в этом направлении: внедряются элементы WAMS (Wide Area Monitoring Systems) на уровне ФСК – широкозонные системы мониторинга с помощью фазовых измерителей, интегрированные с региональными системами.

- Импортозамещение превратится в экспорт ориентацию.** Сейчас много говорится о технологическом суверенитете, и к 2030 г. Россия, вероятно, добьется почти полной независимости в ключевых элементах Smart Grid (собственные счетчики, ПО SCADA/DMS, телеком-оборудование). Более того, к этому времени у отечественных решений появится история успешного применения на огромной российской сети. Это может стать основой для экспорта российских Smart Grid – технологий в другие страны (особенно со схожими условиями – большая территория, суровый климат). Например, программные комплексы для обнару-



жения хищений электроэнергии или нейросети диагностики ЛЭП могут быть востребованы за рубежом. Уже сейчас стратегия «Россетей» предусматривает выход на внешние рынки интеллектуальных сетевых решений.

Подводя итог, можно сказать, что технология Smart Grid в России проходит стадию активного внедрения, хотя и натыкается на ряд препятствий. 2025 год – это точка, где с одной стороны уже есть ощутимые результаты (миллионы умных счетчиков, десятки цифровых подстанций, снижение потерь и аварийности на пилотных участках), а с другой – впереди еще большой объем работы по масштабированию этих результатов на всю страну.

Для отраслевых специалистов – инженеров, энергетиков, управленцев – Smart Grid открывает новые возможности, но и требует нового мышления. Переход от аналоговых методов к цифровым – не только про технологии, но и про организацию процессов. Как отмечают эксперты, «умные» сети делают энергоснабжение более бесперебойным, экономичным и экологичным, а их внедрение приносит реальные выгоды уже сегодня. Дальнейшее движение по пути Smart Grid позволит российской электроэнергетике повысить свою эффективность и надежность, что особенно важно в современных условиях. В ближайшие годы мы станем свидетелями формирования новой энергосистемы, где цифра и интеллект станут такой же неотъемлемой частью, как провода и трансформаторы. И хотя путь этот непростой, потенциал Smart Grid для российской энергосистемы огромен – он обеспечивает основу для развития отрасли на десятилетия вперед и отвечает на вызовы времени.

Вывод: технология Smart Grid в 2025 году из разряда концепций перешла в плоскость практической реализации в России. Уже доказана ее эффективность на ряде проектов – от снижения потерь и предотвращения блэкаутов до оптимизации работы персонала. При поддержке государства и активном участии компаний энергетического сектора «умные» сети имеют все шансы стать стандартом в отрасли. Это приведет к появлению более устойчивой, гибкой и эффективной энергетической инфраструктуры, способной удовлетворять потребности экономики и населения в XXI веке. В конечном итоге Smart Grid – это инвестиция в будущее энергосистемы России, которая окупится повышением ее конкурентоспособности, надежности и готовности к новым технологическим вызовам.



Техническое обслуживание электротехнического оборудования: стратегии и решения

■ Михаил Чернов

Надежность электроснабжения напрямую зависит от эффективного технического обслуживания электротехнического оборудования. Особенно это актуально для распределительных подстанций – ключевых узлов, через которые электроэнергия передается из магистральных сетей к потребителям. В России большинство распределительных сетевых объектов эксплуатируется уже много десятилетий, что привело к высокому уровню износа. По оценкам экспертов, средний износ оборудования распределительных сетей по стране достигает ~70%, а в отдельных регионах превышает этот показатель. В таких условиях традиционные подходы к ремонту и обслуживанию перестают обеспечивать требуемую надежность. Чтобы предотвратить аварийные отключения и продлить срок службы оборудования, энергетические компании переходят к современным стратегиям технического обслуживания, опирающимся на состояние оборудования, прогнозную аналитику и цифровые технологии. Рассмотрим различные стратегии обслуживания распределительных подстанций в контексте российского рынка – от регламентного (планового) до обслуживания по состоянию и предиктивного

подхода. И обсудим цифровизацию процессов обслуживания, применение датчиков и систем мониторинга, внедрение предиктивной аналитики и цифровых двойников. Особое внимание уделим техническим и организационным аспектам, а также практическим рекомендациям для энергокомпаний и операторов подстанций по повышению надежности оборудования.

Традиционный подход: регламентное обслуживание

Исторически в российской электроэнергетике применялась система планово-предупредительного ремонта – регламентного обслуживания оборудования по жесткому графику. Согласно нормативным документам и правилам эксплуатации, для каждого типа оборудования устанавливаются периодичность осмотров, текущих и капитальных ремонтов, независимо от его фактического состояния. Подобная профилактическая стратегия обеспечивала базовый уровень надежности в эпоху, когда отсутствовали средства постоянного мониторинга. Тем не менее главный недостаток та-

кого подхода – высокие затраты на обслуживание исправного оборудования, которое в данный момент не нуждается в ремонте. Иными словами, ресурсы тратятся на выполнение плановых работ даже там, где оборудование находится в удовлетворительном состоянии. Кроме того, регламентный подход не всегда предотвращает внезапные отказы: дефект может развиться в интервале между плановыми проверками, что чревато аварией.

Таким образом, чисто календарный принцип обслуживания ведет к не-оптимальному расходованию средств и не гарантирует полного устранения рисков. В условиях старения основных фондов (значительная часть оборудования отработала большую долю своего ресурса) назрела необходимость перехода от жестко регламентированных графиков к более гибким и интеллектуальным стратегиям. Многие энергокомпании уже пересматривают подходы к техническому обслуживанию, стремясь перейти от планово-предупредительной системы к обслуживанию, основанному на реальном состоянии оборудования.

Обслуживание по фактическому состоянию

Стратегия обслуживания по состоянию предполагает проведение ремонтов и обслуживающих мероприятий исходя из реальных параметров и степени износа оборудования, а не по заранее заданному графику. Фактически решение о необходимости ремонта принимается для каждого конкретного случая на основе диагностики: измерения характеристик, результатов осмотров, анализа проб масла и иных показателей состояния. Например, трансформатор может быть выведен в ремонт не после фиксированных пяти лет работы, а когда диагностика покажет ухудшение изоляции или аномальный рост температуры обмоток.

Подход «по состоянию» позволяет вовремя реагировать на зарождающиеся дефекты, не дожидаясь их развития до аварийного отказа. Это повышает



надежность работы подстанции – оборудование не эксплуатируется в ненадлежащем состоянии. Одновременно снижается объем лишних работ: если состояние узла хорошее, ремонт можно отложить, оптимально используя ресурс. Тем самым снижаются простои и затраты на обслуживание. Однако для эффективного внедрения данной стратегии необходима налаженная система мониторинга технического состояния. Это включает регулярные диагностические измерения (вibration, температура, анализ газа в масле трансформаторов и т.п.) и сбор достоверных данных о работе оборудования.

Важно отметить, что при обслуживании по состоянию особое значение приобретает система приоритизации ремонтов. Поскольку ресурсы ограничены, необходимо сначала устранять самые критичные дефекты на наиболее важных узлах. В литературе предложены разные подходы к ранжированию оборудования по критичности для системы. В одном из исследований рассматриваются, например, четыре индекса важности оборудования – мера потенциала улучшения, структурная важность, критическая важность, мера Фассела–Весели. Практически это означает, что помимо технического состояния учитывается значимость данного элемента для энергосистемы и потенциальный ущерб при его выходе из строя. Такой анализ рисков и последствий позволяет выстраивать ремонтную программу максимально рационально.

В российской электроэнергетике переход к ремонту по техническому состоянию уже начался. Нормативная база постепенно адаптируется, а крупные сетевые компании внедряют элементы этой стратегии в своих регламентах. Тем не менее полной замены планово-предупредительной системы пока не произошло – требуются накопление статистики состояния оборудования, внедрение средств онлайн-мониторинга и перестройка внутренних бизнес-процессов. Обслуживание по состоянию можно рассматривать как промежуточный этап на пути к еще более «прозорливой» системе – предиктивному (прогнозному) обслуживанию.

Предиктивное (прогнозное) обслуживание

Предиктивное обслуживание – это современная стратегия, основанная на прогнозировании развития дефектов и отказов оборудования с помощью данных мониторинга, аналитических моделей и искусственного интеллекта.



Если обслуживание по состоянию реагирует на уже выявленные признаки износа, то предиктивный подход стремится заранее предсказать, когда и какой узел может выйти из строя, и предвентивно провести обслуживание до отказа. Для этого используются тренды параметров (температура, вибраций, концентрации газа и пр.), результаты периодических испытаний, статистика отказов аналогичного оборудования, а также математические модели деградации. Специальное программное обеспечение анализирует большие массивы данных и выдает прогноз – например, остаточный ресурс узла или вероятное время до отказа при текущем режиме эксплуатации.

В последние годы предиктивные системы стремительно развиваются и появляются на рынке в виде готовых решений. В исследовании, посвященном развитию ТОиР, отмечается, что сейчас доступны системы нового

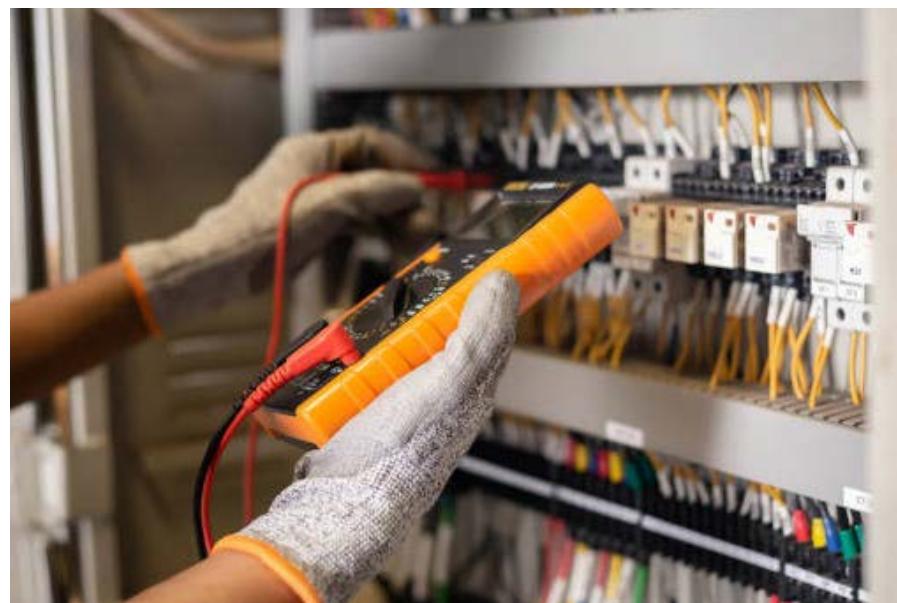
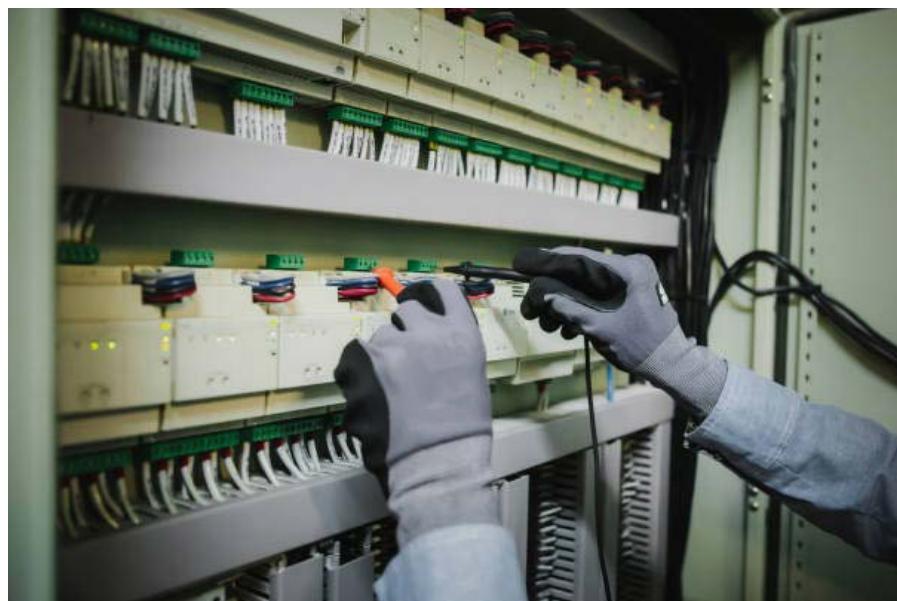
В российской электроэнергетике переход к ремонту по техническому состоянию уже начался

поколения, способные выполнять обслуживание оборудования на основе прогноза его состояния. Такие решения интегрируют данные автоматизированной диагностики и предиктивного анализа, позволяя выстроить действительно проактивную стратегию управления активами. Цель – оптимизировать систему технического обслуживания и обеспечить бесперебойную и надежную работу оборудования при минимальных эксплуатационных затратах. Предиктивное обслуживание призвано существенно сократить внеплановые

простои и аварийные отключения за счет раннего обнаружения проблем. Согласно исследованию Deloitte, внедрение предиктивной стратегии в среднем позволяет снизить число поломок оборудования на 70% и сократить расходы на обслуживание на 25% – впечатляющие показатели, иллюстрирующие потенциал данного подхода.

Для реализации прогнозного обслуживания на распределительных подстанциях требуются несколько ключевых компонентов. Во-первых, это развитая система мониторинга (о ней подробнее ниже), обеспечивающая сбор достоверных и презентативных данных о работе всех критичных узлов. Во-вторых, аналитическая платформа, обрабатывающая эти данные. Многие современные решения используют алгоритмы машинного обучения, которые учатся по историческим данным выявлять предвестники неисправностей – характерные отклонения параметров, сочетание факторов и пр. В-третьих, необходимы экспертизы модели и цифровые двойники оборудования, чтобы прогнозировать развитие дефектов под различными воздействиями. И, наконец, организационно важно наладить процесс реагирования на прогнозы: технические службы должны доверять аналитическим рекомендациям и планировать ремонты на основании полученных предиктивных оценок.

Предиктивное обслуживание сегодня рассматривается как передовой стандарт в эксплуатации энергооборудования. В мировом энергосекторе идет быстрый переход от реактивного и планово-предупредительного подходов к проактивному. Российская отрасль также движется в этом направлении, реализуя пилотные проекты и накапливая опыт применения предиктивной аналитики на подстанциях и сетевом оборудовании. В частности, подобные системы позволяют крупным энергокомпаниям более эффективно планировать ремонты и оптимизировать затраты, сокращая объем рутинного профилактического обслуживания. Например, платформа «Цифровая подстанция» от одного из интеграторов позволяет применять предиктивную аналитику для мониторинга работы оборудования, планирования ремонтов, уменьшения числа плановых (профилактических) работ и сокра-



ищется времени на поиск и устранение неисправностей. В результате снижается нагрузка на персонал, а процессы ремонта и обслуживания становятся более управляемыми и прозрачно планируемыми. Таким образом, предиктивный подход закладывает основу для новой культуры эксплуатации – от реагирования на поломки к упреждающему управлению надежностью.

Цифровизация обслуживания: датчики и мониторинг

Переход к обслуживанию по состоянию и предиктивному анализу стал возможен благодаря стремительному развитию средств мониторинга и цифровых технологий. Цифровизация распределительных подстанций подразумевает оснащение оборудования датчиками, внедрение систем сбора и передачи данных, а также интеграцию информационных систем для анализа состояния оборудования. Современная распределительная подстанция уже трудно представить без таких элементов, как: электронные контроллеры, интеллектуальные измерительные приборы, системы телеметрии, устройства релейной защиты с функциями самодиагностики и т.д. Ниже рассмотрены ключевые аспекты цифровизации технического обслуживания.

Система датчиков и онлайн-мониторинг

Датчики и сенсоры – это «нервная система» современной подстанции, позволяющая круглосуточно отслеживать параметры работы оборудования. Для каждого типа устройств используются свои датчики: например, в силовых трансформаторах устанавливаются термодатчики (измеряющие температуру верхних слоев масла, обмоток), газовые хроматографы или ДГА-мониторы (онлайн-анализ растворенных газов в масле), датчики влажности бумаги и масла, приборы контроля положения и износа переключателя ответвлений (РПН). В распределительных устройствах (например, КРУ, КРУН) применяют датчики частичных разрядов, температуры контактных соединений (в том числе инфракрасные), счетчики числа коммутаций выключателей, датчики давления элегаза в коммутационных аппаратах и т.д. Современные системы мониторинга охватывают практически все узлы: измеряют частичные разряды в трансформаторах, КРУЭ, вводах и кабельных муфтах; контролируют температуру, давление, расход

и уровень масла в маслонаполненном оборудовании; отслеживают влажность изоляции, газовый состав масла, эффективность охлаждения, состояние РПН, нагрузку на трансформатор. Кроме того, осуществляется мониторинг состояния коммутационной аппаратуры (разъединителей, рубильников, выключателей), высоковольтных вводов, аккумуляторных батарей системы оперативного питания, батарей конденсаторов, разрядников, заземляющих устройств и пр. Таким образом, практически все критически важные компоненты подстанции могут быть оснащены средствами контроля.

Важной особенностью современных датчиков является их способность к непрерывному онлайн-мониторингу. В отличие от периодических обходов с ручными измерениями, датчики передают данные постоянно или с заданной высокой частотой. Эти данные стекаются в систему сбора информации и далее поступают диспетчерам и в аналитиче-

ские центры. Если какой-то параметр выходит за установленные пределы, система немедленно генерирует сигнал тревоги. Тем самым персонал получает почти мгновенное уведомление о развитии неблагополучной ситуации – перегреве контакта, начинаящемся разяде в изоляции, утечке газа из выключателя и т.п. Раньше такие проблемы могли остаться незамеченными до следующего регламентного осмотра, теперь же информация доступна сразу в момент возникновения отклонения.

Удаленный мониторинг и контроль. Цифровизация позволила организовать принципиально новый уровень удаленного контроля подстанций. Через современные системы телемеханики (SCADA/АСУ ТП) инженерно-диспетчерский персонал может в реальном времени наблюдать за состоянием оборудования, находясь за сотни километров от самой подстанции. Это особенно актуально для распределительных сетей, где множество



относительно небольших подстанций разбросаны на большой территории и ранее требовали регулярных выездных осмотров. Теперь же данные со всех объектов стекаются в единый центр мониторинга. Например, в ряде филиалов ПАО «Россети» созданы ситуационные центры, которые агрегируют диагностическую информацию и помогают принимать решения о ремонтах. Цифровая подстанция, являющаяся частью концепции Smart Grid, подразумевает интеграцию всех устройств в единую информационную сеть, работающую по стандартизованным протоколам (IEC 61850 и др.). В такой архитектуре все измерительные устройства и датчики объединены и подключены к общему коммуникационному узлу, а информация доступна как локально, так и удаленно. Это упрощает оперативное обслуживание: многие проверки можно проводить

дистанционно (например, считать отчет о состоянии оборудования, выполнить тестирование контроллеров). В некоторых случаях реализуется и удаленное управление вспомогательными системами – например, перезапуск систем охлаждения трансформатора, переключение режимов.

Удаленный мониторинг повышает оперативность реакции на неполадки. Если раньше проблема выявлялась только при обходе, то теперь диспетчер видит ее сразу и может немедленно направить ремонтную бригаду либо перевести оборудование в резерв. Кроме того, обеспечивается безопасность: меньше необходимости посыпать людей в высоковольтную зону для проверки параметров, если их можно узнать дистанционно. Всё это в итоге служит повышению надежности работы распределительного комплекса.



Аналитические системы и предиктивная аналитика

Один сбор данных сам по себе еще не решает проблему надежности – нужны средства анализа и обработки информации. На помощь приходят специализированные программные комплексы, часто называемые системами предиктивной (прогнозной) аналитики или интеллектуального управления активами. Эти решения принимают на вход потоки данных от множества датчиков и применяют алгоритмы для выявления закономерностей, отклонений и прогнозирования состояния оборудования.

Внедрение таких систем позволяет существенно оптимизировать техническое обслуживание. По сути, программа выступает в роли «цифрового советника», подсказывающего инженерам, какое оборудование в ближайшее время потребует внимания. Например, анализ тенденций может показать, что у определенного выключателя растет время срабатывания – сигнал о начинающемся износе механизма, и система рекомендует провести его ревизию в следующем месяце. Другой пример: система предиктивной аналитики, обрабатывая данные ДГА-трансформатора, может обнаружить ускоренное нарастание концентрации водорода и ацетилена, что указывает на локальный перегрев или разряд. Тогда заранее планируется ремонт, хотя по календарю он мог быть нескоро.

Многие производители предлагают сегодня подобные платформы управления техническим обслуживанием. В их функционал обычно входит: сбор данных со всех подключенных источников, хранение истории, расчет диагностических показателей (например, степени деградации изоляции, оставшийся ресурс в переключениях для выключателей и т.п.), а также прогнозирование – вычисление вероятности отказа в заданный период либо времени до достижения предельного состояния. Некоторые системы интегрируют модели остаточного ресурса (RUL), основанные на наработках исследований надежности. Кроме того, реализуются функции оптимизации – автоматический подбор оптимального времени для вывода оборудования в ремонт с учетом графика нагрузок, важности элемента и даже экономических факторов.

Важным эффектом от внедрения таких аналитических комплексов является сокращение объема профилактических работ. Появляется возможность уходить от универсальных ежегодных ремонтов ко все более редким, но более целевым вмешательствам. Как отмечалось ранее, применение предиктивных аналитических инструментов дает возможность снизить долю рутинных ППР и связанных

Цифровой двойник – это виртуальная модель

реального объекта

ных с ними затрат. Сокращается также время на поиск неисправностей – система часто сама указывает, где именно возникла проблема и в чем она может заключаться. Это уменьшает длительность простоев при ремонтных работах и снижает нагрузку на ремонтный персонал. Инженеры могут сосредоточиться на действительно проблемных узлах, вместо того чтобы по регламенту осматривать десятки единиц исправного оборудования.

Отдельно стоит упомянуть вопрос интеграции данных. Чтобы аналитическая система работала эффективно, необходимо наладить объединение разнородных источников данных – телеметрии подстанций, результатов лабораторной диагностики (например, химический анализ масла), записей систем релейной защиты (аварийных событий), журнала отказов и ремонтов. Концепция единой информационной модели (СИМ), которую активно развивает, например, АО «Системный оператор ЕЭС», призвана обеспечить унификацию данных от разных систем. На практике это означает, что различные подсистемы (SCADA, базы данных ремонтов, системы учета оборудования) должны «говорить на одном языке». Это важная организационная задача при цифровизации ТОиР. Решение ее открывает дорогу к созданию полноценного цифрового двойника энергосистемы, что обсуждается далее.

Цифровые двойники

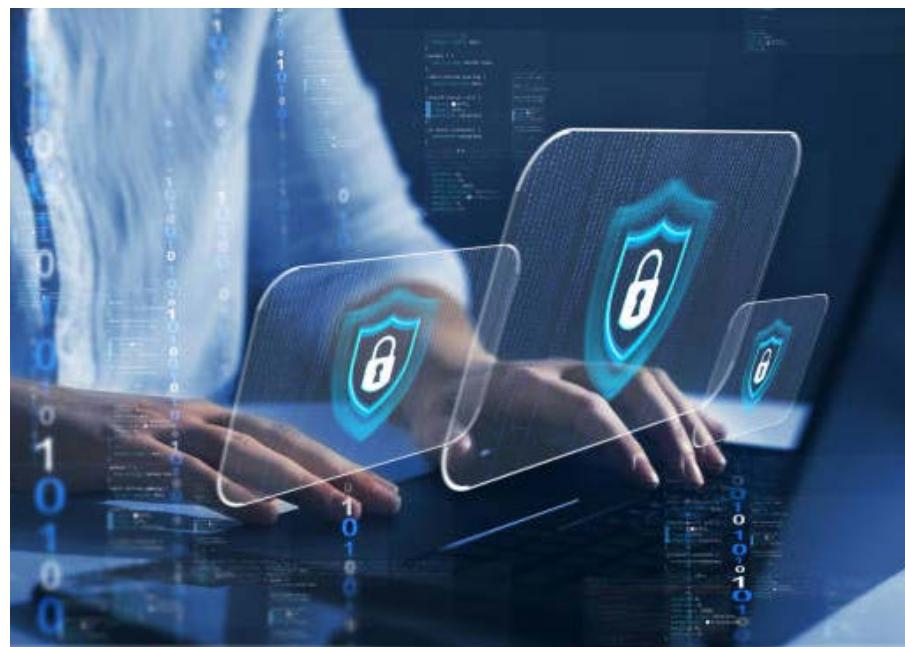
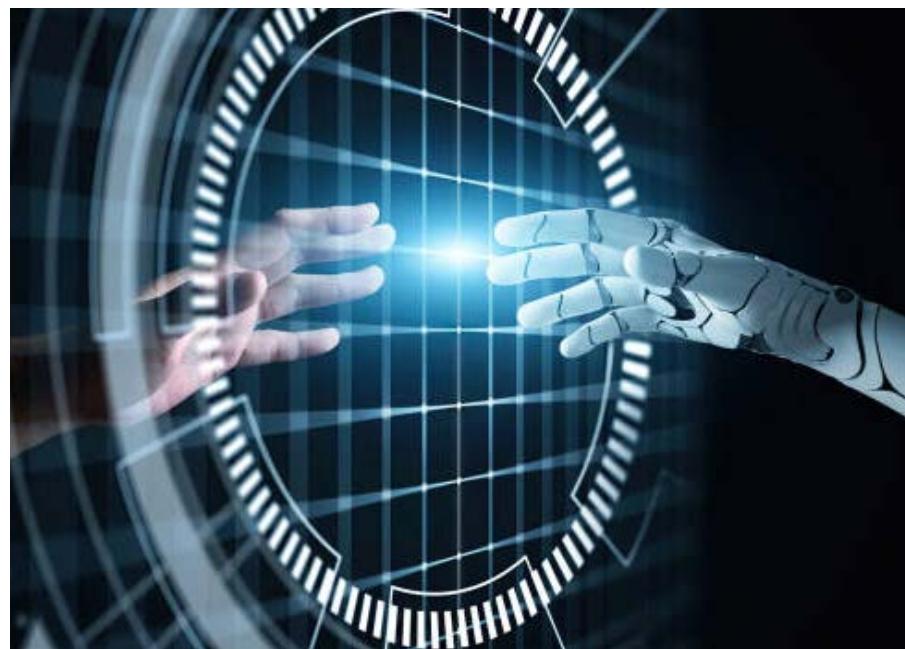
Цифровой двойник – это виртуальная модель реального объекта, максимально точно отражающая его состояние, поведение и все жизненные циклы с помощью данных и вычислительных моделей. По сути, цифровой двойник создает программный прототип физического оборудования, на котором можно проводить эксперименты, проверять гипотезы и прогнозировать поведение объекта. Для энергетического оборудования цифровой двойник обычно включает в себя три компонента данных: физические данные (конструкция, характеристики, паспортные данные), виртуальные данные (математические модели, описывающие процес-

сы – нагрев, старение, износ) и данные взаимодействия (результаты реальной эксплуатации: измерения датчиков, события, нагрузки). Объединение этих компонентов позволяет получить цифровую копию, «живущую» параллельно с реальным оборудованием.

Применительно к распределительной подстанции цифровые двойники могут создаваться как для отдельных узлов (например, трансформатора, си-

лового выключателя), так и для целого узла в целом. Практическая ценность цифрового двойника заключается в возможностях прогноза и оптимизации. Имея такую модель, можно имитировать работу оборудования под разными условиями, предсказывать развитие дефектов и оптимизировать график обслуживания. Например, цифровой двойник силового трансформатора способен рассчитать его оставшийся ресурс исходя из фактических перегрузок и температуры, спрогнозировать, когда показатели (температура, газовыделение) достигнут критических значений, и тем самым предотвратить выход за опасные пределы за счет своевременного обслуживания. Применение технологии цифровых двойников дает возможность увеличить срок службы оборудования за счет предотвращения критических режимов работы и раннего выявления деградации. По сути, ремон-





ты можно проводить по необходимости, а не по жесткому графику, что продлевает ресурс эксплуатации и оптимизирует издержки.

Кроме планирования ремонтов, цифровые двойники открывают качественно новый уровень удаленного мониторинга и управления. Имея детализированную цифровую модель, операторы получают высокую осведомленность о состоянии физического объекта и могут моделировать его поведение при различных воздействиях. Это позволяет перейти к проактивному управлению – не только реагировать на события, но и предотвращать их. Например, зная по цифровому двойнику, что при текущей нагрузке трансформатор через месяц выработает свой температурный ресурс изоляции, можно заранее перераспределить нагрузку между подстанциями или провести обслуживание. Также цифровые модели помогают решать оптимизационные задачи – выбирать оптимальные настройки оборудования, планировать модернизацию, проверять эффективность тех или иных управлений без риска для реальных объектов.

Важно отметить, что внедрение цифровых двойников – это не только вопрос технологии, но и пересмотра существующих процессов. Эксперты подчеркивают, что использование цифровых двойников должно сопровождаться изменением бизнес-процессов технического обслуживания. Если продолжать работать по старым регламентам, игнорируя информацию от цифрового двойника, эффект будет минимальным. Организация должна быть готова перестраивать графики ремонтов, процедуры техобслуживания и даже структуру ответственности персонала в соответствии с новой, более информативной картиной состояния оборудования.

В мировой практике технология Digital Twin уже внедряется в электроэнергетике. К примеру, крупные производители (Siemens, General Electric, ABB и др.) предлагают решения по созданию цифровых двойников трансформаторов, турбин и других элементов энергосистемы. В России эта концепция также приобретает популярность в рамках программы цифровой трансформации электросетевого комплекса. Системный оператор ЕЭС рассматривает цифровые модели энергосистемы как прообраз цифрового двойника всей сети. На уровне распределительных сетей ведутся pilotные проекты по цифровым РЭС, где одна из целей – реализация моделей оборудования для повышения эффективности обслуживания. Ожидается, что в ближайшие годы цифровые двойники станут всё более распространенным инструментом управления активами на подстанциях.

Технические и организационные аспекты

Внедрение новых стратегий обслуживания и цифровых решений требует учета ряда технических и организационных факторов. Рассмотрим основные из них:

1. Инфраструктура датчиков и связи. Для перехода на обслуживание по состоянию необходимо оснастить распределительные подстанции достаточным числом датчиков и обеспечить передачу данных. Технической проблемой может стать интеграция датчиков в старое оборудование. Например, на подстанциях старого типа может не быть штатных мест для установки датчиков температуры в шкафы КРУ либо отсутствовать возможность подключиться к устаревшим устройствам релейной защиты для сбора данных. Решение зачастую заключается в ретрофите: установка накладных датчиков (например, температурных датчиков на кабельные вводы, акустических сенсоров для частичных разрядов и пр.) и дооснащение узлов дополнительными измерительными модулями. Также важно выбрать надежные каналы связи – оптические линии, радиоканалы, сотовая связь – чтобы данные с подстанций оперативно поступали в центр. В удаленных районах может потребоваться модернизация систем связи.

2. Интеграция с существующими системами. На большинстве энергопредприятий уже функционируют различные информационные системы: АСДУ (SCADA), системы учета оборудования, ремонтные базы данных, геоинформационные системы и т.д. Новые решения для мониторинга и аналитики должны быть интегрированы с ними, иначе данные останутся разрозненными. Это требует согласования протоколов, форматов данных, возможно обновления программно-аппаратного обеспечения на самих подстанциях (например, установка шлюзов протоколов или переход на современный стандарт обмена). В идеале реализуется единая информационная модель предприятия, о чем говорилось ранее (например, на базе СИМ). На практике интеграция – сложный организационный проект, требующий взаимодействия ИТ-специалистов, инженеров и поставщиков оборудования.

3. Кадровые компетенции и организация работ. Переход на обслуживание по состоянию меняет роль эксплуатационного персонала. Если раньше основная работа была – выполнять плановые осмотры и ремонты, то теперь акцент смещается на анализ данных и планирование. Появляется потребность в новых специалистах:

инженерах по диагностике, аналитиках по надежности, ИТ-специалистах, разбирающихся в энергетических технологиях. Существующий персонал нужно обучать работе с новыми системами – умению интерпретировать диаграммы с мониторинга, понимать отчеты предиктивного ПО, взаимодействовать с цифровым двойником. Организационно может потребоваться создать специальные подразделения или центры, ответственные за мониторинг и аналитику (например, отдел технической диагностики и мониторинга в составе службы эксплуатации). Также важно перераспределить ответственность: если система прогнозирования показала необходимость ремонта, кто принимает решение о выводе оборудования – алгоритм, инженер службы мониторинга или начальник участка? Четкие регламенты взаимодействия

между «цифровыми» инструментами и традиционной иерархией предприятия – залог успешного использования новых подходов.

4. Надежность и кибербезопасность. Парадоксально, но добавление цифровых систем и датчиков вводит новые риски, которые необходимо контролировать. Надежность самих систем мониторинга должна быть высокой – сбой сенсора или программного обеспечения не должен приводить к ложному ощущению безопасности или, наоборот, панике. Требуется регулярная поверка и обслуживание датчиков, калибровка измерительной аппаратуры, резервирование каналов связи. Отдельно стоит вопрос кибербезопасности: удаленный доступ к подстанциям и обилие данных могут стать мишенью для кибератак. Поэтому вместе с установкой датчиков и связью нужно внедрять средства



защиты информации – шифрование каналов, межсетевые экраны, системы обнаружения вторжений. Любое внедряемое ПО должно проходить проверку на уязвимости. Организация должна развивать компетенции в области ИБ (информационной безопасности) применительно к индустриальным системам, иначе высок риск, что злоумышленники смогут вмешаться в работу цифровых подстанций.

5. Экономические и регуляторные ограничения. Техническое перевооружение подстанций – удовольствие недешевое. Установка множества сенсоров, приобретение лицензий на программные комплексы, обучение персонала и интеграция – всё это требует значительных инвестиций. Не каждое предприятие готово сразу оборудовать все свои объекты по последнему слову техники. Поэтому на практике

Переход на современные стратегии обслуживания – сложная, но необходимая задача

цифровизация ТОиР идет поэтапно: сперва оснащаются датчиками самые критичные узлы (например, транзитные подстанции высокого напряжения, узловые центры питания), проводится пилотное внедрение аналитических систем на ограниченном участке сети. Далее, по мере получения эффекта (снижения аварийности, экономии

средств) проекты масштабируются. В этом плане важную роль играет обоснование инвестиций – необходимо количественно показать, что расходы на цифровое обслуживание окупаются за счет уменьшения потерь от аварий и оптимизации затрат. Постепенно регулятор (государственные органы, тарифные службы) начинает учитывать эти улучшения. Например, в нормативных документах могут появляться положения, допускающие продление межремонтных интервалов при наличии системы мониторинга. Уже сейчас в правилах технической эксплуатации оговаривается возможность проведения ремонтов по фактическому состоянию при соблюдении определённых условий. Однако до полной трансформации регламентной базы предстоит путь – регуляторно необходимо перейти от жестких требований ППР к более гибким моделям, основанным на анализе риска.

Практические рекомендации для энергокомпаний и операторов подстанций

Переход на современные стратегии обслуживания – сложная, но необходимая задача для повышения надежности распределительных подстанций. Ниже представлены практические рекомендации, которые помогут энергокомпаниям и эксплуатирующим организациям успешно реализовать такие изменения:

1. Провести аудит состояния и критичности оборудования. Начать стоит с всесторонней оценки текущего состояния парка оборудования на подстанциях. Выявите наиболее изношенные и критичные для энергосистемы узлы (силовые трансформаторы, распределительные устройства, кабельные линии и т.д.). Это позволит сфокусировать усилия на приоритетных участках и обосновать необходимость новых подходов к их обслуживанию.

2. Внедрять мониторинг поэтапно, начиная с ключевых объектов. Рекомендуется реализовать пилотные проекты по оснащению датчиками



и системой мониторинга на отдельных подстанциях или отдельных единицах оборудования. Например, установить онлайн-мониторинг трансформатора (температура, ДГА, частичные разряды) на одной важной подстанции и отработать процедуру использования полученных данных. Такой пилот даст ценный опыт и позволит оценить эффективность (снизилось ли число инцидентов, удалось ли выявить проблемы заранее).

3. Выбрать и настроить систему предиктивной аналитики. Оцените доступные на рынке программные решения для прогнозного обслуживания или развивайте собственные. Важно, чтобы система могла интегрироваться с вашими источниками данных и была понятна специалистам. На этапе внедрения привлеките персонал к настройке – совместно определите пороги тревог, форматы отчетов, логику оповещений. Маленькими шагами обучайте алгоритмы на ваших данных. Не стремитесь охватить сразу всё: начните с прогнозирования конкретных показателей (например, остаточного ресурса трансформаторного масла или изоляции), затем расширяйте функциональность.

4. Обучить персонал и изменить бизнес-процессы. Параллельно с техническим внедрением необходимо готовить кадры. Проведите обучение для инженеров и техников по работе с новыми системами мониторинга и анализа. Объясните преимущества новых подходов, чтобы сформировать позитивное отношение. Пересмотрите должностные инструкции и регламенты: включите в них процессы реагирования на диагностические сигналы, регулярный анализ отчетов системы. Возможно, потребуется создать центр диагностики или назначить ответственных за сбор и интерпретацию данных. Обязательно предусмотреть механизм принятия решений: кто и на основании чего решает выполнить внеплановый ремонт по сигналу системы. В целом, внедряя цифровые инструменты, перестройте внутренние процессы обслуживания с учетом новых возможностей – от планирования ремонтов до отчетности по их выполнению.

5. Обеспечить поддержку руководства и обоснование инвестиций. Успех масштабных изменений зависит от заинтересованности менеджмента. Необходимо донести до руководства (или акционеров, регуляторов) экономический и надежностный эффект: показать расчеты снижения аварийности, улучшения показателей SAIDI/SAIFI, экономии средств благодаря сокращению аварий и оптимизации плановых работ. Практика показывает, что инвестиции в предиктивное обслуживание окупаются, но важно это продемон-



стрировать на конкретных цифрах. Заручившись поддержкой, составьте дорожную карту внедрения новых технологий ТОиР с указанием этапов, сроков и необходимых ресурсов.

6. Следить за прогрессом и постоянно улучшать подход. После внедрения первых элементов системы необходимо наладить постоянный контроль результатов. Отслеживайте, сколько потенциальных отказов удалось предотвратить, как изменилось количество аварий, сравнивайте затраты «до и после». Собирайте обратную связь от оперативного персонала: удобны ли им новые инструменты, какие есть проблемы или идеи. На основе этой информации корректируйте настройки системы, обучайте алгоритмы на новых данных, дооборудуйте дополнительные датчики там, где выявлена «слепая зона». Совершенствование – непрерыв-

ный процесс: технологии развиваются, и новые версии ПО или датчиков могут еще более улучшить эффективность обслуживания.

7. Учитывать опыт отрасли и лучшие практики. При реализации стратегии опирайтесь на накопленный опыт, как зарубежный, так и отечественный. Изучайте кейсы внедрения цифровых подстанций, участие в отраслевых семинарах, сотрудничайте с профильными НИИ и вузами. Например, результаты pilotных проектов Россетей или других компаний могут дать ценную информацию о реальных эффектах и подводных камнях. Иногда лучше учиться на чужих ошибках, чем на своих. Также ознакомьтесь со стандартами и рекомендациями (IEC, ГОСТ и др.), которые появляются в области мониторинга и предиктивного обслуживания.



Подведем итог

Техническое обслуживание распределительных подстанций переживает трансформацию под влиянием новых технологий и требований к надежности. Если в прошлом доминировала стратегия регламентных ремонтов по календарю, то сегодня акцент сместился на динамическое, информированное обслуживание, основанное на фактическом состоянии и прогнозах. Современные решения – от простых датчиков до цифровых двойников – позволяют оператору подстанции видеть «цифровой образ» своего оборудования и принимать решения, опираясь на данные, а не только на сроки инструкций. В российской энергетике эти подходы начинают внедряться повсеместно, что особенно важно в условиях старения инфраструктуры и ограниченных ресурсов.

Новые стратегии уже доказали свою эффективность: поддержание оборудования в оптимальном состоянии продлевает его ресурс, сокращает число аварийных ситуаций и оптимизирует расходы на эксплуатацию. Предиктивное обслуживание в сочетании с цифровизацией – это вклад в повышение надежности энергосистемы, от которой в конечном счете зависят миллионы потребителей. Однако, как было рассмотрено, успех зависит не только от покупки современных приборов, но и от глубокого пересмотра подходов, обучения персонала и изменения корпоративной культуры в сторону проактивного управления надежностью.

Распределительные подстанции – это «нервные узлы» энергосистемы, и их надежность требует внимания и инвестиций. Применение стратегий обслуживания по состоянию, предиктивной аналитики, датчиков и цифровых двойников уже не относится к области теории – это практические инструменты, доступные энергетикам. Задача отрасли – интегрировать их в повседневную деятельность. Энергокомпании, которые успешно это делают, получают ощутимые дивиденды: меньше аварий, большая удовлетворенность потребителей, экономия средств и уверенность в том, что сеть готова к вызовам будущего. Переходный период может быть сложным, но опыт показывает, что цифровая трансформация ТОиР – необходимое условие развития современного электроэнергетического комплекса. Следуя взвешенной стратегии и опираясь на лучшие практики, можно вывести техническое обслуживание распределительных подстанций на новый уровень, отвечающий вызовам XXI века.

рынок... Светотехники

отраслевой журнал



НОВОСТИ МАРКЕТИНГА

Журнал
о новом маркетинге



Тел.: (495) 540-52-76

Подпишись и получи новые инструменты
для работы и рекомендации ведущих маркетологов!
www.marketingnews.ru

РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ

XIX ЕЖЕГОДНЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС
ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ «ЭЛЕКТРОСАЙТ ГОДА»



ЭЛЕКТРОСАЙТ-2025

Ваш сайт достоин получить больше внимания!



заявки на участие принимаем

на портале www.marketelectro.ru

Участие в конкурсе БЕСПЛАТНОЕ

⌚ +7 (495) 540-52-76

✉ konkurs@marketelectro.ru

организатор конкурса журнал



рынок ...
Электротехники
www.marketelectro.ru
ежеквартальный журнал

Энергоэффективные решения в светотехнике

■ Андрей Метельников

Введение: энергия – на вес золота

Каждое поколение энергетиков сталкивается со своими вызовами. В XX веке задача состояла в том, чтобы обеспечить доступ к электричеству для всех: построить электростанции, протянуть сети, зажечь свет в самых удаленных уголках страны. Сегодня, в середине 2020-х, перед нами стоит другой вызов: **научиться потреблять энергию умно**. Не больше, чем нужно. Не дольше, чем требуется. Не в ущерб окружающей среде и бюджету.

Энергия – больше не просто благо, она – актив стратегического значения. Ее цена измеряется не только в рублях, но и в градусах перегрева планеты, в баллах ESG-рейтингов, в точках доверия со стороны инвесторов и регуляторов. Особенно это ощущается в России, где энергетическая система по-прежнему остается одной из крупнейших и энергоемких в мире, а инфраструктурные издержки – весомым фактором давления на экономику.

Свет – в фокусе энергетической трансформации

Среди всех компонентов потребления энергии свет занимает особое место. Он вездесущ, привычен и зачастую недооценен. Мы включаем свет автоматически – в офисе, подъезде, на складе, на улице – и редко задумываемся о его цене. Между тем, по данным Минэнерго и Росстата, освещение составляет:

- до 40% энергопотребления в городском коммунальном хозяйстве;
- до 25% – в бюджетных учреждениях;
- до 12% – в производственном секторе.

А если взглянуть шире, свет – это не просто функция. Это сигнал комфорtnой среды, индикатор развития, фактор безопасности. Свет влияет на поведение людей, на имидж города или бренда, на работоспособность и здоровье сотрудников. И именно поэтому он оказался в центре внимания тех, кто занимается энергосбережением, цифровизацией и модернизацией.

От лампы к платформе: новый взгляд на освещение

До недавнего времени энергоэффективность в светотехнике ассоциировалась в основном с заменой устаревших лампочек на светодиодные аналоги. Это была первая волна трансформации: быстрая, наглядная, массовая.

Сегодня мы находимся во второй волне, гораздо более глубокой и стратегической. Речь идет уже не о том, чтобы просто меньше потреблять, а о том, чтобы потреблять осмысленно и управляемо. Свет превращается в цифровую инфраструктуру:

- способную реагировать на ситуацию в режиме реального времени;
- управляемую с телефона, сервера, из облака;
- встроенную в экосистему здания, улицы, города;
- нацеленную не только на экономию, но и на комфорт, безопасность, адаптивность и устойчивость.

Освещение – больше не «конечная точка» в смете проектирования. Это интегральная часть умного пространства – от подъезда до промышленного комплекса.

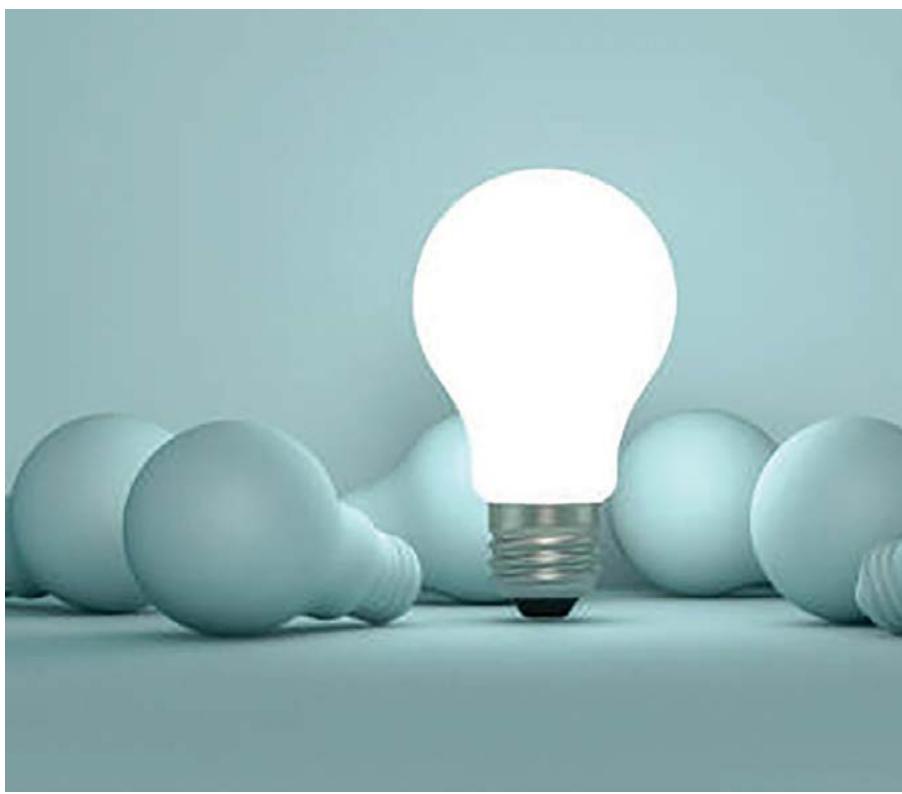
2025 год: переломный момент

Почему именно сейчас эта тема выходит на передний план?

Во-первых, давление на расходы со стороны тарифов и регуляторов усиливается. С 2023 года рост стоимости электроэнергии ускорился, особенно для бюджетных и промышленных потребителей. Каждый лишний киловатт-час – это минус в балансе организации.

Во-вторых, регуляторная среда становится жестче. Требования к энергоаудиту, прозрачности закупок, к ESG-отчетности и цифровой трансформации диктуют новые стандарты – и освещение в них фигурирует как один из легко масштабируемых и управляемых ресурсов.

В-третьих, запрос на комфорт и технологичность растет. Люди хотят работать и жить в хорошо освещенных пространствах, где свет «понимает» контекст и не раздражает, а поддерживает. Работодатели, девелоперы, управляющие компании всё чаще воспринимают свет как фактор конкурентоспособности.



В центре внимания – энергоэффективные решения

На этом фоне рынок светотехники переживает стратегическую переоценку. Покупатели – будь то город, завод, ТЦ или школа – больше не ищут «лампу на 100 Вт». Они ищут:

- решение, дающее гарантированную экономию;
- систему, способную адаптироваться к задачам и среде;
- инструмент, который повысит управляемость объекта;
- решение, соответствующее требованиям устойчивого развития.

Производители и интеграторы, в свою очередь, всё чаще выходят за рамки поставки оборудования – и становятся проводниками между техническими возможностями и стратегическими целями заказчика.

О чем эта статья?

Этот обзор – попытка осмыслить, в каком направлении движется рынок энергоэффективной светотехники в России в 2025 году:

- Какие технологические решения становятся стандартом?

- Кто является основными игроками и за счет чего они выигрывают?

- Какие сегменты демонстрируют наибольший спрос?

- Какие вызовы и риски необходимо учитывать тем, кто работает в отрасли?

- И главное – почему свет становится не просто энергопотребителем, а управляемым ресурсом нового поколения.

Свет – это язык, на котором разговаривает современное пространство. Энергоэффективность – это акцент

в этом языке. А стратегия – это способность использовать его грамотно и на опережение.

Эволюция технологий: свет как элемент цифровой среды

В 2025 году светотехника окончательно вышла за рамки узкопрофильного инженерного направления. Свет перестал быть просто источником освещения – он стал полноценным участником цифровой среды, частью архитектуры «умных» зданий и городов, инструментом управления пространством, комфорта и даже поведения.

Этот переход от функционального к системному подходу сопровождается целым рядом технологических сдвигов, каждый из которых меняет представление о возможностях освещения – от аппаратной части до программной и сетевой интеграции.

1. Светодиодные технологии: от базовой экономии к интеллектуальному качеству света

Если несколько лет назад переход на LED-светильники мотивировался исключительно желанием сэкономить, то в 2025 году светодиодные технологии уже воспринимаются как основа для создания гибких, управляемых, экологичных и долговечных световых систем.

Ключевые направления развития LED-технологий:

• Рост энергоэффективности.

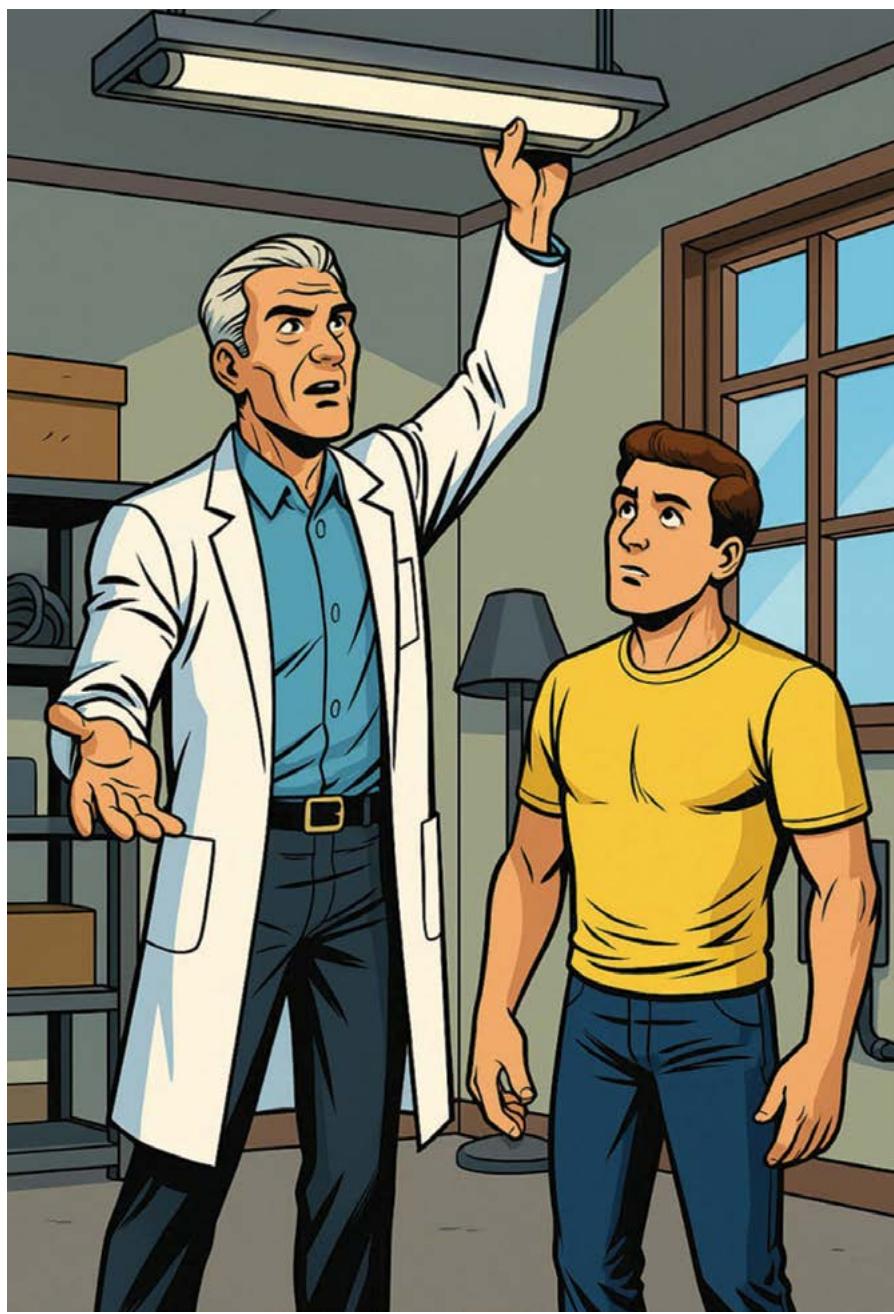
Современные светодиоды достигают световой отдачи 150–180 лм/Вт (для профессионального сегмента), при этом уровень деградации светового потока снижен до <10% за 50 тыс. часов.

• Спектральная оптимизация.

Производители переходят от «потребительского белого» к индивидуально настраиваемым спектрам под конкретные задачи: для офисов – нейтральный и холодный свет, для ритейла – теплый с высокой цветопередачей (CRI > 90), для медицины – биодинамический.

• Компактность и универсальность. СОВ-модули и линейные сборки становятся меньше по размеру, но мощнее и надежнее, позволяя внедрять LED в любые корпуса и типы светильников – от подвесных до встраиваемых архитектурных форм.

Важно: LED-светильники теперь не просто заменяют лампы, а проектируются как часть общей интеллектуальной среды, взаимодействующей с другими инженерными системами.



2. Интеллектуальные системы управления: от автоматики к адаптивности

Ключевое технологическое отличие светотехнических решений 2025 года – интеллект. То есть способность системы не просто включать и выключать свет по таймеру, а анализировать ситуацию, принимать решения, адаптироваться к среде и взаимодействовать с другими элементами инфраструктуры.

В 2025 году в лидерах – именно адаптивные системы, способные:

- анализировать присутствие и поведение пользователей (с помощью мультисенсорных датчиков);
- регулировать яркость и температуру света в зависимости от времени суток, уровня освещенности, задач помещения;
- передавать данные в облако для анализа потребления, диагностики и оптимизации режимов работы;

• участвовать в системах предиктивного обслуживания – сообщая о необходимости замены элемента до его выхода из строя.

Распространенные технологии управления:

- DALI-2 (Digital Addressable Lighting Interface) – стандарт для управления освещением в зданиях, поддерживает индивидуальную адресацию, диагностику, работу с датчиками.

- Bluetooth Mesh – идеален для модернизации без прокладки кабелей, создает распределенную беспроводную сеть светильников.

- Zigbee – популярный протокол в жилой и коммерческой недвижимости, позволяет объединить освещение, климат-контроль и безопасность в одну сеть.

- PoE (Power over Ethernet) – решения, пытающиеся через сетевой кабель Ethernet, объединяют питание, управление и передачу данных.

Интеграция освещения с BMS (Building Management Systems) и платформами «умного города» уже становится стандартом при проектировании объектов класса А и социальной инфраструктуры нового поколения.

3. Свет как элемент IoT: сенсоры, данные, сценарии

В 2025 году освещение – это часть интернета вещей (IoT). Светильники перестают быть «немыми» устройствами – они оснащаются:

- датчиками движения, присутствия и температуры;
- сенсорами освещенности и качества воздуха;
- BLE-маячками для навигации внутри помещений (особенно в ТЦ, аэропортах, музеях).

Эволюция управления освещением:

Этап	Описание	Уровень интеллектуальности
Механическое управление	Вручную — через выключатели	0
Автоматическое	Таймеры, фотореле, датчики	1
Адресное управление	Управление группами, сценарии	2
Интеллектуальное	Централизованная настройка, IoT	3
Адаптивное	Самообучающиеся системы, Big Data	4



Благодаря этому освещение становится каналом сбора и передачи данных, а также носителем контекстуальной логики. Например:

- в логистическом центре свет включается только в зоне работы оператора;
- в офисе уровень освещенности меняется в зависимости от запланированной активности (работа, совещание, презентация);
- в музее освещение подстраивается под количество посетителей и тематику выставки.

Всё чаще освещение связывается с другими системами:

- системами вентиляции и климат-контроля – синхронизация режимов;
- видеонаблюдением и охраной – активация освещения при движении;
- системами безопасности – эвакуационные сценарии при ЧС.

Таким образом, освещение становится не только потребителем энергии, но

Ключевое технологическое отличие светотехнических решений 2025 года – интеллект

и активным участником цифровой инфраструктуры.

4. Освещение и человек: биодинамика и визуальный комфорт

Новый виток развития – ориентация на человека (Human Centric Lighting, HCL). В условиях мегаполисов, мно-

гочасового пребывания в закрытых пространствах и сменных графиков всё более востребован свет, способный поддерживать биологические ритмы и улучшать когнитивные функции.

Принципы HCL:

- Свет в ритме циркадных циклов – теплый утром и вечером, холодный в активной фазе дня;
- Снижение нагрузки на зрение – отсутствие пульсаций, равномерность освещения, настройка под возраст пользователя;
- Стимуляция или расслабление – в зависимости от задач: концентрация, креативность, отдых.

Такие решения уже внедряются в:

- офисах – для повышения производительности;
- школах и вузах – для улучшения усвоения информации;
- медучреждениях – в палатах, реанимации, зонах ожидания;
- ТРЦ и гостиницах – для создания адаптивной атмосферы.

Производители предлагают не просто светильники, а световые сценарии под задачи бизнеса и психоэмоциональные потребности пользователей.

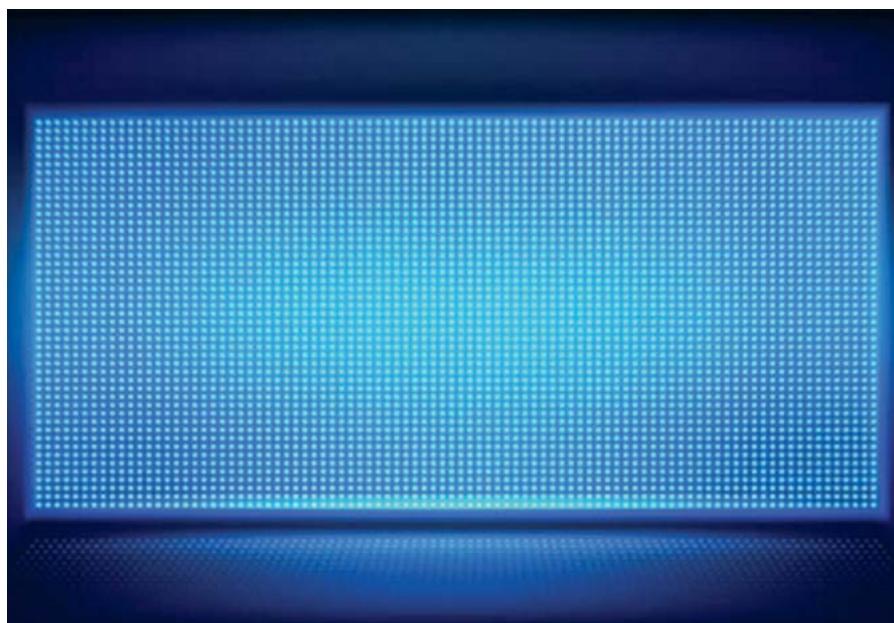
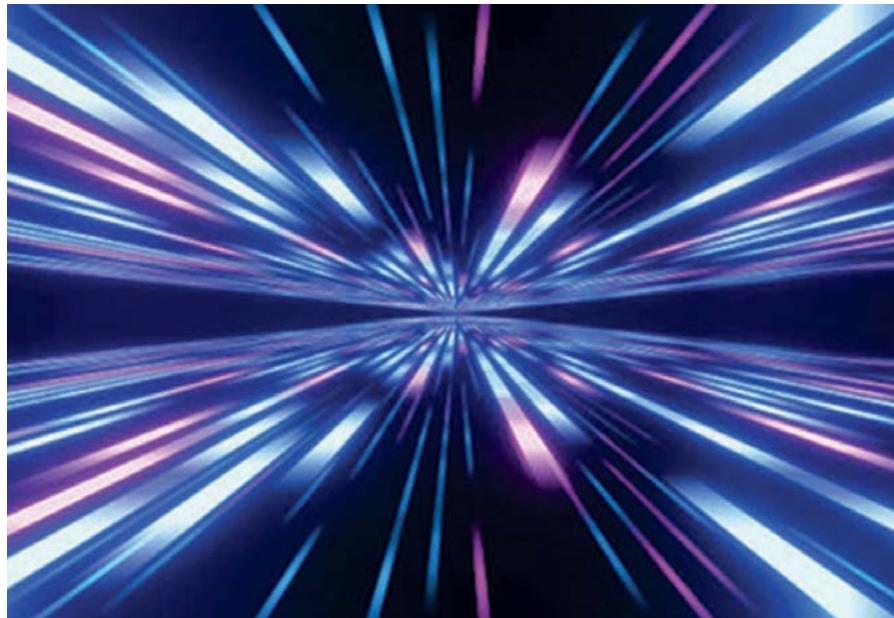
5. Цифровое проектирование и BIM-интеграция

Технологическая зрелость светотехнической отрасли в 2025 году выражается и в переходе от аналогового проектирования к цифровому моделированию. Всё чаще используются:

- BIM-модели светильников – с техническими характеристиками, визуализацией, кривыми силы света;
- светотехнические симуляторы – для расчета освещенности, энергоэффективности, сценариев работы;
- интеграция в цифровые двойники зданий – с возможностью управления и обновления информации в реальном времени.

Это позволяет:

- на этапе проектирования увидеть, как будет работать свет в связке с другими системами;
- упростить эксплуатацию за счет цифрового паспорта оборудования;
- легко масштабировать или адаптировать систему под новые задачи.



Вывод: от лампы к платформе

Технологическое развитие светотехники в 2025 году – это не линейное улучшение старых решений, а качественный переход в новую парадигму. Свет становится не просто «лампочкой», а:

- интерфейсом управления средой,
- источником и носителем данных,
- механизмом взаимодействия с пользователем.

Те компании, которые научатся смотреть на освещение как на платформу, а не на устройство, станут новыми лидерами отрасли. А заказчики, умеющие интегрировать интеллектуальный свет в общую цифровую архитектуру здания или города, – получат не только экономию, но и устойчивое конкурентное преимущество.

Где растет спрос: сегментный обзор

Рост интереса к энергоэффективным и интеллектуальным системам освещения в России в 2025 году носит неравномерный, но отчетливо сегментированный характер. У каждого сектора – своя мотивация, свой уровень зрелости и свои барьеры. Где-то энергоэффективность – способ сэкономить на операционных расходах. Где-то – ответ на регуляторные требования. А где-то – элемент имиджа, ESG-стратегии или комфортной среды.

Рассмотрим ключевые потребительские сегменты, в которых спрос на энергоэффективную светотехнику наиболее заметен и структурирован.

1. Муниципальный сектор: свет как инфраструктура города

Муниципалитеты в 2025 году становятся одним из самых активных и институционально значимых заказчиков в сфере энергоэффективного освещения. Это касается как крупных городов, так и малых населенных пунктов.

Драйверы спроса:

- Повышение тарифов на электроэнергию и стремление сократить коммунальные расходы;
- Участие в федеральных и региональных программах (нацпроекты «Экология», «Цифровая экономика» и др.);
- Применение энергосервисных контрактов, позволяющих модернизировать инфраструктуру без начальных затрат;
- Публичное давление: запрос от жителей на комфорт и безопасность городской среды.

Что внедряют:

- Полная замена уличных натриевых ламп на LED-системы с оптической регулировкой светового потока;
- Оснащение светильников датчиками движения и фотодатчиками – для адаптивной работы;

- Подключение к централизованным системам диспетчеризации;
- Применение светильников с повышенной устойчивостью к вандализму и погодным условиям (IP65+).

Практика:

- В 2024 году в рамках энергосервисного контракта в Новосибирске было модернизировано более 35 тысяч светоточек. Уровень экономии электроэнергии составил свыше 50%.
- В Чебоксарах внедрена централизованная платформа управления уличным освещением – с функцией предиктивного обслуживания и статистикой работы каждого светильника.

2. ЖКХ и многоквартирные дома: экономия в каждый подъезд

Сектор жилищно-коммунального хозяйства – один из самых энергоем-

ких и одновременно один из наименее модернизированных до недавнего времени. Но ситуация начала меняться.

Драйверы спроса:

- Повышение платы за ОДН (общедомовые нужды);
- Стимулы от государства (субсидии, методические рекомендации Минстроя);
- Давление жильцов на управляющие компании;
- Появление простых решений с быстрой окупаемостью.

Что внедряют:

- LED-светильники с датчиками движения и задержкой выключения;
- Системы с функцией диммирования (понижение яркости при отсутствии движения);
- Подъездное освещение с интеграцией в умные домофонные и охранные системы;



- Онлайн-отчетность и учет энергопотребления через мобильные приложения.

Преимущества:

- Снижение расходов на ОДН до 30–40%;
- Повышение безопасности и комфорта для жителей;
- Увеличение срока службы оборудования – с двух-трех до восьми-десяти лет;
- Повышение доверия к управляющим компаниям за счет прозрачности экономии.

Барьеры:

- Низкая мотивация некоторых УК;
- Недостаточная информированность собственников жилья;
- Отсутствие единых стандартов закупки и эксплуатации.

3. Коммерческая недвижимость: офисы, ТРЦ, гостиницы

Сектор коммерческой недвижимости в 2025 году воспринимает освещение не только как источник света, но и как инструмент повышения доходов, лояльности и имиджа.

Драйверы спроса:

- Давление со стороны арендаторов: комфорт и продуктивность на рабочих местах;
- Конкуренция между девелоперами и управляющими компаниями;
- Необходимость соответствовать требованиям «зеленой» сертификации (BREEAM, LEED и др.);
- Влияние ESG-повестки и требований инвесторов.



Что внедряют:

- Биодинамическое освещение: динамическое изменение цветовой температуры в течение дня;
- Сценарные системы: настройка разных режимов – «Работа», «Презентация», «Уборка» и др.;
- Интеграция освещения с климат-контролем и системами безопасности;
- Мобильное управление светом для арендаторов – через приложения или голосовые помощники.

Пример:

- В одном из бизнес-центров Москвы внедрена система освещения с BLE-маячками: она не только управляет светом в зависимости от присутствия сотрудников, но и позволяет им бронировать переговорные комнаты и настраивать освещенность индивидуально.

4. Ритейл: свет как способ управлять вниманием покупателя

Для розничной торговли освещение – это часть маркетинга, а не только инфраструктуры. Свет помогает управлять вниманием, формировать настроение, вызывать эмоциональный отклик.

Драйверы спроса:

- Рост конкуренции в офлайн-торговле и необходимость «захватывать» покупателя с первого взгляда;
- Переход к гибкой выкладке товаров и необходимости быстро адаптировать световые сценарии;
- Эффектный витринный свет как фактор трафика;
- Оптимизация расходов на электроэнергию в ТРЦ.

Что внедряют:

- Светильники с высоким CRI (индекс цветопередачи) – для точного отображения товаров;
- Управление светом по зонам: входная группа, кассы, промзоны, склады;
- Системы динамического света – например, для создания эффекта движения;
- Умное освещение в примерочных – подстраивается под тип одежды (теплый/холодный свет).

Пример:

- Крупная сеть супермаркетов на юге России внедрила сценарное освещение, которое меняется в течение дня: утром – мягкий нейтральный свет, днем – яркий и холодный для бодрости, вечером – приглушенный и теплый, стимулирующий покупки перед закрытием.

5. Промышленность и логистика: рациональность и надежность

Предприятия – от производственных до логистических – традиционно уделяют большое внимание эффективности и безопасности, что делает их одними из самых активных клиентов в сегменте B2B.

Драйверы спроса:

- Рост тарифов на электроэнергию и расходы на обслуживание;
- Необходимость обеспечить безопасность на рабочих местах (согласно нормам охраны труда);
- Модернизация по ESG-стандартам и участие в экологических программах;
- Интеграция освещения в цифровые системы управления производством.

Что внедряют:

- Светильники промышленного класса с высокой степенью защиты (IP66, IK10);
- Резервные системы аварийного освещения;
- Сенсорные системы с автоматической активацией и предиктивной диагностикой;
- Зональное освещение на складах – включение по необходимости.

Пример:

В крупном логистическом центре в Подмосковье внедрена интеллектуальная система освещения, синхронизированная с WMS. При приближении погрузчика или оператора свет включается заранее, минимизируя простоя и повышая безопасность.

Вывод: спрос растет там, где эффективность видна невооруженным глазом

Наиболее устойчивый и быстро растущий спрос на энергоэффективные решения в светотехнике наблюдается в тех секторах, где:

- есть четкая экономика проекта (окупаемость, сниженные расходы);
- присутствуют регуляторные или ESG-мотиваторы;
- требуется высокое качество и гибкость среды – как в коммерческой недвижимости и ритейле.

По мере развития цифровизации, распространения энергосервисных контрактов и роста культуры осознанного потребления света можно ожидать, что новыми точками роста станут сфера образования, медицина и агропромышленный комплекс. Однако уже сегодня можно утверждать: интеллек-

туальное и энергоэффективное освещение становится стандартом – сначала в передовых секторах, а затем и во всех остальных.

Карта игроков: кто формирует рынок

Рынок энергоэффективной светотехники в России в 2025 году – это сложная, динамичная экосистема, в которой переплетаются интересы отечественных производителей, системных интеграторов, инжиниринговых компаний и поставщиков компонентов. Он отражает сразу несколько трендов: локализацию, технологическую конкуренцию, углубление сервисного подхода и рост потребительских ожиданий.

Общая картина

После 2022 года рынок светотехники испытал трансформацию, сравнимую с перезагрузкой. Санкционные ограничения, логистические разрывы и валютная волатильность заставили многих игроков пересмотреть стратегии. В результате усилились позиции отечественных производителей, особенно тех, кто сделал ставку на глубокую локализацию, собственную элементную базу, R&D и гибкость в работе с крупными и государственными заказчиками.

При этом импортная продукция не исчезла, но теперь она либо поступает из новых логистических направлений (Китай, Турция, ОАЭ, Иран), либо интегрируется через совместные предприятия и серые каналы. Таким



образом, рынок стал более раздробленным, но одновременно и более гибким и адаптивным.

1. Отечественные производители: от сборщиков к разработчикам

Российские компании, еще недавно позиционирующие себя как «локализованные сборочные предприятия», теперь всё чаще становятся полноценными разработчиками, внедряющими инновации не только в аппаратной части, но и в системах управления, цифровых интерфейсах и комплексных сервисных моделях.

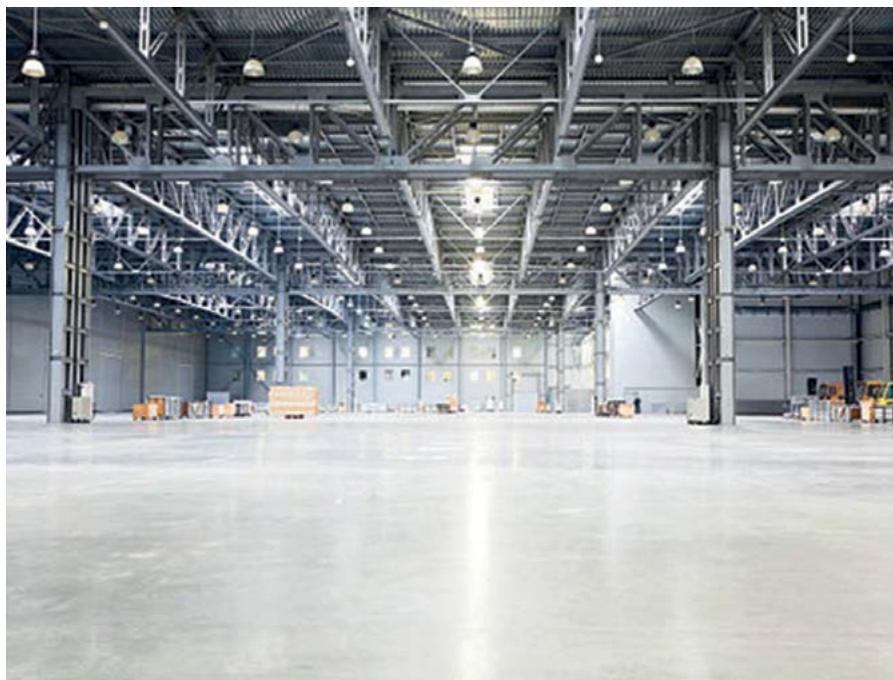
Ключевые игроки:

- **Световые Технологии** (Москва)
Один из безусловных лидеров

отрасли. Имеет крупные производственные мощности, собственные лаборатории, широкий модельный ряд и развитую дилерскую сеть по всей России и СНГ. Активно развивает BIM-направление (цифровые модели светильников). Предлагает как массовые решения, так и кастомные под крупные проекты. Внедряет интеллектуальные системы освещения (управление, диммирование, сенсоры).

• **Ферекс** (Владимир)

Компания с акцентом на индустриальные и муниципальные проекты. Специализация на уличном и промышленном освещении. Высокий уровень адаптации продукции к суровым климатическим условиям. Собственная электронная начинка – драйверы, блоки питания.



• **ИЭК Групп** (Подольск)

Крупный игрок в электротехнической отрасли, активно развивающий направление светотехники. Массовый сегмент – светильники для ЖКХ, офисов, промышленных объектов. Поддержка энергосервисных и цифровых проектов.

• **LED-Эффект** (Казань)

Фокусируется на светодиодной продукции для архитектурного, коммерческого и уличного освещения.

• **Эра, Эколайт, Varton, GALAD, Новая Эра Света** и другие

Эти компании активно работают в нишах: от бюджетного сегмента до декоративного освещения. Некоторые делают ставку на агрессивное расширение дилерской сети и выход в DIY-ретейл.

2. Импортные бренды и их новая роль

Импортная продукция, особенно в средне- и высоком сегменте, по-прежнему востребована – несмотря на рост локализации. Однако теперь она входит в рынок по другим каналам и с другой логикой.

Основные особенности:

- Официальные дистрибуторы всё чаще работают через параллельный импорт или местные дочерние структуры;
- Растет популярность продукции из Турции, Китая, Ирана, Южной Кореи – как альтернатива европейским брендам;
- Некоторые компании переориентировали фокус с B2C на B2B, предлагая проектные решения (например, освещение для логистических хабов, заводов, торговых центров).

Примеры активных брендов:

- **Opple** (Китай) – сильная позиция в коммерческом сегменте и ЖКХ;
- **Tungsram** (Венгрия/Турция) – премиум-категория, встраиваемые светильники;
- **Luxon, Philips Signify** (через третий страны) – ограниченный, но всё еще присутствующий ассортимент;
- **Osram** – поставки модулей, комплектующих, OEM-решения через партнеров.

3. Поставщики компонентов: за кулисами светотехнической сцены

Сердце энергоэффективного светильника – это не корпус, а начинка: светодиодный модуль, драйвер, система управления. И в этой зоне особенно заметна зависимость от импорта, но одновременно – растущий интерес к разработке и локализации.

Основные тренды:

- Китай остается основным поставщиком светодиодов, драйверов, линз, микроконтроллеров;

Энергоэффективная светотехника в России

переживает важный переходный момент

- В России появляются свои производители драйверов и управляющей электроники – в рамках господдержки микроэлектроники (например, «Микрон», НПО «Светланов»);
- Часто светильники «сделано в России» включают до 70% иностранных компонентов, хотя формально локализованы.

Риски:

- Колебания валют и логистические сбои;
- Отсутствие сертифицированных аналогов для ряда высокоточных компонентов;
- Технологическая зависимость от нестабильных поставок из Юго-Восточной Азии.

4. Системные интеграторы и проектировщики

Всё большую роль на рынке начинают играть системные интеграторы, проектные организации и консалтинговые компании, работающие на стыке инженерии, цифровизации и эксплуатации.

Их задачи:

- Разработка концепций освещения под BIM и «умное здание»;
- Интеграция освещения в BMS, IoT и SCADA-системы;
- Постгарантийное обслуживание, обучение заказчика;
- Адаптация импортных решений под российские условия и нормативы.

5. Перспективные игроки: стартапы, R&D и ниши

На фоне технологического перехода появляются малые, но амбициозные компании, предлагающие решения в сферах:

- адаптивного освещения с элементами машинного обучения;
- ультрафиолетовой дезинфекции с LED-источниками;
- освещения на солнечной энергии с накопителями;
- IoT-платформ для удаленного мониторинга света.

Вывод: рынок формируют те, кто управляет не светом, а смыслами

Карта игроков в 2025 году – это не просто реестр производителей светильников. Это экосистема, где побеждают те, кто умеет объединить железо, интеллект и сервис:

- производители, контролирующие цепочку от компонента до реализации;
- интеграторы, умеющие работать с данными и нормативами;
- компании, предлагающие не продукт, а решение под конкретную задачу заказчика.

Лидерство на рынке всё чаще определяется не ценой, а комплексностью, масштабируемостью, цифровой зрелостью и экологичностью решений.

Поддержку таким проектам оказывают технопарки, фонды развития промышленности, венчурные студии. Интерес к ним проявляют крупные застройщики и госкорпорации, стремящиеся диверсифицировать поставщиков.



А значит, борьба за рынок будет вестись не только на уровне склада и монтажной площадки – но и в головах архитекторов, урбанистов, ИТ-специалистов и стратегов.

Вызовы и перспективы: на пороге технологического и институционального обновления

Энергоэффективная светотехника в России переживает важный переходный момент. С одной стороны, в отрасли налицо зрелость ключевых технологий – светодиоды достигли высоких уровней эффективности, интеллектуальные системы становятся доступнее, а рынок демонстрирует устойчивый интерес к модернизации.



С другой – сохраняется целый ряд системных и точечных вызовов, которые могут замедлить темпы перехода к «умному» энергоэффективному освещению. Эти вызовы – не просто трудности роста, а ключевые точки напряжения, от которых зависит вектор развития всей отрасли в ближайшие годы.

1. Дефицит квалифицированных специалистов

Одна из главных проблем 2025 года – нехватка инженерных кадров, способных не только монтировать системы освещения, но и проектировать, настраивать, интегрировать и обслуживать интеллектуальные системы управления светом.

Речь идет о специалистах в следующих направлениях:

- проектирование систем с учетом норм энергоэффективности;
- программирование протоколов связи (DALI, KNX, Zigbee и др.);
- интеграция освещения в BMS и BIM-модели зданий;
- диагностика и оптимизация потребления.

Причины дефицита:

- отставание профильных вузов и колледжей от рыночных требований;
- нехватка междисциплинарных программ (инженерия + ИТ + энергетика);
- отток кадров в смежные, более высокооплачиваемые отрасли (например, ИТ и телеком).

Последствия:

- ограниченная масштабируемость проектов;
- рост издержек на внедрение систем управления;
- «ручной режим» эксплуатации там, где возможна автоматизация.

2. Низкая мотивация в части объектов ЖКХ и бюджетного сектора

Несмотря на успехи в отдельных регионах и домах, внедрение энергоэффективных решений в ЖКХ и бюджетной сфере остается точечным.

Основные причины:

- бюрократические барьеры при переходе на энергосервисные контракты;
- отсутствие финансовых стимулов для УК: сэкономленные деньги не всегда остаются в распоряжении управляющей компании;
- слабая информированность собственников жилья о потенциале экономии;
- инертность мышления – в некоторых муниципалитетах «лампа за 200 рублей» всё еще воспринимается как достаточный уровень модернизации.

При этом потенциал колossalен: по оценкам профильных ассоциаций, только за счет перехода на умное освещение в подъездах и подвалах можно сэкономить до 35% расходов на общедомовые нужды. Однако, чтобы это стало реальностью, нужны стимулы на уровне законодательства и прозрачные механизмы мотивации УК.

3. Зависимость от импортных компонентов и колебания валют

Несмотря на значительный прогресс в импортозамещении, российский светотехнический рынок по-прежнему чувствителен к изменениям на глобальных рынках. Это касается:

- драйверов и управляющей электроники;
- оптических линз и светорассеивающих материалов;
- высокотехнологичных чипов и микроконтроллеров.

Большинство критически важных компонентов поставляется из Китая, Турции, ОАЭ и Юго-Восточной Азии. При этом колебания валют, логистические сбои, санкционные ограничения или перебои в поставках могут приводить к:

- удорожанию готовых решений на 15–25%;
- срывам сроков реализации крупных проектов;
- росту доли «серых» поставок и несертифицированных решений на рынке.

Важно понимать: для того чтобы действительно выстроить устойчивую экосистему отечественного производства, требуется координация усилий производителей, государства и образовательной среды.

4. Фрагментация рынка и отсутствие единых стандартов цифровизации

Еще один вызов – отсутствие единых стандартов и платформенных решений в области интеллектуального освещения. Сегодня на рынке существуют десятки систем управления, не всегда совместимых друг с другом. Это приводит к:

- сложности масштабирования;
- рискам технологического «запирания» клиента на одного поставщика;
- повышению затрат на интеграцию и сопровождение.

Для сравнения: в европейских странах активно внедряются универсальные цифровые платформы управления освещением, стандартизованные протоколы обмена данными, а также открытые API для интеграции с «умным» городом, видеонаблюдением, учетом и аналитикой.

В России такие инициативы пока носят скорее локальный характер. Необходима институциональная поддержка, возможно – разработка отраслевых цифровых стандартов под эгидой профильных ассоциаций и Минпромторга.

5. Проблема «ложной энергоэффективности»

Среди рисков – формальный подход к энергоэффективности, при котором за новыми решениями скрываются неэффективные или морально устаревшие технологии.

Примеры:

- установка светодиодных светильников без системы управления и датчиков – экономия на бумаге, а по факту – минимальный эффект;
- закупка некачественных светодиодов с быстрым деградированием светового потока;
- подмена терминов: позиционирование «снижения мощности» как «повышения эффективности».

Это создает доверительный кризис у заказчиков, особенно в муниципальной сфере, и тормозит реализацию по-настоящему эффективных проектов. Решение – развитие культуры энергоаудита, прозрачность расчетов, публикация независимых кейсов и сертификация решений.

Перспективы: рост за счет новых форматов и трендов

Несмотря на вышеперечисленные вызовы, потенциал роста отрасли огромен. На горизонте 2025–2027 годов можно выделить несколько ключевых точек роста:

1. Рост ESG-ориентированного спроса

Крупные корпорации, особенно из промышленности и недвижимости, в рамках своих ESG-стратегий всё чаще внедряют «зеленые» световые решения.

Они не только позволяют экономить энергию, но и служат частью нефинансовой отчетности, которую требуют банки, инвесторы и международные партнеры.

Таким образом, энергоэффективное освещение становится элементом имиджа и репутации компании, а не только способом экономии.

2. Модернизация социальной инфраструктуры: школы, больницы, спортивные объекты

Согласно планам Минстроя и региональных властей, в ближайшие два года значительные инвестиции будут направлены на обновление освещения в школах, детских садах, учреждениях здравоохранения. Это включает:

- биодинамическое освещение для повышения концентрации и здоровья детей;



- снижение энергозатрат в старых зданиях;
- создание комфортной среды в стационарах, поликлиниках и спортивных комплексах.

Для светотехнических компаний это – масштабный и относительно стабильный рынок, особенно в регионах.

3. Внедрение цифровых двойников и BIM-проектирования

Переход к цифровому строительству и эксплуатации объектов способствует росту спроса на интеграцию освещения в цифровые модели зданий (BIM). Уже сегодня девелоперы требуют:

- подробных спецификаций оборудования;
- расчетов освещенности в цифровом виде;
- возможности последующего мониторинга и обновления данных.

Компании, предлагающие светильники с готовыми BIM-модулями и возможностью цифрового учета, будут востребованы в рамках всех крупных стройпроектов.

4. Развитие экспортного потенциала

Несмотря на санкционные ограничения, российские производители начинают осваивать рынки стран СНГ, Ближнего Востока, Азии и Африки.

Успех возможен за счет:

- конкурентной цены;
- возможности кастомизации;
- поддержки со стороны государственных экспортных институтов.

Ставка на энергоэффективность и надежность – конкурентное преимущество в странах, где стремительно растет урбанизация.

Финальный вывод

Светотехническая отрасль России стоит перед выбором: оставаться в рамках

Любая система освещения должна соответствовать нормативно-правовым требованиям

привычной модернизации или сделать шаг в сторону системного технологического обновления. Первый путь дешевле и проще, но быстро исчерпает себя. Второй – требует усилий, инвестиций и нового мышления, но именно он открывает дорогу к устойчивому, цифровому и энергоэффективному будущему.

Рынок ждет тех, кто готов работать не только со светом, но и с данными, стандартами, экономикой и логикой устойчивого развития. Потому что в 2025 году энергоэффективность – это уже не цель. Это язык, на котором разговаривает весь современный мир.

Энергетическая политика и регуляторные драйверы: свет на уровне стратегии

Чтобы понять, почему рынок энергоэффективной светотехники в России в 2025 году переживает структурный сдвиг, необходимо обратиться к системным установкам государства. Светотехника – это не изолированная отрасль, а часть более широкой повестки в сфере энергосбережения, цифровизации инфраструктуры и достижения целей устойчивого развития.

В последние годы государственная политика в области энергетики всё

более жестко ориентируется на рациональное потребление ресурсов, снижение потерь и внедрение технологий, минимизирующих углеродный след. Эти тренды формируют реальный спрос на энергоэффективные решения в освещении – не декларативный, а институционально закрепленный.

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2035 года

Основополагающий документ, определяющий рамки развития отрасли, – это Энергетическая стратегия РФ на период до 2035 года, утвержденная правительством в 2020 году. В ней прямо указано, что одним из приоритетов является повышение энергоэффективности конечного потребления и снижение потерь энергии в ЖКХ, промышленности и инфраструктуре.

Особое внимание уделено освещению как одному из крупнейших и легко оптимизируемых потребителей электроэнергии в городской и промышленной среде. Стратегия предполагает стимулирование внедрения энергоэффективного оборудования, а также развитие механизмов энергосервисных контрактов, где модернизация осуществляется за счет будущей экономии ресурсов.

С точки зрения практики, реализация положений стратегии уже сегодня влияет на инвестиционные приоритеты регионов и предприятий. Светотехника становится приоритетным направлением при составлении энергоаудитов, утверждении инвестиционных программ, выборе технологий при реконструкции объектов.

2. Национальные и федеральные проекты: точка входа для бюджетных инвестиций

Начиная с 2021 года и особенно в 2023–2025 годах значительное влияние на отрасль светотехники оказывают федеральные программы и нацпроекты, которые обеспечивают не только финансирование, но и институциональные рамки для внедрения энергоэффективных решений.



- Федеральный проект «Чистый воздух» (в рамках нацпроекта «Экология»)

Изначально направленный на снижение выбросов в крупных промышленных центрах, проект в том числе включает меры по модернизации городской инфраструктуры – в частности, систем освещения. Города-участники (включая Красноярск, Омск, Челябинск и другие) реализуют масштабные проекты по замене устаревших натриевых и ртутных светильников на светодиодные с управлением по датчикам. Это не только снижает энергопотребление, но и улучшает экологические условия: уменьшается уровень светового загрязнения, сокращаются выбросы от генерации электроэнергии.

- Национальный проект «Цифровая экономика»

Цифровизация городской среды включает в себя развитие систем «умного города», в которые освещение входит как ключевой компонент. Здесь поддерживаются проекты:

- по внедрению интеллектуальных систем управления освещением;
- интеграции света в городские цифровые платформы;
- систем мониторинга и аналитики энергопотребления.

Программы цифровизации дают возможность муниципалитетам получить федеральную субсидию при условии внедрения современных протоколов связи, удаленного управления и облачных решений в освещении улиц, социальных объектов и жилой инфраструктуры.

- Государственная программа по энергоэффективности в ЖКХ

Минстрой и Минэнерго поддерживают модернизацию систем освещения в многоквартирных домах, включая:

- субсидии для УК и ТСЖ на установку LED-светильников с датчиками;
- методические рекомендации для энергоаудита домов;
- разработку типовых энергосервисных контрактов.

Результат: в 2024 году количество энергосервисных контрактов в сфере ЖКХ выросло более чем на 60% по сравнению с предыдущим годом, по данным НП «Российское теплоснабжение».

3. Развитие энергосервисного механизма: бизнес без стартовых инвестиций

Одним из самых мощных драйверов модернизации освещения стало развитие энергосервисных контрактов (ESCO) – механизма, при котором внедрение энергоэффективного решения финансируется за счет той экономии, которую оно же и генерирует.

Простыми словами: муниципалитет или предприятие ничего не платит за замену светильников – это делает энергосервисная компания, а заказчик возвращает инвестиции партнеру из экономии на электроэнергии в течение нескольких лет.

В 2023–2025 годах энергосервисные контракты получили новую волну развития благодаря:

- принятию поправок в 44-ФЗ и 223-ФЗ, которые упростили заключение таких договоров;
- внедрению цифровых платформ учета и мониторинга исполнения энергосервисных проектов;
- поддержке со стороны Минэкономразвития, разработавшего методические рекомендации по их заключению.

Это дало толчок для масштабной модернизации освещения в школах,

больницах, административных зданиях и особенно на объектах уличного освещения. Например, в 2024 году по энергосервисной модели в Екатеринбурге заменено более 30 тысяч светоточек с внедрением управления через IoT-платформу.

4. Региональные программы модернизации освещения

Наряду с федеральными проектами, регионы запускают собственные программы поддержки перехода на энергоэффективное освещение, зачастую в рамках климатических и инвестиционных стратегий.

В числе региональных инициатив:

- программа модернизации освещения в Свердловской области с использованием регионального фонда энергоэффективности;



- субсидии для агропредприятий в Краснодарском крае на переход к энергоэффективному освещению в овощехранилищах и теплицах;
- проект «Светлый город» в Калужской области с частным софинансированием.

Региональные фонды, работающие в партнерстве с коммерческими банками, предоставляют льготные кредиты и субсидии на покупку оборудования, особенно при условии использования локализованной продукции.

5. Влияние ESG-повестки и требований устойчивого развития

Важнейший нематериальный, но весьма действенный драйвер – это давление со стороны инвесторов, банков

и международных партнеров, требующих соблюдения ESG-стандартов.

Энергоэффективное освещение – это простой, быстро реализуемый и наглядный инструмент, который легко продемонстрировать в отчетности:

- снижение энергопотребления – прямая экономия и снижение углеродного следа;
- улучшение качества среды – вклад в «социальный» аспект ESG;
- применение локальных решений – соответствие критерию устойчивого развития.

Именно поэтому многие предприятия и девелоперы закладывают в проекты освещения отдельную строку в нефинансовой отчетности, подтверждая свои усилия аудитами и сертификацией (в том числе по международным стандартам, таким как BREEAM и LEED).



Вывод

Таким образом, энергоэффективность в светотехнике сегодня – это уже не просто выбор предприятия или региона, а институционально заданная норма, встроенная в государственные стратегии, законы и программы.

Рынок развивается в условиях «мягкого принуждения» – через регулирование, субсидирование, требования к устойчивости и цифровизацию. Это формирует предсказуемую и устойчивую траекторию роста, где выигрывают те компании, которые смогут соответствовать не только техническим, но и нормативным, цифровым и социальным ожиданиям заказчиков.

Обзор нормативной базы: правовые ориентиры для энергоэффективного света

Любая система освещения, особенно в коммерческом, промышленном и муниципальном секторе, должна не только быть технически надежной и экономичной, но и соответствовать нормативно-правовым требованиям. В России нормативная база в области светотехники включает в себя технические регламенты, своды правил, ГОСТы и правительственные постановления, направленные на обеспечение безопасности, энергоэффективности и качества световой среды.

Знание и соблюдение этих документов – не просто формальность. Это необходимое условие проектирования, прохождения экспертизы, получения допуска к эксплуатации и участия в тендерах, особенно в сфере государственных и муниципальных закупок.

Ниже – обзор основных нормативных документов, действующих в 2025 году.

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 004/2011

«О безопасности низковольтного оборудования»

- Распространяется на светильники и электрооборудование, работающее в диапазоне напряжений 50–1000 В (переменного тока).

- Требует обязательной сертификации и маркировки продукции.

- Является основным регламентом для импорта и выпуска светотехники на рынок ЕАЭС.

Для чего важен: без соответствия ТР ТС 004/2011 продукция не может быть реализована на территории России. Это касается как готовых светильников, так и комплектующих.

Работа в рамках нормативной базы – это не просто

юридическая формальность

2. СП 52.13330.2016

**Актуализированная редакция
СНиП 23-05-95**
«Естественное и искусственное освещение»

- Устанавливает требования к уровню освещенности, равномерности, коэффициенту пульсаций, блескости и другим параметрам.
- Содержит нормы для различных типов зданий: жилых, общественных, промышленных, складских, учебных и др.
- Заменил собой устаревшие положения СНиП и является основным документом при проектировании.

Для чего важен: определяет минимальные и рекомендуемые значения освещенности по видам помещений и задачам, влияет на выбор мощности, оптики, светораспределения и схем размещения светильников.

3. ГОСТ Р 55708-2013

«Энергосбережение. Управление освещением зданий и территорий»

- Регламентирует принципы проектирования автоматизированных систем управления освещением.
- Описывает логику включения/выключения, диммирования, работу по датчикам и расписаниям.
- Дает рекомендации по оценке экономической эффективности внедряемых решений.

Для чего важен: критически важен при проектировании интеллектуальных систем освещения, особенно в общественных зданиях, ТЦ, офисных и промышленных объектах.

4. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении»

- Устанавливает требования к государственным учреждениям и компаниям с госучастием по снижению энергопотребления.
- Вводит обязанность проведения энергоаудита;
- Регламентирует внедрение учетных систем и энергоэффективных технологий.

Для чего важен: обязывает государственные структуры использовать энергоэффективное оборудование, в том числе

в системах освещения. Основа для реализации энергосервисных контрактов.

5. СП 31.13330.2020

«Здания общественные. Правила проектирования»

- Обновленный свод правил, включающий освещение как часть комфортной среды.
- Учитывает требования к естественному и искусственному освещению в школах, детсадах, медучреждениях, административных зданиях.

Для чего важен: содержит нормы для биодинамического и регулируемого освещения, важен при проектировании освещения в сфере образования, здравоохранения, культуры.

6. Постановление Правительства РФ № 1225 от 17.12.2010

«Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной энергетической маркировке»

- Светильники и лампы входят в перечень энергоэффективных товаров.
- Требуется наличие маркировки класса энергоэффективности (от А до G, в зависимости от методики);
- Используется при госзакупках –

допускаются только товары с определенным уровнем.

Для чего важно: при закупках для государственных и муниципальных нужд допускаются только энергоэффективные светильники определенного класса, что влияет на ассортимент и допуск к тендерам.

7. ГОСТ IEC60598-1-2020

«Светильники. Общие требования и методы испытаний»

- Унифицированный стандарт, включающий требования к конструкции, надежности, электробезопасности, термостойкости, защите от влаги и пыли.
- Важен при разработке и выборе оборудования, особенно для уличных и промышленных условий.

Для чего важен: определяет соответствие требованиям IP-защиты (например, IP65), устойчивости к вандальству, перегреву, механическим повреждениям.

8. Рекомендации Минстроя и Минэнерго

(в виде писем, методичек, отраслевых стандартов)

- Методические указания по заключению энергосервисных контрактов;
- Типовые технические задания на проектирование освещения;
- Руководства по реализации мероприятий по снижению потерь электроэнергии.

Для чего важны: позволяют упростить взаимодействие между подрядчиками и заказчиками, стандартизировать подход к модернизации освещения и избежать юридических ошибок.



9. Дополнительные документы и рекомендации:

- СП 60.13330.2020 – наружное электрическое освещение;
- СП 155.13330.2014 – проектирование жилых многоквартирных домов;
- Методика расчета класса энергоэффективности зданий (Минстрой, 2023) – учитывает освещение как один из факторов;
- Методические рекомендации по учету освещенности и светового загрязнения (Росприроднадзор, 2024) – в рамках наципроекта «Экология».

Вывод: соблюдение норм – гарантия не только безопасности, но и эффективности

Работа в рамках нормативной базы – это не просто юридическая формальность. Это:

- страховка от рисков при эксплуатации и проверках;

- основа для участия в государственных проектах и закупках;
- инструмент для получения финансирования, субсидий и поддержки;
- фактор доверия со стороны инвесторов, контролирующих органов и общественности.

Компетентность в области нормативов – ключевая часть профессионального подхода в современной светотехнике.

Практические рекомендации для подрядчиков и проектировщиков

Успешное внедрение энергоэффективных систем освещения зависит не только от качества светильников и уровня автоматизации, но и от грамотной проектной и монтажной подготовки. Неверно выбранная оптика, неучтенные нормативные требования

или ошибки в управлении могут свести на нет потенциальную экономию и даже привести к срыву сроков или отказу заказчика от приемки.

Ниже – ключевые аспекты, на которые следует обратить внимание при проектировании, поставке и установке энергоэффективных светотехнических решений в 2025 году.

1. Учитывайте актуальные нормативы и стандарты

Перед началом работ убедитесь, что проект соответствует:

- СП 52.13330.2016 – по нормам освещенности и равномерности;
- ГОСТ Р 55708–2013 – по управлению освещением;
- ТР ТС 004/2011 – для допуска продукции на рынок;
- Постановлению № 1225 – по классу энергоэффективности оборудования.

Совет: держите под рукой актуальную версию всех документов. В 2024–2025 годах обновления выходят регулярно, особенно по части энергоаудита и ESG-требований.

2. Проектируйте с учетом сценариев, а не только схем

Энергоэффективность в 2025 году – это не просто замена светильников.

Это:

- адаптация освещения под функцию помещения (работа, отдых, транспортировка и т.п.);
- учет человеческих факторов: уровень активности, циркадные ритмы, безопасность;
- интеграция освещения в сценарии использования здания или объекта.

Совет: разрабатывайте световые сценарии совместно с архитекторами, заказчиком и эксплуатирующей организацией. Это повышает точность и снижает перерасход.

3. Продумывайте систему управления с самого начала

Управление освещением – не второстепенный вопрос, а ядро энергоэффективности.

Что важно:

- поддержка протоколов (DALI-2, Bluetooth Mesh, Zigbee, KNX);
- возможность интеграции в BMS или локальную SCADA;
- масштабируемость и надежность интерфейса (не всё, что «умное», – удобно в эксплуатации).

Совет: при проектировании крупного объекта составляйте карту устройств управления и делайте резерв по зонам. Заранее решайте, кто будет администрировать систему.



4. Правильно подбирайте оборудование под задачи

Светильник – это не просто корпус с диодом. Обратите внимание на:

- тип оптики и светораспределение;
- CRI (индекс цветопередачи) – особенно важен в офисах, ТРЦ, школах;
- степень защиты (IP, IK) – для улиц, производств, влажных зон;
- срок службы и гарантию – не менее 50 000 часов и три–пять лет.

Совет: не экономьте на драйверах. Именно они чаще всего выходят из строя и определяют стабильность работы.

5. Проводите расчеты освещенности и энергоэффективности

Проект без расчета – риск. Используйте:

- DIALux / Relux – для светотехнических расчетов;
- BIM-модели – для интеграции в цифровой проект здания;
- экспресс-методику оценки окупаемости (с учетом тарифов, графика и замены оборудования).

Совет: предоставляйте заказчику не только расчеты, но и визуализацию (рендеры, планы, тепловые карты) – это улучшает понимание проекта и повышает доверие.

6. Грамотно организуйте монтаж и пусконаладку

Даже идеальный проект можно испортить монтажом. Обратите внимание:

- на правильную укладку кабельных трасс и защиту от скачков напряжения;
- на качественную коммутацию и настройку контроллеров;
- на обучение персонала заказчика базовой работе с системой.

Совет: включайте в проект технический паспорт, инструкцию, схему подключения и план ТО. Это минимизирует количество вызовов в период эксплуатации.

7. Готовьте документацию для приемки и поддержки

Пакет должен включать:

- акты входного контроля;
- паспорта и сертификаты;
- инструкции;
- протоколы пусконаладки;
- гарантийные обязательства.

Совет: при работе с государственными и муниципальными заказами важно строгое соблюдение форматов по 44-ФЗ/223-ФЗ.

Проектировщик и подрядчик в 2025 году – это не просто «технарь», а эксперт, который помогает заказчику принимать стратегически верные решения. Чем выше ваша компетент-

ность и системность на всех этапах – от выбора драйвера до сценария диммирования – тем выше ценность проекта и ваша репутация на рынке.

Профессионализм – это не только провести монтаж, но и обосновать эффективность, обеспечить надежность и обучить заказчика управлять результатом.

Заключение: эффективность – это стратегия, а не функция

Энергоэффективность в светотехнике – это уже давно не про то, насколько «экономно» работает лампочка. Это не про киловатты и не про расчет сроков окупаемости в Excel. В 2025 году энергоэффективность – это системная стратегия, охватывающая весь жизненный цикл освещения: от проектирования и производства до эксплуатации, мониторинга и утилизации.

То, что еще несколько лет назад воспринималось как «дополнительная опция» – датчики движения, интеллектуальное управление, биодинамический свет, – сегодня становится новой нормой. Рынок, пользователи и государственные регуляторы всё чаще исходят из того, что любое светотехническое решение по умолчанию должно быть умным, устойчивым и адаптивным. Всё остальное – вчерашний день.

Свет как инфраструктура, а не просто инженерная система

Светотехника уже не может восприниматься как «замыкающий элемент» проектирования зданий и городской среды. Напротив, освещение сегодня:

- формирует поведение людей в пространстве – будь то покупатель в магазине, оператор на заводе или школьник в классе;



- влияет на восприятие бренда – от ТРЦ до улиц городов, от бизнес-центров до больниц;
- встраивается в цифровую экосистему – управляется через облако, анализируется в реальном времени, подстраивается под внешние условия;
- влияет на ESG-профиль компании и даже на доступ к инвестициям, кредитам и государственным контрактам.

Это означает, что эффективное освещение – это не локальный инженерный апгрейд, а стратегическое решение, затрагивающее финансы, HR, безопасность, экологию и репутацию.

Новая роль участников рынка: от производителей к интеграторам смысла

Компании, работающие в светотехнической отрасли, уже не могут ограничиваться поставками оборудования. Сегодня выигрывают те, кто способен:

Светотехника идет по пути, по которому

уже прошли ИТ и телеком

- понимать логику бизнеса и цели заказчика;
- разрабатывать системные решения, объединяющие свет, ИТ, энергетику, аналитику;
- сопровождать проект на всех этапах – от идеи до эксплуатации;
- говорить на языке данных, устойчивого развития и цифровой трансформации.

Это требует переобучения специалистов, трансформации бизнес-моделей,

создания новых сервисных форматов (подписка, управление по SLA, интеграция с BIM и BMS). Свет – это уже не просто продукт. Это платформа взаимодействия с пространством, с пользователем, с энергией.

Будущее за «интеллектуальной нормой»

Если заглянуть чуть вперед, очевидно: светотехника идет по пути, по которому уже прошли ИТ и телеком. От «железа» – к «умным» платформам. От энергосбережения – к управлению данными. От разрозненных решений – к экосистемному подходу.

Через пять-десять лет мы увидим:

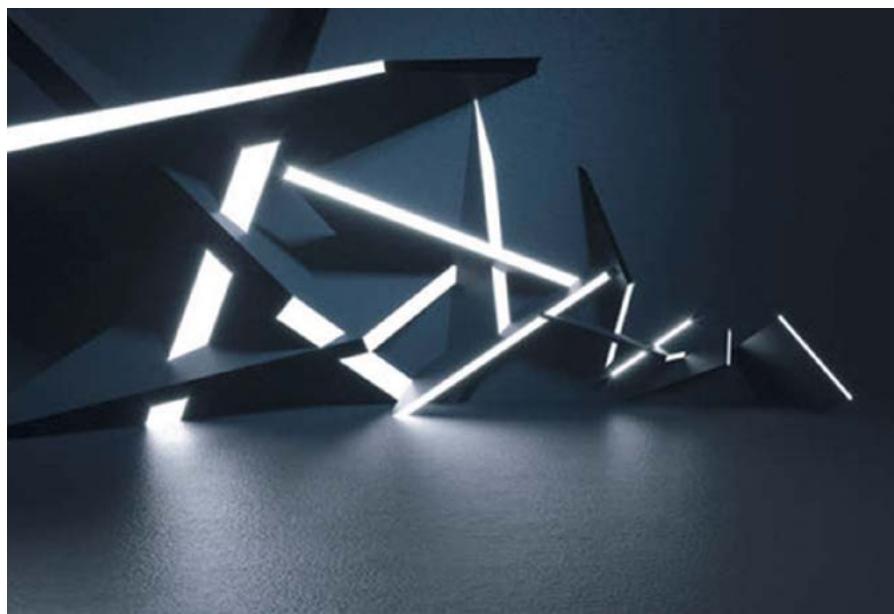
- полную цифровизацию городского освещения – с прогнозированием поломок, адаптацией к трафику, связью с транспортом и климатом;
- появление света как услуги (Light as a Service) – с гибкой оплатой по потреблению и управлением по API;
- интеграцию светотехники в метаверсы зданий, где цифровой двойник света станет неотъемлемой частью архитектуры;
- превращение инженера по свету в аналитика по пользовательским сценариям освещения.

Главное, что нужно понять участникам рынка: энергoeffективность – это не про «выгоднее», это про «по-другому». Это – новая парадигма мышления, где:

- нельзя проектировать свет без сценариев использования;
- нельзя поставлять оборудование без цифрового следа;
- нельзя эксплуатировать системы без аналитики и адаптации.

Те, кто уже встроились в эту логику – производители, интеграторы, города, девелоперы, – выигрывают не только технологически, но и стратегически. Они экономят не только электроэнергию, но и время, ресурсы, репутацию и доверие.

Свет перестал быть «инженерным» и стал управляемым, стратегическим и человекоцентричным. А значит, и вся светотехническая отрасль стоит на пороге новой роли в инфраструктуре будущего.



Чек-лист для заказчика: что нужно учесть перед модернизацией освещения

Переход на энергоэффективное освещение – не просто замена одного типа светильников на другой. Это управляемый проект, от которого зависит не только экономия, но и эксплуатационная надежность, комфорт пользователей и соответствие нормативным требованиям.

Перед запуском модернизации
ответьте себе (или подрядчику)
на следующие ключевые вопросы:

1. Каковы цели модернизации?

- Снижение энергозатрат?
- Повышение комфорта и безопасности?
- Соответствие ESG-стратегии?
- Подготовка к энергоаудиту или сертификации здания?

2. Проведен ли аудит текущей системы освещения?

- Известна ли мощность, возраст и тип светильников?
- Есть ли данные о потреблении электроэнергии и расходах на обслуживание?
- Учитываются ли факторы естественного освещения и архитектура пространства?

3. Рассчитана ли окупаемость проекта?

- Есть ли обоснование затрат и график возврата инвестиций?
- Применим ли энергосервисный контракт (оплата за счет будущей экономии)?

- Есть ли возможность получить субсидии или льготное финансирование?

4. Будет ли система интеллектуальной?

- Предусмотрено ли управление по сценариям, датчикам, графикам?
- Планируется ли интеграция с BMS, охраной, климатом?
- Возможен ли удаленный контроль и аналитика потребления?

5. Соответствует ли оборудование нормативам?

- Имеются ли сертификаты качества, соответствие ГОСТ и ТР ТС?

- Защищены ли светильники от пыли, влаги, механических повреждений (IP, IK)?

- Предусмотрены ли требования к освещенности по СП и САНПиН?

6. Кто будет оставщиком и подрядчиком?

- Есть ли опыт реализации аналогичных проектов?
- Предоставляется ли гарантия, постгарантийное обслуживание, сопровождение?
- Есть ли документация, BIM-модели, техподдержка?

7. Как будет организована эксплуатация?

- Кто отвечает за настройку, перенастройку и обслуживание?





- Есть ли интерфейс для мониторинга и диагностики?
- Предусмотрено ли обучение персонала?

8. Учитываются ли экологические и ESG-требования?

- Снижается ли углеродный след?
- Возможно ли включение проекта в отчетность по устойчивому развитию?
- Используются ли безопасные материалы и утилизация?

9. Каков план внедрения?

- Согласованы ли этапы и зоны замены?
- Учтено ли минимальное нарушение работы объекта?
- Предусмотрены ли резервные схемы освещения на время работ?

10. Подготовлены ли все документы?

- Есть ли техническое задание?
- Согласованы ли смета, сроки, SLA?
- Предусмотрен ли приемочный контроль и критерии качества?

Совет

Сделайте этот чек-лист частью внутреннего регламента по модернизации инженерных систем. Это поможет избежать типичных ошибок и выбрать действительно эффективное, а не просто «новое» решение.

ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



Союз «Удмуртская Торгово-промышленная палата»

426063, РФ,
Удмуртская Республика,
г. Ижевск,
ул. Промышленная, 6, 3-й этаж
Тел.: (3412) 90-09-99
e-mail: udmtp@udmtp.ru
ВКонтакте: vk.com/tpprft



Союз «Торгово-промышленная палата Республики Марий Эл»

424006, РФ, Республика
Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
ул. Панфилова, 41, офис 406
Тел.: (8362) 63-01-64
e-mail: rmpalata@mail.ru
ВКонтакте:
<https://vk.com/tppmariel>
Сайт: <https://mariel.tpprf.ru/ru/>



Союз «Ульяновская торгово-промышленная палата»

432017, РФ, Ульяновская область,
г. Ульяновск,
ул. А. Блаженного, д. 19
Тел.: (8422) 41-03-61
Факс: (8422) 41-03-61
e-mail: info@ultpp.ru
ВКонтакте: vk.com/ultpp73



Верхнекамская торгово-промышленная палата

Союз «Верхнекамская Торгово-промышленная палата»

2618400, РФ, Пермский край,
г. Березники, Юбилейная ул., д. 17
Тел.: (3424) 26-70-62
Факс: (3424) 26-35-52
e-mail: vktpp@vktpp.ru
www.vktpp.ru
Вконтакте: vk.com/vktpp

ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



Союз «Торгово-промышленная палата Чеченской Республики»

364016, ЧР, Грозный,
ул. 8 Марта, 37 А
т.ел.: (965) 888-88-37,
(938) 022-90-26,
(965) 955-27-54
e-mail: tppchr@mail.ru
сайт: <https://chechnya.tpprf.ru/ru/>



Союз «Торгово-промышленная палата Республики Дагестан»

367000, РФ, Республика
Дагестан, г. Махачкала,
ул. Батырая, д. 11, оф. 425
Тел.: (8722) 67-04-61
Факс: (8722) 67-04-61
e-mail: tpprd@bk.ru
www.rd.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.com/public86605504

Обзор рынка электротехники в Приволжском федеральном округе

Алена Соловьева

Приволжский федеральный округ (ПФО) традиционно является одним из промышленно ведущих регионов России. В его состав входят 14 субъектов РФ с общей численностью населения около 30 млн человек (около 20% населения страны). На долю ПФО приходится почти четверть общего промышленного производства России, что выводит округ на лидирующие позиции среди всех федеральных округов. Объем инвестиций в экономику региона стабильно высок и составляет порядка 15% от общероссийского показателя. Такое значимое положение ПФО обусловлено развитой индустриальной базой: в округе сосредоточены крупные предприятия машиностроения, энергетики, нефтехимии, а также многочисленные заводы по производству электротехнического оборудования — от кабельных заводов до производителей трансформаторов и низковольтной аппаратуры.

Общая ситуация на электротехническом рынке (2023–2025). Последние годы принесли серьезные изменения в структуру и динамику электротехнического рынка России, что непосредственно отразилось и на ПФО. После периода турбулентности 2022 года, связанного с перестройкой логистических цепочек и уходом ряда иностранных игроков, отрасль продемонстрировала удивительную устойчивость и рост. По данным Министерства экономического развития РФ и отраслевых исследований, объем выпуска электротехнического оборудования в России увеличился вдвое за семь лет: с 853 млрд руб. в 2017 году до ~1,6 трлн руб. в 2023 году. Позитивная динамика продолжилась и в 2024 году — ожидается, что по итогам года выпуск достигнет около 2 трлн руб. Таким образом, отрасль не только компенсировала провалы предыдущих лет, но и вышла на новые рекорды в стоимостном выражении (рис. 1).

Важно отметить, что значительная часть этого роста пришлась именно на российских производителей благодаря высвобождению ниш после ухода международных концернов и активной политике импортозамещения. По данным Российской ассоциации электротехнических компаний (РАЭК), поставки оборудования по параллельному импорту существенно сократились, уступив место продукции отечественных предприятий. Если еще в начале 2022 года доля импорта (в том числе параллельного) достигала более 20% рынка (особенно в промышленной автоматике), то к концу 2023-го эта доля упала в разы. По оценкам экспертов, сейчас совокупная доля импорта на российском рынке электротехники не превышает 50%, при том что европейские бренды (ABB, Schneider Electric, Siemens и др.) практически полностью заменены либо отечественными, либо китайскими аналогами.

Для предприятий ПФО такие изменения создали одновременно новые возможности и новые вызовы. С одной стороны, освободившиеся ниши стимулировали рост локальных производств: практически все сегменты электротехнической продукции показали прирост в 2022–2023 гг. Многие заводы округа увеличили выпуск, освоили новую продукцию и нарастили поставки на внутренний рынок. Например, доля отечественной продукции заметно увеличилась за счет замещения импортных позиций в низковольтном и светотехническом сегментах. С другой стороны, к 2024 году рынок начал выходить на плато: произошло разовое перераспределение объемов от ушедших иностранных игроков к российским, и национальные компании практически выбрали «лимит» освободившегося спроса. Исполнительный директор РАЭК Виктор Свинцов отмечает, что во второй половине 2023–начале 2024 года темпы роста продаж отечественных вендоров замедлились, а рынок в целом стабилизировался на новом уровне. Это означает переход от фазы взрывного роста к более устойчивому, сбалансированному развитию отрасли.

Ключевые факторы, влияющие на рынок. В 2024–2025 гг. на состояние электротехнического комплекса ПФО продолжают влиять несколько важных факторов. Во-первых, макроэкономическая конъюнктура и инвестиционная активность. В 2023 году экономика РФ выросла на 2,3%, промышленное производство — на 3,5%, что поддержало спрос на оборудование (особенно благодаря росту строительства на +7,5%). Во-вторых, государственная поддержка отрасли: реализуются отраслевые программы модернизации инфраструктуры, энергосбережения, цифровизации электросетей, субсидируются НИОКР

Производство электротехнического оборудования в России

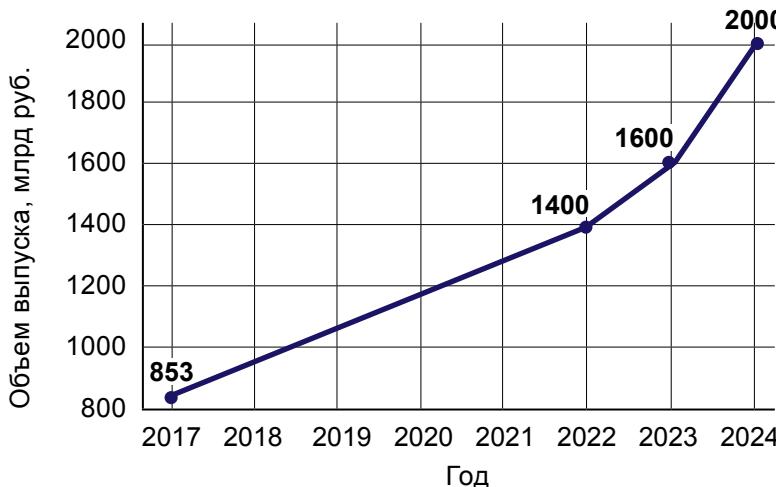


Рис. 1. Объем производства электротехнического оборудования в России, 2017–2024 гг. (трлн руб.). Резкий рост в 2022–2023 гг. связан с эффектом импортозамещения и активизацией господдержки.

В ПФО расположен крупнейший кабельный завод России

и локализация производства. Активное финансирование госпроектов стало одним из драйверов роста отечественных производителей в 2022–2023 гг. В-третьих, логистика и импортозамещение: после перестройки внешнеторговых связей ПФО предприятия наладили альтернативные каналы поставок компонентов (через дружественные страны Азии), что к 2024 году снизило остроту проблем снабжения. При этом зависимость от зарубежных комплектующих (прежде всего китайских) в ряде сегментов сохраняется, создавая риски ценовой конкуренции и технологической зависимости. Наконец, конкурентная среда претерпела изменения – помимо отечественных брендов долю рынка оперативно заняли новые игроки из Юго-Восточной Азии. Российским компаниям в ПФО приходится конкурировать с агрессивно продвигающейся китайской продукцией по цене и ассортименту, повышая собственную эффективность и качество.

Далее в статье представлен подробный анализ основных сегментов электротехнического рынка ПФО – текущего состояния, проблем и достижений – а также тенденции развития отрасли и прогноз на ближайшие годы.

Кабельно-проводниковая продукция: рост производства и импортозамещение

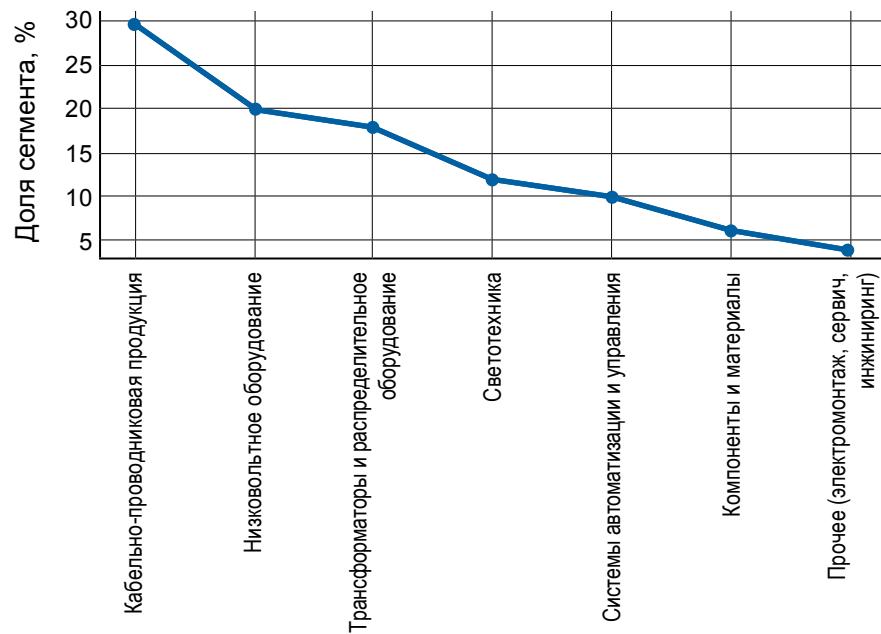
Роль сегмента. Кабельно-проводниковая продукция (КПП) – один из базовых сегментов отрасли, составляющий значительную долю рынка. В 2023 году объем российского рынка кабельных изделий оценивался примерно в 484 млрд руб. (рост ~7% к 2022 г.). По итогам 2023 года кабельная промышленность сумела преодолеть спад 2022 г. (~8,4%) и выйти на уверенный рост выпуска +10,1% г/г, что стало возможным благодаря оживлению спроса в строительстве, энергетике и связи. Традиционно наибольший вклад дают силовые и монтажные кабели низкого напряжения: сегмент продукции на напряжение до 1 кВ занимает около 46% общего выпуска по объемам. Также значительно выросло производство специальных видов кабеля – например, выпуск воло-

конно-оптических кабелей увеличился более чем на 30% в 2023 году, отражая тенденцию к развитию сетевой инфраструктуры.

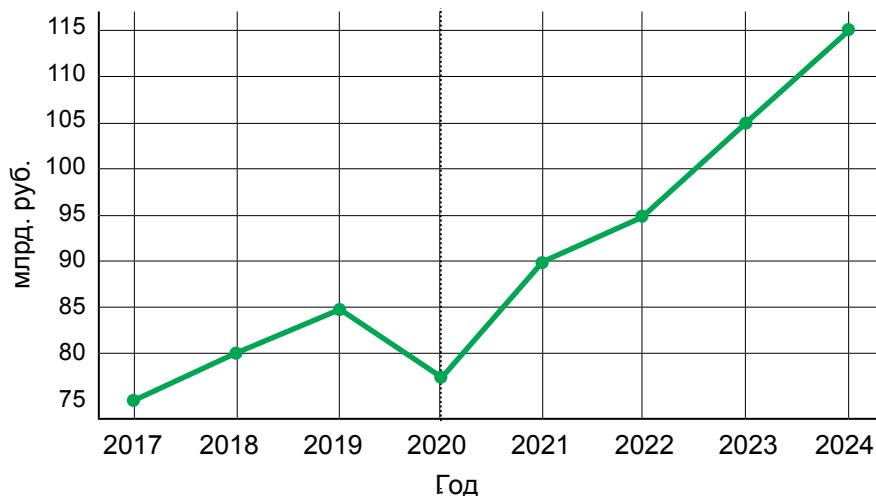
Импорт, экспорт и локализация. Санкционные ограничения и курс на импортозамещение сильно переформатировали кабельный рынок. Импорт кабельно-проводниковой продукции сократился: по итогам 2023 г. зафиксировано снижение закупок импортных

кабелей на 4%, а по обмоточным проводам – на 24%. Европейские поставщики практически ушли, и основным импортером высоковольтных кабелей для РФ стал Китай (около 70% импорта в сегменте >1 кВ). Одновременно отечественные заводы нарастили выпуск, частично заместив зарубежные аналоги. По данным РАЭК, уже к началу 2024 года поставки параллельного импорта в кабельном сегменте сократились в разы по сравнению с 2022-м. Кроме того, российские производители активно развивают экспорт: в 2023 году существенно выросли продажи кабельной продукции в страны СНГ (Узбекистан, Казахстан) и Турцию. Это свидетельствует о повышении конкурентоспособности российского кабеля на внешних рынках, во многом благодаря привлекательной цене (снижение курса рубля) и господдержке экспортёров.

Доли сегментов электротехнического рынка ПФО в 2024 году



Производство кабельной продукции в ПФО, 2017-2024 гг.



Региональные лидеры и успехи.

В ПФО расположен крупнейший кабельный завод России – «Камский кабель» (Пермь), чья производственная площадка считается самой большой в стране. На предприятии занято около 3000 сотрудников, и оно выступает флагманом отрасли, обеспечивая продукцией энергетику, нефтегаз, транспорт и строительство по всей России. 2024 год стал для «Камского кабеля» успешным: завод освоил шесть новых типов кабельно-проводниковой продукции – в том числе для атомной и нефтегазовой отраслей, связи и железнодорожного транспорта. Расширение номенклатуры и ориентация на высокотехнологичные сегменты (например, кабели для АЭС) демонстрируют инновационный потенциал предприятия. Кроме того, компания развивает

сбытовую сеть в регионе: в 2024 г. открыт ряд фирменных торговых площадок в Поволжье (новые филиалы в Саратове и др.), что повышает доступность продукции для заказчиков. Также в ПФО работают другие производители КПП – средние и малые заводы в Татарстане, Чувашии, Оренбургской – которые специализируются на силовых кабелях, проводах связи, эмальпроводах и арматуре. Их конкурентоспособность выросла благодаря модернизации и поддержке Ассоциации «Электрокабель».

Проблемы и перспективы. Основные вызовы кабельной отрасли связаны с ценами на сырье и качеством продукции. Волатильность цен на медь и алюминий на мировых рынках влияет на себестоимость кабеля, требуя эффективного управления запасами

и хеджирования рисков. Другой вопрос – борьба с фальсификатом: доля несертифицированной кабельной продукции сокращается благодаря ужесточению контроля, но все еще актуальна проблема контрафактных проводов, не соответствующих ГОСТ. Отраслевые союзы и Росстандарт реализуют программы по выявлению и пресечению продаж опасной продукции. В перспективе один-три года ожидается сохранение умеренных темпов роста спроса на кабели (5–7 % в год) за счет планов по строительству жилья, модернизации электросетей и развитию связи (проекты 5G, ВОЛС). Российские заводы ПФО будут увеличивать экспорт в соседние страны, а также осваивать выпуск современных марок кабелей (с низкодымной изоляцией, для возобновляемой энергетики и пр.). Госполитика импортозамещения и стимулирования экспорта (возмещение транспортных расходов, льготное кредитование) окажет дополнительную поддержку сектору.

Трансформаторы и распределительное оборудование: спрос сетевого комплекса

Состояние сегмента. Сегмент силовых трансформаторов, распределительных устройств и высоковольтного оборудования в ПФО ориентирован прежде всего на электроэнергетику и промышленные объекты. Здесь сосредоточены заводы, выпускающие трансформаторные подстанции, масляные и сухие трансформаторы среднего класса напряжения, комплектные распределительные устройства (КРУ, КСО) и высоковольтные аппараты (выключатели, разъединители, ограничители перенапряжений). Отрасль трансформаторостроения испытывала воздействие санкций, так как ранее значительную часть рынка занимали международные концерны (например, Siemens имел производство трансформаторов в России). Однако отечественные предприятия смогли нарастить выпуск и частично заместить импорт, а в отдельных нишах на рынок вышли китайские поставщики оборудования высокого напряжения. По итогам 2023 года отмечался стабильный или умеренно растущий спрос на трансформаторное и распределительное оборудование – этому способствовали проекты по обновлению электросетевого хозяйства и присоединению новых потребителей, в том числе в самом ПФО.

Так, ПАО «Россети» и его дочерние структуры в регионе реализуют программы модернизации сетей, строительства подстанций для новых объектов



промышленности и жилищных комплексов. В общероссийском масштабе на модернизацию и развитие электросетевого комплекса планируется направить колоссальные средства – порядка 2,6 трлн руб. инвестиций в ближайшие 12 лет. Значительная часть этих вложений придется на регионы, включая Поволжье. Уже в 2023–2024 гг. энергетики ПФО ввели в работу ряд крупных подстанций и линий электропередачи, потребовавших современного электротехнического оснащения. Например, в Самарской и Нижегородской областях были запущены новые центры питания для нефтехимических производств и жилых районов, укомплектованные трансформаторами отечественного производства.

Производители и примеры. Среди ключевых игроков сегмента в ПФО можно выделить АО «Электроцит Самара» – одного из крупнейших российских производителей распределительного оборудования (комплектные распределительные устройства 6–220 кВ, низковольтные щиты и др.). Предприятие с 80-летней историей, прошедшее через смену собственника в 2022 г., сегодня успешно работает в составе российской промышленной группы и продолжает выпускать современное электрооборудование для энергетики и промышленности. Руководство «Электроцит Самара» отмечает, что компании удалось сохранить и нарастить компетенции после выхода иностранного инвестора: производство не останавливалось ни на день, идет обновление продуктовой линейки с упором на импортозависимые решения. К примеру, в Ульяновске (ПФО) на базе бывших активов Legrand/Schneider Electric сейчас действует современный кластер, где выпускаются как низковольтные аппараты, так и аппаратура распределения 0,4–10 кВ до 6300 А – эта площадка стала одной из самых передовых в России. Совместная работа предприятий на одной территории (в Ульяновске объединены завод «Контактор» и новые мощности) позволяет внедрять лучшие мировые практики и технологии.

В Республике Чувашия (город Чебоксары) сформирован известный электротехнический кластер, включающий производителей средневольтной аппаратуры и трансформаторов – таких как АО «ЧЭАЗ» (Чебоксарский электроаппаратный завод) и ряд заводов холдинга «Росэлектроника». Они специализируются на выпуске распределительных устройств до 110 кВ, вакуумных выключателей, трансформаторов тока и напряжения, реакторов и др. Продукция чувашских предприятий успешно применяется в проектах Россетей и круп-

ных промышленных компаний. Также в ПФО действует Уральский трансформаторный завод (в Башкортостане), выпускающий силовые трансформаторы среднего класса напряжения для распределительных сетей.

Импортозамещение и проблемы.

После 2022 года основная проблема в сегменте высоковольтного оборудования – освоение выпуска компонентов, ранее импортируемых: высоконадежных трансформаторных вводов, РЗА-оборудования, силовой электроники для управляемых подстанций и т.д. Отечественные компании при поддержке государства развернули работу по локализации таких критических компонентов. Уже достигнут определенный прогресс: например, освоено производство высоковольтных вводов с твердой

изоляцией на предприятиях в Москве и Чебоксарах, наложен выпуск цифровых систем управления подстанциями. Тем не менее для оборудования самого высокого класса напряжения (330 кВ и выше) Россия пока частично опирается на импорт из дружественных стран (Китай, Индия). Технологический разрыв сокращается, но требует времени и инвестиций.

С точки зрения рынка сбыта трансформаторостроители ПФО столкнулись с ростом конкуренции со стороны азиатских производителей, предлагающих свою продукцию российским энергетикам. Это сдерживает рост цен и заставляет наших производителей повышать эффективность. Также отраслевая проблема – высокая загрузка мощностей крупных заводов: спрос на некоторые типы трансформаторов



стол велико (в связи с обновлением сетей), что заводы работают с полной отдачей и формируются очереди на продукцию. Это, с одной стороны, свидетельствует о хорошем рыночном потенциале, а с другой – требует расширения производства. Компании ПФО решают эту задачу запуском новых линий и модернизацией: так, в 2024 г. несколько заводов объявили о планах инвестировать в расширение мощностей трансформаторного производства. Например, велись переговоры о создании СП с иностранными (в том числе китайскими) партнерами на территории Татарстана для выпуска силовых трансформаторов локально.

Перспективы. В горизонте одного года – трех лет сегмент трансформаторов и распределительных устройств будет поддержан масштабными проектами развития энергетики. В ПФО реализуются программы техприсоеди-

Сегмент НВО особо сильно трансформировался

после 2022 года

нения новых предприятий (от нефтехимических комплексов до агропарков), строятся генерации на возобновляемых источниках (солнечные и ветропарки), что потребует трансформаторных подстанций. Ожидается, что государственные закупки через Россети и энергокомпании продолжат ориентироваться на отечественное оборудование – в 2024–2025 гг. доля локализованных трансформаторов в госзаказе

превысит 85 %. Это создаст стабильный рынок сбыта для производителей округа. Основной упор будет сделан на надежность и цифровизацию: все новые подстанции оснащаются системами мониторинга, «умными» комплектными распределительными устройствами, что потребует от заводов ПФО освоения современных технологий (цифровые трансформаторы, сенсоры, программное обеспечение). В целом прогноз по сегменту – умеренный рост объемов (~5 % в год) при сохранении курса на импортонезависимость и техническое перевооружение отрасли.

Низковольтное оборудование: взлет отечественных брендов

Структура сегмента. К низковольтному оборудованию (НВО) относятся аппараты и устройства для распределения и управления электричеством напряжением до 1 кВ: автоматические выключатели, аппаратура защиты, контакторы, реле, распределительные щиты, электромонтажные изделия (розетки, выключатели), кабельные каналы и пр. Этот сегмент особенно тесно связан со строительством и промышленной модернизацией: от новых жилых домов до заводских цехов – всюду требуется низковольтная коммутационная аппаратура. По экспертным оценкам, объем рынка НВО и электроустановочных изделий в России в 2023 году составил около 170 млрд руб. и продолжает расти. Вклад ПФО в этот сегмент значителен: округ имеет давние традиции производства низковольтной аппаратуры (например, завод «Контактор» основан более 80 лет назад), и сейчас на его территории действуют современные предприятия мирового уровня.

Импортозамещение и рост в 2022–2023 гг. Сегмент НВО особо сильно трансформировался после 2022 года, когда российский рынок покинули ведущие международные корпорации (Schneider Electric, ABB, Legrand, Eaton и др.), занимавшие существенную долю. В результате уже к концу 2022 – началу 2023 г. отечественные



производители заняли освободившееся пространство практически во всех направлениях низковольтной аппаратуры. По словам В. Свинцова (РАЭК), прирост в 2023 году показали практически все категории низковольтных изделий. Например, производство модульных автоматических выключателей, УЗО и дифференциальных автоматов в РФ выросло двузначными темпами, поскольку именно эти позиции ранее значительно импортировались. Российские предприятия наладили выпуск аналогов, часто на базе ранее локализованных мощностей. К 2024 году процесс перераспределения долей завершился: достигнут «потолок» роста, связанный с эффектом замещения ушедших брендов. Темпы продаж стабилизировались, однако рынок НВО по-прежнему демонстрирует позитивную динамику, поддерживающую ростом жилищного строительства (+7,5% ввода жилья в 2023 г.) и инвестиций в коммерческую недвижимость. По оценке участников рынка, в 2024 году спрос на низковольтную продукцию оставался высоким прежде всего за счет развития новых промышленных объектов и импортозамещения в них отечественными изделиями.

Отечественные бренды и лидеры.

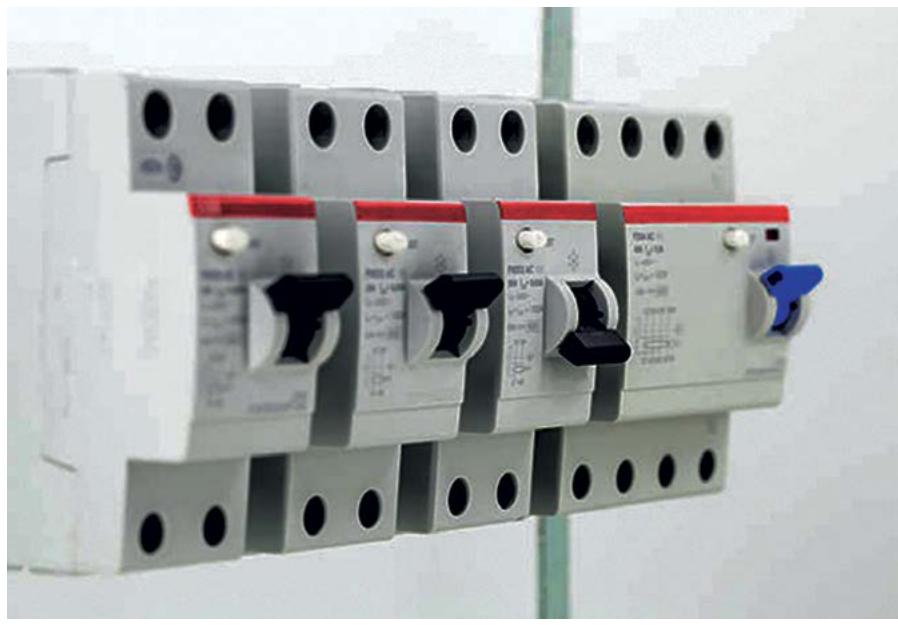
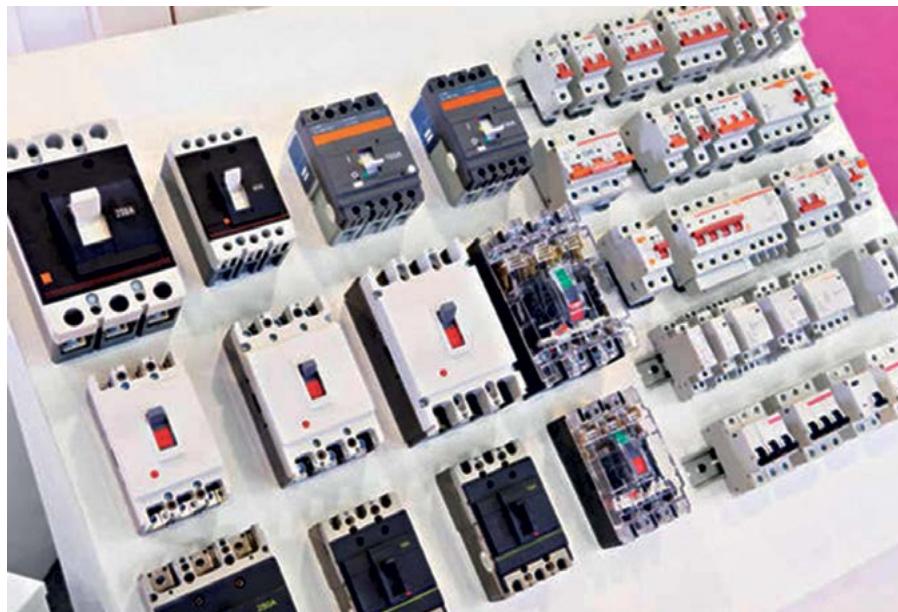
Результатом «перезагрузки» рынка стало появление или усиление целого ряда российских брендов низковольтной аппаратуры. Многие из них ранее были известны как поставщики бюджетного сегмента, а теперь расширили ассортимент и заняли также среднекценовой сегмент. Эксперты отмечают существенный рост ассортимента российских брендов в 2023–2024 гг.

Отдельно стоит отметить случай бывших российских подразделений международных концернов: например, заводы Schneider Electric и Legrand в Ульяновске. Благодаря слаженной работе менеджмента, эти площадки не остановили производство ни на один день после смены собственника. В 2023 году на их базе был запущен новый российский бренд Daccord, под которым продолжается выпуск проверенной временем низковольтной продукции – от электроустановочных изделий (розетки, выключатели) до модульных автоматов и силовых распределительных систем. Daccord декларирует преемственность качеству и дизайну мирового уровня, сохранив стандарты группы Legrand. Фактически, ПФО получил современный производственный кластер полного цикла (заводы Daccord/«Контактор» в Ульяновске), который теперь обеспечивает значительную часть потребностей российского рынка в высококачественной низковольтной аппаратуре.

Тенденции спроса. Потребительские предпочтения в сегменте НВО также претерпели изменения. Девелоперы и конечные клиенты все больше внимания уделяют дизайну и эргономике электроустановочных изделий. По словам представителей индустрии, сейчас в тренде лаконичный дизайн – неброские розетки и выключатели, которые органично вписываются в интерьер. Производители отмечают парадокс: чем более незаметно устройство в повседневной эксплуатации, тем больше инноваций и работы стоит за его разработкой. Еще одна тенденция – отказ от монобрендовых решений при комплектации объектов. Если раньше застройщики часто старались применять оборудование одного мирового бренда, то сейчас, с уходом многих из них, практикуется комбинация оборудования разных производителей. Это открывает возможность российским компаниям конкурировать на каждом

узком участке номенклатуры, предлагая совместимые аналоги для комплексных проектов.

Основные вызовы. Ключевые проблемы в сегменте НВО на 2025 год – это конкуренция с азиатскими поставщиками и необходимость дальнейшей локализации компонентной базы. Во второй половине 2024 года отечественные производители столкнулись с активным продвижением китайских брендов низковольтной автоматики, часто демпингующих по цене. Ситуация требует повышения эффективности российских производств, оптимизации издержек и расширения сервисной поддержки, чтобы удержать долю рынка. Другой вызов – глубина локализации. Несмотря на сборку большинства устройств в РФ, часть критически важных компонентов (например, силовые полупроводники для выключателей большой мощности, некоторые типы дугогасительных



камер, пружины и контакты из специальных сплавов) все еще импортируется. Правительство стимулирует локализацию – предлагаются субсидии на разработки, действует механизм специальных инвестконтрактов (СПИК) для производства компонентов. Ожидается, что в ближайшие годы будут запущены новые мощности по выпуску комплектующих внутри страны, что снизит зависимость от импорта.

Перспективы и прогноз. В целом рынок низковольтного оборудования в ПФО и России входит в фазу зрелости с умеренным ростом. После скачка 2022–2023 гг. прогнозируется рост порядка 5–7 % в год в денежном выражении, при этом в физическом выражении возможна стабилизация (из-за насыщения спроса). Драйверами станут: сохранение высокого уровня стро-

ительства (в ПФО планируется ввод значительных площадей жилья по нацпроектам), модернизация инфраструктуры (аэропорты, станции метро, промышленные парки – все требуют новых НВО), а также технологические тренды. Среди последних – переход на более высокие уровни распределительного напряжения (например, 20 кВ вместо традиционных 6–10 кВ в сетях – пилотные проекты уже реализуются), что потребует обновления части низковольтного оборудования в сетях. Кроме того, цифровизация энергетики (смарт-счетчики, системы энергетического менеджмента) приведет к росту спроса на интеллектуальные коммутационные аппараты с возможностью мониторинга и удаленного управления. Российские производители уже работают над такими решениями, и ПФО может стать пилотной площад-

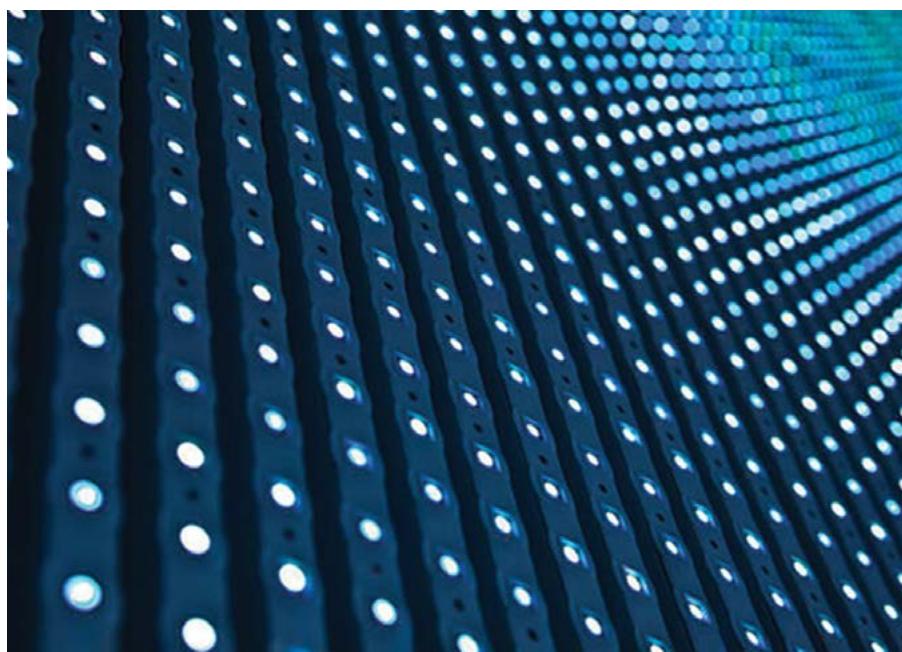
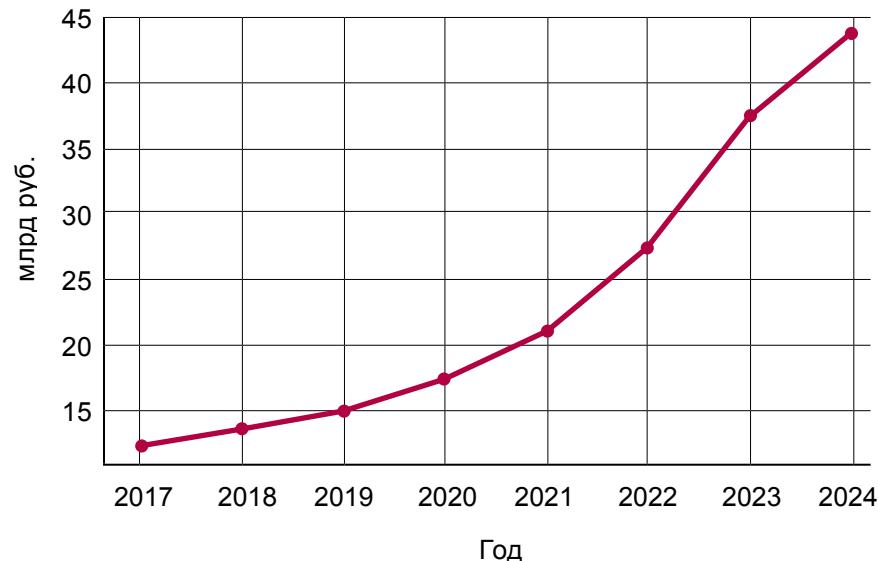
кой для их внедрения (например, в интеллектуальных ЖК и «умных» производствах, создаваемых в Татарстане и Нижегородской области). В целом сегмент НВО в регионе выглядит устойчиво: сформированы сильные локальные бренды, наложены цепочки поставок, а поддержка государства и рынка позволит закрепить достигнутую независимость отрасли.

Светотехническая продукция: переход на LED и качество

Рынок света: динамика и структура. Светотехническая отрасль ПФО включает производство источников света (лампы накаливания, светодиодные лампы, газоразрядные лампы), а также светильников и осветительных систем (промышленных, уличных, офисных, бытовых). Последние годы в этой сфере произошла технологическая революция – массовый переход на светодиодные (LED) технологии. В результате традиционные сегменты переживают спад, а новые – бурный рост. По данным отраслевой статистики, в 2023 году продолжилось сокращение выпуска традиционных ламп и источников света – объем производства снизился еще на 2 %. Это логично: спрос на лампы накаливания и люминесцентные лампы падает, они вытесняются более эффективными LED. В то же время производство светодиодных светильников и систем освещения выросло примерно на 16 % за год, что свидетельствует об активном наращивании мощностей в этом направлении. Российские производители светотехники, включая расположенные в ПФО, увеличили выпуск LED-продукции для самых разных нужд – от бытовых ламп до уличных фонарей.

Импортозамещение и российские бренды. Уход иностранных брендов (Philips, Osram, General Electric и др.) практически не затронул потребителя – их нишу быстро заняли российские и китайские фирмы. В профессиональном освещении (промышленные, уличные, архитектурные светильники) произошло замещение европейских вендоров отечественными и азиатскими, причем зачастую с сохранением качественных характеристик. Доля российских производителей светильников резко выросла и сейчас демонстрирует опережающий рост относительно рынка. Например, в сегменте уличного и промышленного LED-освещения лидируют несколько отечественных компаний, которые за 2022–2023 гг. расширили линейки и улучшили дизайн продуктов. Светотехнические

Производство LED-продукции в ПФО, 2017–2024 гг.



предприятия ПФО – такие как АО «Лисма» (Саранск, крупный производитель источников света с советских времен) – переориентировались на выпуск светодиодных ламп и прожекторов, хотя переход дался непросто. Для «Лисмы» 2022–2023 годы стали периодом трансформации: значительная часть устаревших мощностей по лампам накаливания была выведена, но взамен совместно с партнерами наложен выпуск LED-лампочек, и завод сохранил кадровое ядро. В Чувашии завод «Электроприбор» (Чебоксары) освоил производство компонентов для светильников (драйверы, платы со светодиодами). В результате по ряду позиций Поволжье обеспечивает собственные потребности.

Качество и стандарты. Одной из проблем отрасли со всплеском LED-технологий стало появление на рынке большого количества некачественной продукции – главным образом импортной. Многие дешевые китайские LED-лампы и светильники первых лет не соответствовали заявленным характеристикам, быстро выходили из строя, создавали помехи (нарушение электромагнитной совместимости). Для защиты потребителей и поддержки добросовестных производителей в 2023 году стартовал проект «Соответствие в светотехнике», инициированный РАЭК и дистрибуторами. В рамках этого проекта проводятся независимые тестирования светотехнических изделий – и в торговлю не допускаются модели, не соответствующие основным требованиям ГОСТ. К настоящему времени уже тестируются все ключевые категории светильников; по результатам определенная часть недоброкачественной продукции ушла с рынка, а некоторых производителей научили улучшать качество. Особое внимание уделяется проблеме ЭМС (электромагнитной совместимости) у импортных светильников – после работы проекта шесть производителей из КНР стабильно довели этот показатель до нормы. Эта инициатива существенно повысила общий уровень качества на рынке и стимулировала российских производителей конкурировать не только ценой, но и надежностью.

Новые тренды. Отрадно, что в России формируются собственные дизайнерские и технологические тренды в освещении. Ранее многое копировалось у западных компаний, теперь же отечественные фирмы задают моду, особенно в декоративной светотехнике. Так, по словам экспертов, складывается хорошая тенденция: растет штат специалистов, которые не

только производят светильники, но и создают новые тренды в декоративном освещении интерьеров. Российские бренды предлагают современные дизайнерские решения для офисов, торговых центров, городских пространств – с учетом энергоэффективности и эстетики. В сегменте Smart lighting (умное освещение) тоже идут подвижки: в ПФО, например, внедряются системы умного уличного освещения (в Казани, Перми пилотно ставят фонари с датчиками и управлением через IoT). Это открывает нишу для производителей контроллеров и программного обеспечения в сфере светотехники.

Перспективы сегмента. Ожидается, что в ближайшие годы LED-технологии окончательно вытеснят традиционные: доля ламп накалива-

ния и люминесцентных источников в продажах станет минимальной (сохранившись лишь для специфических применений). Отечественные производители, закрепив позиции, смогут наращивать экспорт светотехники – уже сейчас поставки идут в страны ЕАЭС, Ближнего Востока, Африки. Россия обладает конкурентным преимуществом в виде относительно дешевой электроэнергии и сырья для производства стекла, что может быть использовано для создания новых производств компонентов (например, светодиодов и чипов для них). В ПФО есть научные центры (в Нижнем Новгороде, Казани), которые ведут разработки в области оптоэлектроники – при поддержке государства возможна реализация проектов по выпуску отечественных светодиодных матриц, драйверов, сенсорных систем.



Это вписывается в общую стратегию технологической независимости.

На внутреннем рынке важнейшим драйвером останется программа повышения энергоэффективности: замена старых осветительных сетей на новые LED-системы в муниципалитетах, на предприятиях, в ЖКХ. Государство продолжит финансировать эти мероприятия (через Фонд энергосбережения, например), обеспечивая стабильный спрос. Дополнительно строительный бум (школы, больницы, жилищное строительство) создаст потребность в сотнях тысяч светильников. Таким образом, прогноз для светотехнического рынка – позитивный: двузначные темпы роста производства светодиодной продукции в ближайшие два-три года с возможным выходом на самодостаточность по ключе-

Системы автоматизации и управления: курс на технологическую независимость

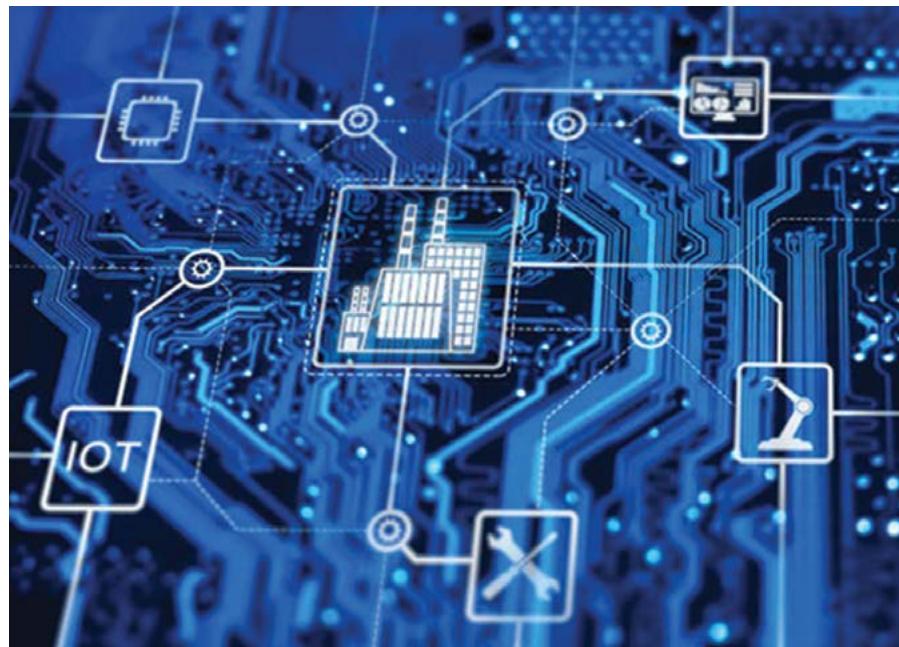
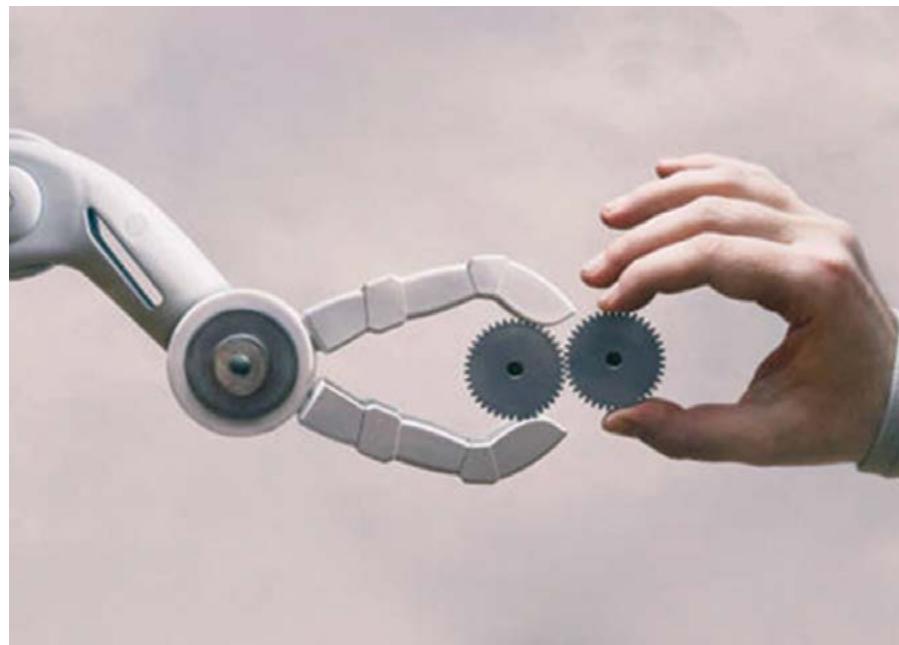
Роль и ситуация. Системы автоматизации, управления и измерения (контроллеры, датчики, программное обеспечение, SCADA-системы, приводы и др.) – это высокотехнологичный сегмент электротехнической отрасли, обеспечивающий «интеллект» современной промышленности и энергетики. В ПФО, как в крупном индустриальном регионе, потребление подобных систем традиционно высоко: их внедряют на заводах, электростанциях, в сетевых компаниях. Уход западных фирм (Siemens, Schneider, Rockwell Automation и др.) в 2022 году создал

мируемых логических контроллеров (PLC) и систем диспетчеризации, поскольку доля импортных решений ранее была доминирующей. Однако рынок не остался без решений: основным трендом стала политика импортозамещения.

Российские предприятия пошли по двум путям. Первый – активное сотрудничество с Китаем в области компонентов и готовых решений. Как отмечают специалисты, Китай в текущей ситуации стал «техническим тылом», позволяющим закрыть неотложные потребности в комплектующих и оборудовании, которые раньше завозились из Европы. Многие российские компании в сфере электропривода, систем управления в 2022–2023 гг. собирали опытные образцы и мелкие партии продукции именно на китайских комплектующих. Это позволило не стоять на месте и поддержать производство на плаву. Второй путь – постепенная локализация. После успешной обкатки решений на базе китайских деталей компании стараются переводить производство на полностью российские компоненты. Пусть это требует больше времени и инвестиций, но конечная цель – 100%-ная локализация и независимость. Заявления руководителей предприятий подтверждают: готовы мириться с более высокой себестоимостью отечественных микросхем и компонентов, но получить полный контроль над технологией. Таким образом, импортные детали рассматриваются как временное решение, трамплин для запуска своих разработок.

Отечественные разработки. В 2023–2024 гг. на рынке появились российские аналоги многих систем автоматизации. В ПФО можно отметить предприятие «ЭКРА» (Чебоксары), которое традиционно сильно в релейной защите и автоматике: оно начало продвигать собственные контроллеры подстанционного управления взамен импортных. Также НПО «КОНТУР» (Ижевск) развивает системы автоматизации для электроэнергетики. В сфере SCADA российские IT-компании предложили свои продукты, например, комплекс MasterSCADA, система КРУГ-2000 и др. – они получили импульс к развитию благодаря господдержке проектов по созданию отечественного ПО. На федеральном уровне Минпромторг присваивает статус «отечественного ПО» и стимулирует заказчиков переходить на эти системы.

Тем не менее остаются серьезные проблемы. Главная – элементная база и стоимость компонентов. Отечественная электроника (микропроцессоры, АЦП, силовые модули), необходимая для создания контроллеров и приводов,



Рынок становится более структурированным и зрелым

пока существенно дороже иностранных аналогов – в три-четыре раза. Это удороожает конечные устройства и снижает их конкурентоспособность. Кроме того, разработчики жалуются на дефицит инженерных кадров и отсутствие развитого сообщества вокруг отечественных решений. Если для популярных зарубежных PLC существовало множество готовых библиотек, сообщество интеграторов, то свои решения приходится продвигать практически с нуля, обучать пользователей. Все это замедляет внедрение.

Импортная зависимость vs локализация. Российские предприятия осознают риск новой зависимости – уже от Китая. Как справедливо отмечают эксперты, если застять на этапе полной замены европейских компонентов китайскими, то в случае любой турбулентности Россия окажется в уязвимой позиции. Поэтому локализация рассматривается стратегически – это не только про детали, но и про будущее. Разрабатываются планы организации собственного производства ключевых компонентов: магнитов, датчиков, промышленных контроллеров, систем ЧПУ, системных плат. Здесь большую роль играет государство: через Минпромторг реализуются программы стимулирования электронной промышленности. К примеру, финансирование радиоэлектронной отрасли выросло с 9,9 млрд руб. в 2020 г. до 147,6 млрд в 2023 г., на 2024 г. заложено свыше 230 млрд руб. субсидий – значительная часть этих средств пойдет на создание компонентной базы, в том числе для электроавтоматики. Ожидается, что к 2025–2026 гг. появятся отечественные микроконтроллеры и сигнальные процессоры, способные заменить иностранные в типовых задачах автоматизации.

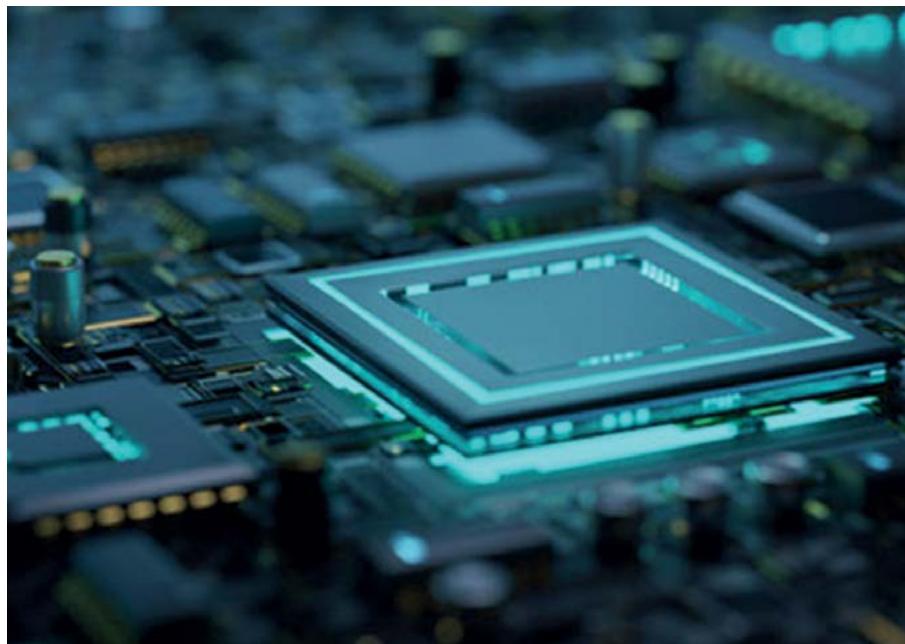
Прогноз и перспективы. В ближайшие один-три года сегмент систем автоматизации в ПФО будет находиться под фокусом как государства, так и крупного бизнеса. Крупные предприятия региона (нефтехимия, машиностроение, энергетика) заинтересованы в надежных поставках систем управления, поэтому вероятно создание совместных производств: например, партнер-

ства российских компаний с азиатскими для локализации сборки частотных приводов или сенсорных устройств на территории ПФО. Уже есть примеры: в 2024 г. началось строительство второй очереди завода по производству устройств защиты от перенапряжений (ОЗИП) под Санкт-Петербургом – это сигнал, что даже узкоспециализиро-

производить внутри страны. Аналогичные проекты могут появиться и в Поволжье (например, в ОЭЗ «Алабуга» в Татарстане рассматривается проект по выпуску компонентов промышленной автоматизации).

Со стороны спроса ожидается дальнейший рост потребностей в автоматизации: промышленность ПФО активно внедряет концепции «Индустрия 4.0», цифровые технологии, роботизацию – все это требует современных систем управления. Особенно большой потенциал – в модернизации электростанций и сетей: переход к интеллектуальным сетям (smart grid) невозможен без отечественных контроллеров и программных комплексов.

Резюмируя: в краткосрочной перспективе сегмент автоматизации будет расти опережающими темпами (воз-



эффекту низкой базы и господдержке. Основная интрига — насколько быстро удастся снизить зависимость от импорта. Здесь многое будет зависеть от реализации госпрограмм развития электронной компонентной базы к 2030 году. Если заявленные проекты состоятся, через несколько лет ПФО — как и вся Россия — сможет перейти от адаптации чужих решений к экспорту собственных систем автоматизации.

Электротехнические компоненты и материалы: база для промышленности

Описание сегмента. К электротехническим компонентам условно можно отнести все вспомогательные изделия и материалы, необходимые

После компенсационного скачка 2022–2023 гг.

рынок вошел в стадию стабильного развития

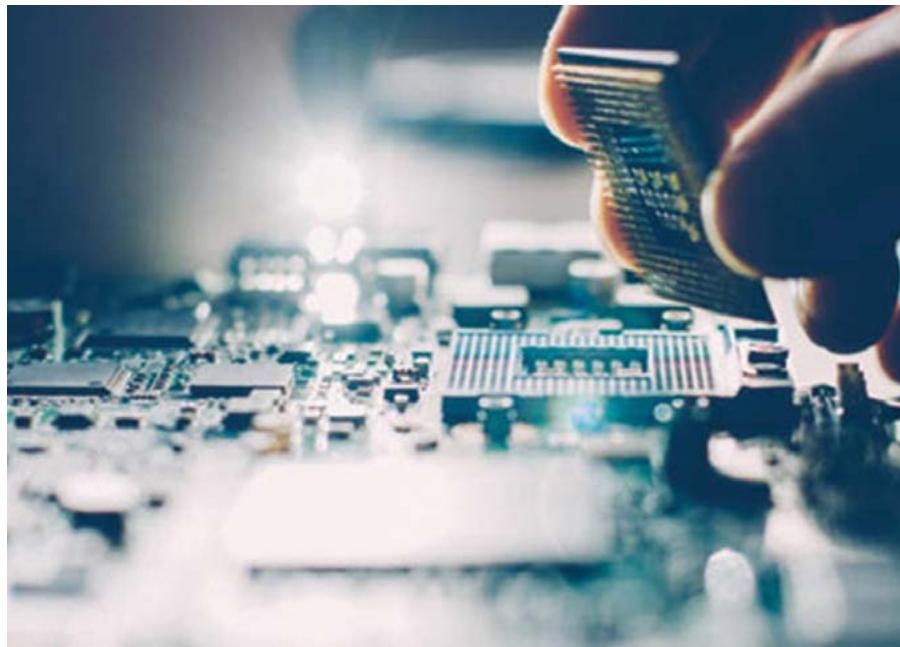
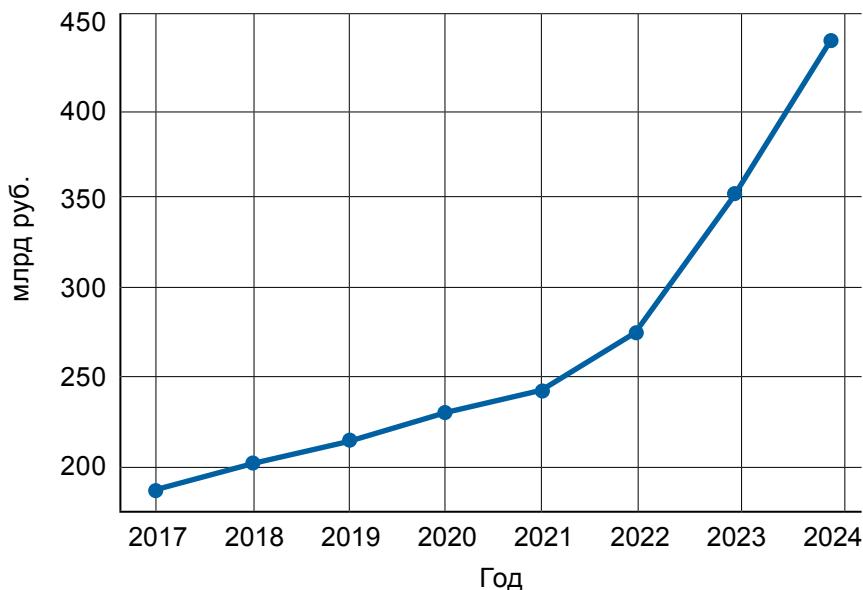
ческого оборудования: это изоляторы, обмоточные провода, кабельные лотки, крепеж, контактные соединители, коммутационные элементы, конденсаторы, магнитопроводы, подшипники для электромашин, и т.д. Несмотря на то что каждый из этих рынков относительно узкий, в совокупности сегмент компонентов составляет значительную

нологическую независимость. В ПФО действует ряд предприятий данной специализации — например, АО «Самарский конденсаторный завод» (производство силовых конденсаторов для энергетики), ПАО «Электроизолятор» в Оренбургской области (фарфоровые линейные изоляторы), заводы кабельной арматуры в Пермском крае и др. Их продукция, хотя и не так известна широкой публике, жизненно необходима: без качественных изоляторов или конденсаторов невозможно построить надежную сеть или электродвигатель.

Состояние и вызовы. После 2022 года сегмент компонентов столкнулся с такими же проблемами, что и автоматизация, — резкое сокращение импорта из недружественных стран. Например, в электроэнергетике долгое время применялись импортные изоляционные материалы, коммутационные аппараты низкого уровня, специальные подшипники для турбогенераторов и т.д. Сейчас все эти позиции требуют замещения. Отрадно, что российские компании уже наладили выпуск многих компонентов: так, в 2023 г. в Нижегородской области открылось производство композитных опор для ЛЭП, в Башкирии — производство высоковольтных вводов с твердой изоляцией, в Чувашии — нового типа силовых конденсаторов для компенсирующих устройств. Тем не менее зависимость от импорта сохраняется в части высокотехнологичных мелких компонентов — например, микроэлектроники для устройств РЗА, IGBT-модули, датчики тока. Это уже выходит за рамки классической электротехники и требует синергии с электронной промышленностью. Именно поэтому усилия государства по развитию микроэлектроники (направленные 3,5 трлн руб. инвестиций до 2030 г.) косвенно работают и на электротехническую отрасль.

Еще один аспект — стоимость российских компонентов относительно зарубежных. Так как объемы производства у нас пока меньше, удельные затраты выше, что делает компоненты дорогими. Например, директор НПО «ЛАБС» Николай Таболин отмечает, что микросхемы российской разработки обходятся в три-четыре раза дороже китайских, и это сильно увеличивает

Объем производства электротехники в ПФО, 2017–2024 гг.



цену конечных устройств. Однако производители рассматривают такие вложения как инвестицию в независимость, сознательно жертвуя частью прибыли. В этом смысле сегмент компонентов – наиболее «стратегический»: здесь важнее иметь свое, пусть и временно дороже, чем остаться в критической зависимости.

Развитие и перспективы. Прогноз для сегмента компонентов в ПФО связан с общенациональными планами технологического развития. Ожидается, что в 2024–2025 гг. при поддержке государства будут запущены новые производства базовых компонентов: магнитопроводов, электротехнической стали, силовых полупроводников – все это фундамент для создания конкурентоспособных электроустановок. В частности, планы импортозамещения включают организацию производства энергоэффективных магнитов и подшипников для электродвигателей (в рамках программы развития электротехнического машиностроения). ПФО, как регион с мощным машиностроительным комплексом (например, выпускаются электродвигатели для нефтяных насосов, тяговые двигатели для транспорта), заинтересован в локализации таких вещей – и, возможно, именно здесь появятся новые инвестиционные проекты.

В сфере материалов (кабельные пластикаты, лакоткани, смолы и т.п.) ситуация уже благополучнее: российские химические предприятия (многие расположены как раз в Поволжье) полностью покрывают потребности электротехники в кабельных пластиках, резине, электроизоляционных лакокрасочных материалах и др. В ближайшие годы ожидается повышение требований к материалам – в связи с трендом на пожаробезопасность и экологичность. Это приведет к тому, что отечественные производители материалов будут внедрять новые рецептуры: безгалогенные огнестойкие изоляции, компаунды с повышенным сроком службы и т.д. Поволжские компании, работая в тесной связке с научными институтами (например, ВНИИКП – филиал в Казани), способны занять ведущие позиции в этой области.

Подводя итог: сегмент электротехнических компонентов и материалов, хоть и менее заметен, чем выпуск готового оборудования, является краеугольным камнем отрасли. Его развитие – необходимое условие для настоящей независимости электротехники России. Перспективы здесь напрямую зависят от общего научно-промышленного прогресса, и ПФО располагает всем необходимым (индустриальная база, кадры, наука), чтобы внести решающий вклад.

Прогноз развития рынка: 2025–2027 годы

Участники рынка и эксперты сходятся во мнении, что электротехническую отрасль Поволжья в среднесрочной перспективе ожидает устойчивый, хотя и более умеренный рост по сравнению с бурным посткризисным периодом. Основные тенденции и ожидания на горизонте одного года – трех лет можно сформулировать следующим образом:

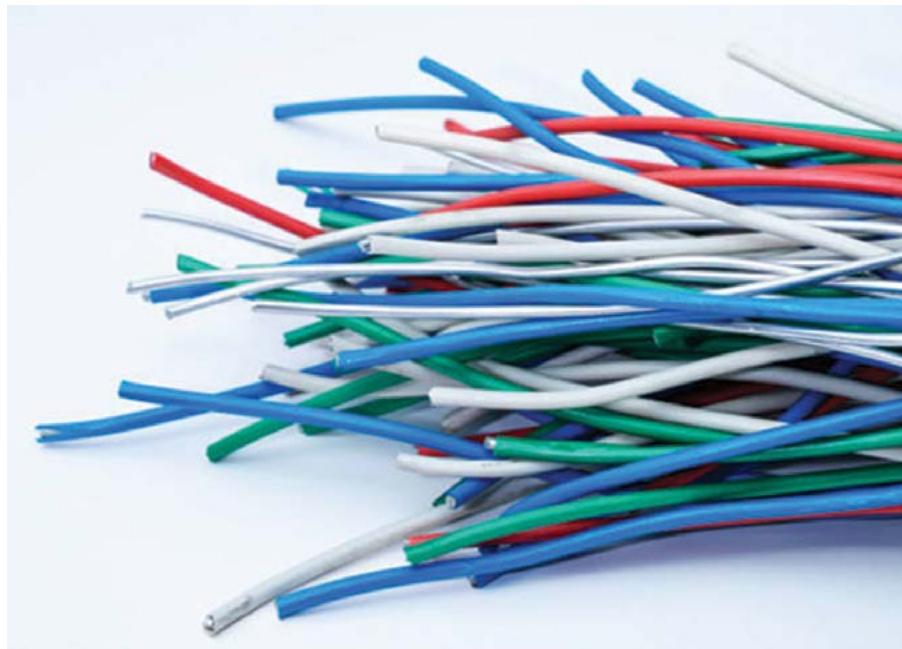
- **Стабилизация и органический рост.**

После компенсационного скачка 2022–2023 гг. рынок вошел в стадию стабильного развития. Скорее всего, суммарный рост отрасли будет соответствовать росту экономики и инвестиционного цикла – порядка 3–6 % в год в реальном

сроке. Это подтверждают настроения самих компаний: опросы показывают, что большинство производителей планируют увеличение объемов производства в пределах 5–10 % в год, ориентируясь на имеющийся портфель заказов.

- **Реструктуризация спроса.**

Рынок становится более структурированным и зрелым. После периода ажиотажного спроса на любые доступные товары в 2022 г., сейчас потребители возвращаются к выбору по качеству и надежности. Как отметил Виктор Свинцов (РАЭК), на рынок возвращается средний и высокий ценовой сегмент – кли-



совершенные решения. Это стимулирует производителей предлагать продукцию премиум-класса, улучшать дизайн, внедрять инновации. Одновременно растут требования к сервису: поставка «под ключ», инжиниринг, постпродажное обслуживание. Те игроки, кто сможет обеспечить полный цикл услуг, получат конкурентное преимущество.

- **Государственные мегапроекты и поддержка.** В ближайшие годы государство продолжит оставаться крупным заказчиком и спонсором отрасли. Во-первых, в действие вступают национальные проекты в инфраструктуре – модернизация энергосетей, строительство социальных объектов, развитие транспортных систем. Все они требуют большого количества электротехнического оборудования (от подстан-

ций до освещения), и предпочтение будет отдаваться российским товарам. Во-вторых, ожидается усиление прямой поддержки производителей: расширение программ льготного кредитования, субсидий на НИОКР, продление действия программы компенсации части затрат на локализацию. Кроме того, механизм регуляторной поддержки (например, требования по минимальной доле отечественного оборудования в госзакупках) будет стимулировать спрос на продукцию ПФО. Предприятия округа уже ощутили эффект господдержки в 2022–2024 гг., и в следующие годы эта линия сохранится.

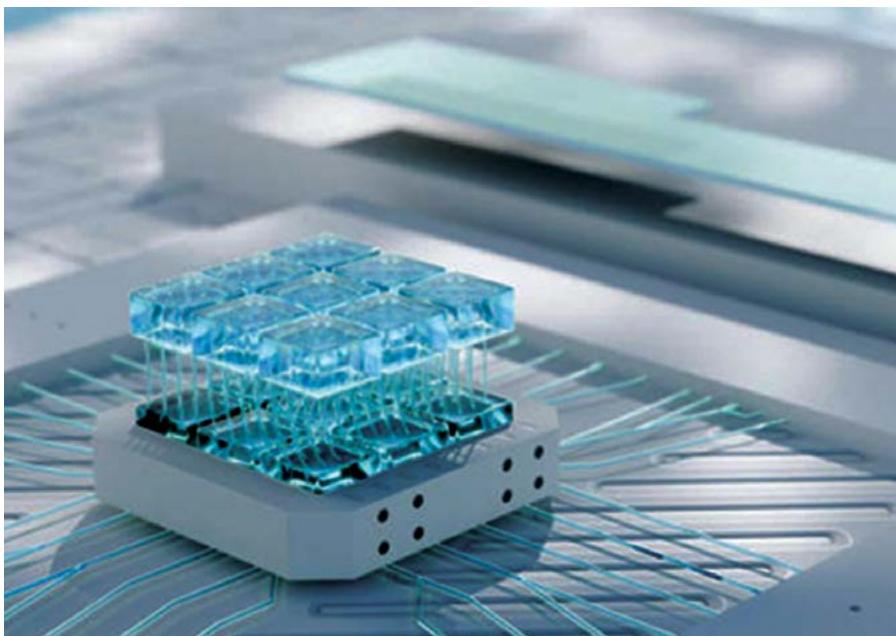
- **Импортозамещение 2.0:** углубление локализации. Если первая волна импортозамещения заключалась в сборке конечной продукции вну-

три РФ, то следующий этап – локализация компонентов и технологий. В период 2025–2027 гг. следует ожидать появления новых производств электронной компонентной базы, электрических машин и высокоточных приборов. Например, рассматривается проект строительства завода по производству силовой электроники (IGBT-модулей) в Татарстане; в Пермском крае возможна локализация производства промышленных электродвигателей совместно с азиатскими партнерами. Цель – к 2030 г. довести уровень локализации ключевых подсегментов (электродвигатели, реле и датчики, силовые трансформаторы) до 80–85%. Это амбициозная задача, но ее решение делает отрасль гораздо более устойчивой к внешним факторам.

- **Новые технологии и инновации.**

Отрасль электротехники продолжит технологическое обновление. Цифровизация станет неотъемлемой частью: все больше оборудования будет оснащаться датчиками и связью, интегрируясь в системы «умного» мониторинга. Энергоэффективность – другой постоянный тренд: повышение КПД трансформаторов, снижение потерь в сетях, развитие накопителей энергии. Также на повестке экологичность: переход на экологически чистые изоляционные масла в трансформаторах, отказ от ртути и свинца в приборах, переработка старого электрооборудования. Предприятия ПФО, чтобы соответствовать этим тенденциям, будут инвестировать в R&D. Можно ожидать появления опытных образцов, а затем и серийных продуктов, соответствующих новым мировым стандартам. Например, в энергосистеме обсуждается переход на класс напряжения 20 кВ (для снижения потерь) – производители уже сейчас разрабатывают линейку оборудования под эти стандарты.

- **Логистика и экспорт.** К 2025 году в целом удалось выстроить новую логистику поставок – через Турцию, Китай, Казахстан. В следующие годы логистические издержки, вероятно, уменьшатся за счет оптимизации маршрутов (вводится в строй Международный транспортный коридор «Север–Юг», расширяются мощности портов Каспия и Черного моря). Это позволит удешевить импорт комплектующих и облегчить экспорт продукции. Кстати, экспорт – важное направление развития. Можно прогнозировать, что доля экспорта российской электротехники будет расти. Уже сейчас есть примеры успешного выхода



на внешние рынки (кабель, трансформаторы, светотехника в страны СНГ, Ближнего Востока). При благоприятной конъюнктуре компании ПФО смогут экспортirовать до 10–15 % своей продукции, получив дополнительную выручку в валюте. Госорганы (Минпромторг, Российский экспортный центр) продолжат помогать – от сертификации до организации выставок и продвижения бренда Made in Russia.

Подводя итог прогнозу: рынок электротехники ПФО вступает в период сбалансированного роста и консолидации результатов импортозамещения. Отрасль в регионе к 2025 г. фактически обрела новую конфигурацию – с доминированием отечественных игроков, налаженным производством по широкому спектру продукции и сниженными внешними рисками. Впереди – работа над повышением технологического уровня и конкурентоспособности на глобальном рынке. Если реализуются намеченные планы по локализации и инновациям, через несколько лет электротехнический комплекс Приволжского округа станет не только надежной основой для внутренней экономики, но и экспортноориентированной высокотехнологичной отраслью, внесшей вклад в новый промышленный облик России.

Заключение

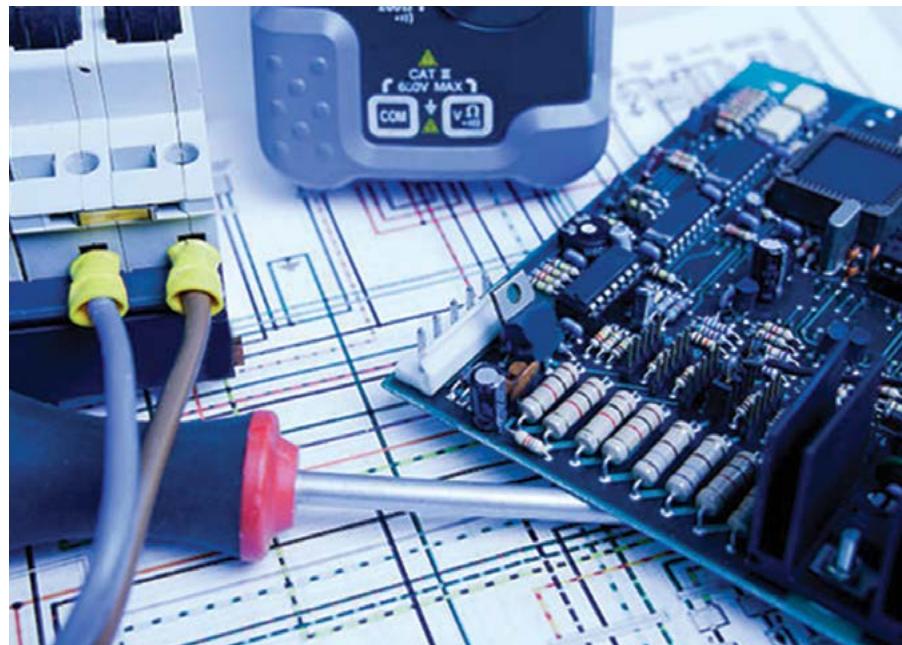
Рынок электротехники в Приволжском федеральном округе по состоянию на 2025 год демонстрирует устойчивость и зрелость, сочетая значительные объемы производства с позитивными структурными сдвигами. Регион, обладая мощной индустриальной базой, сумел адаптироваться к внешним вызовам и использовать возможности для развития собственного промышленного потенциала. В статье были рассмотрены основные сегменты отрасли – кабельная продукция, трансформаторы, распределительные и низковольтные устройства, светотехника, системы автоматизации и компоненты. По каждому из них видны как успехи (рост производства, запуск новых продуктов, импортозамещение), так и остающиеся проблемы (зависимость от импорта комплектующих, необходимость технологического рынка, конкуренция с Китаем).

Ключевой вывод состоит в том, что электротехнический рынок ПФО находится на подъеме, опираясь на поддержку государства, инвестиционный спрос и предприимчивость

местного бизнеса. Ближайшие годы станут решающими для закрепления достигнутой независимости: дальнейшая локализация технологий и компонентов, рост компетенций и качества, экспансия на внешние рынки. У участников рынка есть осторожный оптимизм: прогнозы в целом благоприятны, хотя головокружительный рост сменяется более спокойным развитием. Эксперты подчеркивают важность продолжения диалога между производителями, властью и потребителями – именно он позволил преодолеть кризисные моменты 2022 года и заложил основу для нынешних успехов.

Для Приволжского федерального округа электротехническая отрасль – это не только часть экономики, но и стратегический ресурс. Состояние электросетей, энергетическая

безопасность, запуск новых производств – все это напрямую зависит от наличия современных и надежных электротехнических средств. Сегодня можно уверенно сказать, что предприятия ПФО способны эти потребности удовлетворить. Их продукция освещает города, движет поезда и заводские конвейеры, связывает в единое целое огромную энергосистему страны. Перспективы отрасли в регионе связаны с инновациями и экспансией: Поволжье имеет шанс стать одним из центров электротехнического прогресса России, где рождаются передовые разработки и формируются новые рынки. Сплетение опыта советской индустрии и современных подходов к менеджменту уже приносит плоды – а значит, впереди у электротехнического комплекса ПФО – новые достижения и вершины.



Обзор электротехнического рынка СКФО в 2025 году

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО), объединяющий Республики Дагестан, Чечню, Ингушетию, Северную Осетию – Аланию, Кабардино-Балкарию, Карачаево-Черкесию и Ставропольский край, в 2025 году демонстрирует сложное, но постепенное развитие электротехнического рынка. В условиях общего курса России на технологическую независимость и импортозамещение региональный рынок электротехники претерпел существенные структурные изменения. Доля параллельного импорта электротехнической продукции, превышавшая 20% в 2022 году, резко сократилась к 2024 году. Это отражает активное замещение ушедших западных брендов отечественными и «дружественными» поставщиками, а также рост локального производства. Хотя по итогам 2023 года наблюдалось некоторое замедление продаж даже у российских вендоров, к 2024 году рынок стабилизировался. В целом электротехнический комплекс СКФО адаптируется к новым условиям и начинает наращивать потенциал за счет внутренних резервов и госпрограмм.

Региональная специфика СКФО – сравнительно невысокий уровень ин-

дустриализации в прошлом и хронические проблемы энергокомплекса (износ сетей, высокие потери, дефицит генерирующих мощностей) – определяет особый путь развития рынка. Однако 2024 год ознаменовался рядом прорывов. Во-первых, Северный Кавказ стал одним из лидеров по развитию возобновляемой энергетики в России: на его долю приходится около 19% от общероссийского показателя генерации на основе ВИЭ. В Ставропольском крае введен крупнейший в стране ветропарк и самая большая солнечная электростанция, а в Дагестане строится ветроэлектростанция рекордной мощности. Во-вторых, только за 2024 год в округе запущены новые объекты генерации – от ветровых и гидро- до солнечных электростанций, – а также введены в строй новые объекты потребления электроэнергии. Эти проекты требуют современного электротехнического оборудования и стимулируют спрос на него. В-третьих, энергокомпании СКФО развернули масштабные программы модернизации сетевой инфраструктуры: снижения потерь, установки «умных» счетчиков, обновления подстанций и линий. Ставропольский край и республики активно реализуют

программы снижения потерь электроэнергии, и для успеха этих инициатив Кавказу необходимы новые современные подходы и технологии. Всё это создало благоприятный фон для роста рынка электротехники в регионе, несмотря на сохраняющиеся проблемы.

Далее в обзоре последовательно рассмотрены ключевые сегменты электротехнического рынка СКФО – кабельно-проводниковая продукция, трансформаторы и распределительное оборудование, низковольтная аппаратура, светотехника, системы автоматизации и электротехнические компоненты. Также проанализированы текущие проблемы отрасли (от износа сетей до импортозависимости), отмечены недавние успехи и кейсы (новые заводы, проекты ВИЭ, снижение потерь), описаны меры господдержки и крупные инвестиционные проекты, а в заключение дан прогноз на один-три года с учетом макроэкономических и логистических факторов.

Состояние рынка и структура сегментов

Рынок электротехники СКФО в 2025 году находится в состоянии перехода от фазы восстановления к фазе постепенного роста. Структура спроса существенно изменилась за последние два года: теперь ее определяют больше инфраструктурные проекты и программы модернизации, инициированные государством, чем коммерческое строительство или потребительский сектор. По оценкам экспертов, главным драйвером спроса на электротехническую продукцию в России ныне являются государственные программы, нацпроекты и инвестиции сетевых компаний. Северный Кавказ – наглядное тому подтверждение. Реализация федеральной программы развития СКФО и отраслевых инициатив (энергетическая стратегия, программа снижения потерь и др.) обеспечивает значительный объем заказов на оборудование. Рост экономики региона во многом обусловлен подобными моделями с высокой долей госучастия.

В структуре самого электротехнического рынка СКФО можно выделить несколько крупных сегментов (рис. 1, табл. 1). Крупнейший сегмент – кабельно-проводниковая продукция, на долю которой приходится значительная часть от общего

Планируемая установка «умных» счетчиков в регионах СКФО



Рис. 1. Планируемое количество устанавливаемых «умных» счетчиков электрической энергии в субъектах СКФО в 2024 г. (шт.)

Примечание: Масштабные проекты цифровизации электросетевого комплекса Северного Кавказа предусматривают установку десятков тысяч интеллектуальных приборов учета. Лидируют по объемам Чечня (20 тыс. счетчиков) и Карачаево-Черкесия (15,7 тыс.), Дагестан (15,1 тыс.), значительные установки запланированы также в Ставропольском крае, Северной Осетии и Ингушетии. Эти меры призваны радикально снизить коммерческие потери и улучшить сбор платежей.

объема реализуемой электротехники. Это объясняется большим объемом строительно-монтажных работ (линии электропередачи, подключения новых объектов, внутренние электросети зданий) и потребностями проектов генерации. Далее следуют сегменты силового оборудования – трансформаторы и распределительные устройства среднего и высокого напряжения, – а также низковольтное оборудование (аппаратура распределения и управления до 1 кВ). Значимую долю занимают светотехнические изделия – от источников света до осветительных установок, – спрос на которые поддерживается программами энергоэффективности

и благоустройства. Сегмент систем автоматизации и электротехнических компонентов (различные комплектующие, датчики, разъемы и т.п.) пока сравнительно невелик в стоимостном выражении, но его роль быстро возрастает с развитием концепций «умных сетей» и цифровизации производств.

- **Высокий износ инфраструктуры и потери энергии.** Энергосетевая инфраструктура СКФО долгие годы недофинансировалась, что привело к ветхости сетей, перегрузке трансформаторов и, как следствие, огромным потерям электроэнергии. Фактические совокупные потери электроэнергии в округе на начало 2020-х достигали порядка 20–22%. Эти потери делятся на технологические (обусловленные изношенностю оборудования) и коммерческие (воровство и неучтенное потребление). Технологические потери связаны со старым оборудованием: по данным компании «Россети Северный Кавказ», значительная часть линий и трансформаторных

Ключевые проблемы рынка

Несмотря на позитивные сдвиги, электротехнический рынок Северного Кавказа сталкивается с рядом системных проблем, сложившихся исторически и обострившихся в последние годы:

Таблица 1. Основные сегменты электротехнического рынка СКФО (2025 г.)

Сегмент	Особенности в СКФО (2025)	Ключевые тренды и примеры
Кабельно-проводниковая продукция	Развит локальный выпуск: в КБР действует завод «Кавказкабель», в Дагестане – производство «Дмитров кабель». Большая часть кабелей и проводов, используемых в регионе, – российского производства.	Импортозамещение практически полное; спрос растет за счет строительства ВИЭ и модернизации сетей; пример: мощности завода в Махачкале позволяют выпускать до 6,12 млн метров кабеля в год.
Силовое оборудование (трансформаторы, распределительные устройства)	Собственного производства трансформаторов пока нет (проект строительства завода в Ингушетии анонсирован). Оборудование поставляется из других регионов РФ (Урал, Поволжье) или из дружественных стран. Активно идет замена устаревших подстанций и расширение сетевой инфраструктуры.	Высокий износ парка трансформаторов, острый спрос на новое оборудование; реализация программы Россетей по снижению потерь; пример: в 2024 г. «Россети Северный Кавказ» установили новые трансформаторы на 34 подстанциях Карачаево-Черкесии. Инвестпрограммы 2023–2025 гг. увеличены (+47% финансирования) для ускоренной модернизации.
Низковольтная аппаратура (АПП, коммутационные изделия)	Резкое перераспределение рынка после ухода западных брендов (ABB, Schneider, Eaton и др.). Основные поставщики – российские компании (IEK, DEK, TDM и др.) и азиатские производители под локальными марками. В регионе спрос формируют стройкомплекс, ЖКХ и малый бизнес.	Импортозамещение достигло ~70% по ряду позиций; доля западных брендов упала до ~10%. Рост присутствия китайских изделий (Chint, EKF-China и др.). Повышенные требования к надежности и наличию сервисных центров. Пример: рынок электроустановочных изделий (щитки, выключатели, розетки) в РФ теперь на 70% принадлежит отечественным компаниям.
Светотехническая продукция (светильники, лампы, прожекторы)	Массовый переход на LED-технологии в наружном и внутреннем освещении. Органы власти финансируют проекты замены уличных ламп на светодиодные (энергосервисные контракты в городах региона). Потребительский сегмент (домохозяйства) также почти полностью перешел на LED.	Тенденция: сокращение продаж традиционных ламп на 2% в год и двузначный рост LED-светильников (+16% в 2023). На рынке доминируют российские и белорусско-китайские производители светотехники (Wolta, «Световые технологии», IEK, GALAD и др.). Пример: в 2024 г. сегмент «лампы и источники света» в РФ продолжил падение (-2%), тогда как сегмент «светотехника» вырос на 16% благодаря LED.
Системы автоматизации (АСУ ТП, «умные сети», IoT)	В регионе активно внедряются интеллектуальные системы учета и управления в электроэнергетике и промышленности. Крупнейший заказчик – «Россети Северный Кавказ» (проекты Smart Grid). Есть местные интеграторы (например, ООО «СКТЦ» в Ставрополе) с опытом внедрения АСУТП на предприятиях АПК, энергетики и ЖКХ.	Цифровизация ускоряется, но зависит от доступности технологий. Импортные решения (PLC, SCADA) замещаются российскими и азиатскими. Пример: в 2024 г. энергокомпания региона установит 72,8 тыс. «умных» счетчиков электроэнергии в 7 регионах округа (рис. 1), позволяя дистанционно учитывать и снижать потери. Росстат отмечает, что потребность предприятий в технологиях автоматизации и роботизации превышает 50% – огромный потенциал роста.
Электротехнические компоненты (комплектующие, материалы)	Собственного производства ключевых компонентов (электронных, электромеханических) в СКФО нет; поставки идут по федеральным дистрибуционным каналам. Импортозависимость сохраняется в высокотехнологичных компонентах: силовые полупроводники, магнитные материалы, датчики и т.д.	Проблемная область: критически важные компоненты (неодимовые магниты, электроника) почти полностью импортируются из Китая. Начаты НИОКР по локализации – появляются первые отечественные образцы магнитных систем, не имеющие аналогов даже в Китае. В рамках кооперации с партнерами из ЕАЭС налаживаются поставки альтернативных компонентов.

подстанций выработала ресурс. Коммерческие же потери – острая социальная проблема: в некоторых регионах ранее не оплачивался значительный процент потребленной энергии. Такое положение подрывало основы рынка: инвестиции в модернизацию были рискованными.

• **Неплатежи и долги энергетики.** До недавних реформ энергокомпании округа хронически недополучали выручку: уровень собираемости платежей от населения и предприятий в ряде республик был значительно ниже среднего по стране. Это приводило к росту долгов за энергоресурсы, дефициту оборотных средств у сетевых и сбытовых компаний, задержкам с расчетами с поставщиками оборудования. Хотя федеральный центр не раз списывал и реструктурировал долги, проблема неплатежей еще не полностью решена, особенно в социально уязвимых территориях.

• **Импортозависимость в сегменте высокотехнологичного оборудования.** Санкционные ограничения с 2022 г. оголили узкие места: ряд видов электротехники и компонентов ранее практически полностью поставлялись западными компаниями. В первую очередь это касалось средств автоматизации (PLC, промышленные контроллеры, программное обеспечение SCADA), силовой электроники (IGBT-модули, микропроцессорные защиты), осветительных компонентов (светодиодные чипы, драйверы) и материалов (например, магнитопроводы, высоковольтная изоляция). Импортозамещение наиболее массовой продукции (кабели, низковольтка, светильники) удалось наладить оперативно, а вот в нишевых категориях возникли «болевые точки». Например, произ-

Рынок электротехники СКФО в 2025 году находится

в состоянии перехода от фазы восстановления

к фазепоступательного роста

водство современных электродвигателей уперлось в отсутствие собственной элементной базы – высококачественных постоянных магнитов. «Мы сильно зависим от неодимовых магнитов, которые закупаем в Китае», – поясняет Николай Таболин, эксперт отрасли. Аналогичные проблемы есть с электронной компонентной базой – она во многом китайская. Это повышает издержки и сроки реализации проектов, особенно высокотехнологичных (системы автоматизации, ВИЭ-инверторы и пр.).

• **Недостаток производственных кластеров и локальных производителей.** В отличие от некоторых других федеральных округов, на Северном Кавказе до недавнего времени не было крупных электротехнических заводов федерального значения. Исключение – кабельный завод «Кавказкабель» в КБР, функционирующий с советских времен. Остальные предприятия отрасли – небольшие производства или сборочные цеха, часто с участием инвесторов из других регионов. Это означало зависимость рынка от привозной продукции, удлиненную логистику и более высокие цены. Ситуация постепенно меняется: регион привлекает инвестпроекты (см. следующий раз-

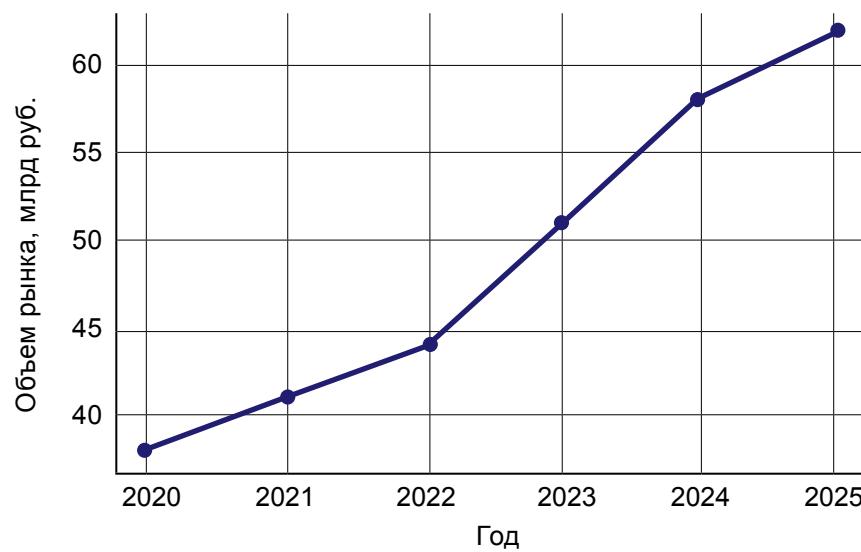
дел), однако пока локализация производства электрооборудования в СКФО остается низкой.

• **Кадровый голод и компетенции.** Отрасль остро нуждается в квалифицированных инженерных кадрах – проектировщиках, наладчиках, специалистах по электронике и автоматике. Многие талантливые выпускники технических вузов СКФО уезжают работать в более развитые регионы или нефтегазовые компании. Это затрудняет развитие местных производств и сервисных центров. Государство запускает образовательные программы, создаются центры опережающей подготовки, но эффект будет ощущим не сразу.

• **Логистические и транспортные сложности.** Горный рельеф и удаленность многих населенных пунктов СКФО усложняют как строительство сетей, так и доставку оборудования. Некоторые территории (горные села, удаленные высокогорные районы) по-прежнему энергодефицитны или питаются по перегруженным линиям. Для обеспечения их электроснабжения требуются нестандартные решения – автономные ВИЭ-установки, накопители энергии, что формирует особый спрос на соответствующую технику. Кроме того, санкционные изменения логистики привели к перестройке цепочек поставок: теперь значительная часть импортных электротехнических компонентов попадает в Россию транзитом через страны Закавказья, Средней Азии (Казахстан) или по Каспийскому маршруту. Северный Кавказ, будучи приграничным макрорегионом, оказался транзитным хабом на направлении Иран – Азербайджан – Россия. Это несет и плюсы (новые возможности импорта необходимых компонентов), и минусы (увеличенные сроки и стоимость доставки).

Отмеченные проблемы являются сферой приложения усилий государства и бизнеса. Уже сейчас предпринимаются шаги для их решения – многие из них принесли первые положительные результаты, о которых речь пойдет далее.

Изменение объема рынка электротехники в СКФО (2020–2025 гг.)



Достижения и позитивные тенденции

Несмотря на трудности, в 2024–2025 гг. в электротехнической отрасли СКФО наметился ряд успехов и позитивных изменений:

- Снижение потерь электроэнергии и повышение надежности энергоснабжения.** Реализация «Программы снижения потерь» ПАО «Россети» на Кавказе начала давать ощутимый эффект. Энергетики сообщают о последовательном уменьшении как технологических, так и коммерческих потерь. Например, в филиале «Кабалкэнерго» (Кабардино-Балкария) по итогам 2024 года потери в сетях снижены до 19,83%, тогда как еще годом ранее превышали 21%. В Северной Осетии уровень потерь за 2024 г. удалось снизить до ~17,5%. Это стало возможным благодаря техническому перевооружению сетей и массовой установке интеллектуальных счетчиков в рамках комплексного инвестпроекта «Россети Северный Кавказ». Новые «умные» счетчики не только автоматизируют учет, но и мгновенно сигнализируют о несанкционированном подключении или аварии, что помогает быстро пресекать хищения и технические неисправности. Одновременно проведена большая работа по замене «голого» провода на самонесущий изолированный (СИП) в распределительных сетях, обновлению трансформаторов на современные энергоэффективные модели, усилению дисциплины платежей совместно с правоохранительными органами. Всё это напрямую повышает надежность электроснабжения потребителей региона.

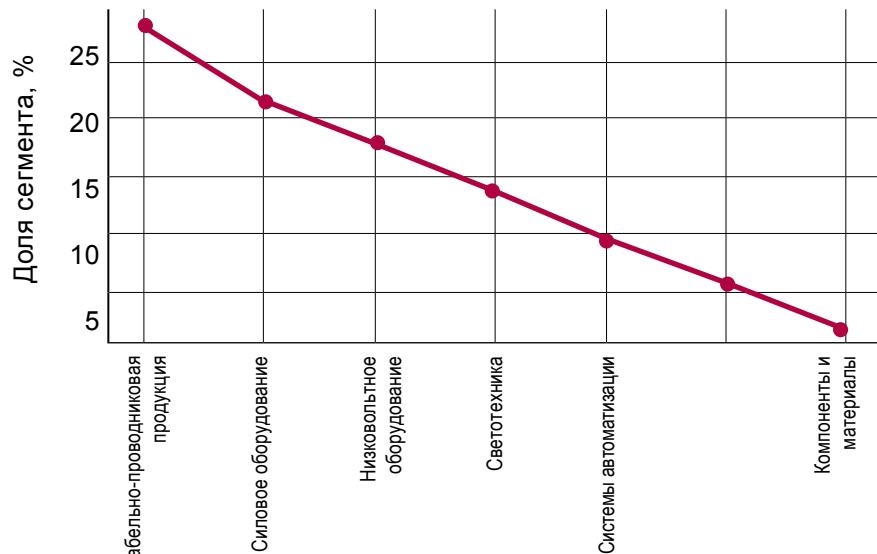
- Реализация крупномасштабных энергетических проектов.** 2024 год стал переломным в развитии генерации на Кавказе. В Карачаево-Черкесии введена в эксплуатацию новая ГЭС (увеличив общую мощность каскада ГЭС на р. Кубань), в Ставропольском крае заработали новые ветропарки совокупной мощностью десятки МВт, завершено строительство крупнейшей в РФ солнечной электростанции мощностью 100 МВт. В Республике Дагестан начато возведение ветроэлектростанции рекордной мощности – свыше 300 МВт, первый этап которой планируется к сдаче в 2025–2026 гг. Таким образом, Северный Кавказ превращается в одну из опорных зон «зеленой энергетики» страны. Для электротехнического рынка это означает появление крупных заказчиков на трансформаторные подстанции, кабельные линии, силовую электронику, системы накопления энергии. Одновременно строительство энергообъектов сопровождается созданием новой инфраструктуры – подво-

дящих сетей, центров питания – что формирует мультиплексный спрос на широкий спектр электротехники.

- Успехи импортозамещения и появление новых производителей.** Отечественные компании заметно нарастили присутствие на рынке СКФО, заменив импорт во многих нишах. Например, кабельная продукция теперь практически полностью закупается у российских заводов (помимо местных «Кавказкабель» и «Дмитров кабель», поставляют продукцию холдинг «Русский кабель», Уральская горно-металлургическая компания и др.). Низковольтное оборудование и компоненты щитков после ухода Schneider, ABB и Legrand заняли отечественные марки – IEK, EKF, KEAZ, DEKraft и другие. По оценкам, рынок электроустановочных изделий России теперь распределен так: ~70% – продукция российских компаний, ~20% – азиатские изделия под российскими

брендами, ~10% – оставшиеся западные ТМ. В Северо-Кавказском округе соотношения близки к этим, причем доля «небрендированного» параллельного импорта неуклонно снижается. В сегменте светотехники практически полностью локализовано производство светодиодных светильников для бытового и уличного освещения – их предлагают десятки фирм (часто сборка из китайских комплектующих, но под отечественными марками). Также стоит отметить успешные кейсы локального производства. Так, кабельный завод «Кавказкабель» (Тырныауз, КБР) не только выстоял в кризис, но и расширил рынки сбыта: постоянными его заказчиками являются промышленные гиганты «ЛУКОЙЛ», «Роснефть», ТНК-ВР и др. – то есть завод конкурирует на общероссийском уровне. ООО «Дмитров кабель» в Махачкале, запущенный в 2015 году при содействии ГК «Росскат», стабильно

Доли сегментов электротехнического рынка СКФО в 2025 году



работает и обеспечен спросом. Благодаря господдержке (налоговые льготы республиканского проекта) он оснащен современными линиями и способен выпускать до 1200 метров кабеля в час (более 6 млн м в год), закрывая потребности не только Дагестана, но и соседних регионов. Появились и новые проекты: в Ингушетии начата реализация инвестиционного строительства завода силовых трансформаторов (ООО «Электроцит», г. Карабулак) – первого в республике предприятия подобного профиля, призванного устраниć зависимость от импорта трансформаторов напряжением 35–110 кВ. Таким образом, процесс импортозамещения сопровождается перезапуском старых и созданием новых производств в регионе.

• Инновационные решения и «пи-лоты». Северный Кавказ, столкнувшись с особыми вызовами (высокие потери, труднодоступные территории), стал полигоном для испытания передо-

вых технологий, которые затем могут быть тиражированы по стране. Так, энергетики СКФО активно внедряют системы накопления энергии и автономные гибридные установки для питания отдаленных горных населенных пунктов. Рассматриваются проекты «энергоостровов» на основе ВИЭ там, где прокладка линий экономически нецелесообразна, – это стимулирует спрос на современные инверторы, системы управления микроэнергосетями, дизель-генераторы в гибиде с ВИЭ. Другой пример – цифровая трансформация сетей: в регионе начали применяться элементы интеллектуальных распределительных сетей (Smart Grid). «Россети Северный Кавказ» запустили приложение «Свет Онлайн» для потребителей, позволяющее удаленно передавать показания и контролировать энергопотребление. На подстанциях устанавливаются цифровые реклоузеры и автоматика секционирования, снижа-

ющие время отключения при авариях. В 2024 г. стартовал пилотный проект по внедрению технологии управляемых разрядников для грозозащиты сетей 35 кВ в горной местности (совместно с НТИ «Энернет»). Эти инициативы показывают, что регион не пассивно дожидается, а внедряет инновации, зачастую раньше других, решая свои насущные задачи.

• Рост инвестиционной привлекательности отрасли. Благодаря поддержке государства (субсидии, льготные займы ФРП, режимы ТОСЭР и ОЭЗ) инвесторы стали рассматривать Северный Кавказ как площадку для размещения производств, ориентированных в том числе на соседние рынки (Закавказье, Ближний Восток). Так, в Чеченской Республике при содействии Минкавказа создан промышленный технопарк в Грозном, где планируется разместить предприятия приборостроения и электротехники. В Дагестане на базе Каспийского завода энергетического машиностроения формируется машиностроительный кластер, способный производить и трансформаторные подстанции, и буровое электрооборудование для нефтегазовой отрасли. Эти проекты еще в начальной стадии, но они свидетельствуют об улучшении делового климата. Федеральные власти декларируют привлечение частных инвестиций в СКФО как приоритет – а электротехника и энергетическое машиностроение названы в числе перспективных направлений.

Подводя итог, можно констатировать: рынок электротехники Северного Кавказа постепенно преодолевает негативные тенденции. Удалось приостановить рост потерь, обеспечить базовую надежность энергосистемы, наполнить рынок отечественной продукцией взамен импорта, запустить новые энергоблоки. Закладываются заделы под будущее развитие – новые заводы, кластеры, инновации.

Перспективы и прогноз на один-три года

С учетом текущих трендов и макроэкономических факторов можно спрогнозировать развитие электротехнического рынка СКФО в ближайшие годы (2025–2027 гг.) как умеренно позитивное. Ожидается следующие ключевые моменты.

• Продолжение государственной поддержки и рост госзаказа. Федеральные инвестиционные программы на Кавказе сохранят высокий приоритет, поскольку регион имеет важное социально-экономическое значение. Госпрограмма развития СКФО, рассчитанная до 2030 г., предполагает мо-



В прогнозном периоде на Северном Кавказе

ожидается ввод нескольких крупных ВИЭ-объектов.

Прежде всего ветропарк в Дагестане

дернизацию инфраструктуры и промышленности региона – в том числе объектов электроэнергетики. Также, в связи с геополитической ситуацией, государство будет усиливать курс на технологический суверенитет, что выльется в поддержку локальных производств электротехники (субсидии на оборудование, R&D, защитные меры на рынке). Следовательно, доля государственного и квазигосударственного спроса (со стороны сетевых компаний, инфраструктурных проектов) останется преобладающей. Это стабилизирующий фактор для рынка: даже при неблагоприятной конъюнктуре инвестиционные проекты будут финансироваться из бюджета, обеспечивая загрузку для производителей и поставщиков.

• **Макроэкономическая ситуация и платежеспособный спрос.** Базовый прогноз по экономике РФ на 2025–2026 гг. – умеренный рост ВВП (1–2% в год) при относительно высокой ключевой ставке ЦБ (примерно 10–12%). Для Северного Кавказа, чья экономика сильно зависит от федеральных вливаний, многое будет определяться бюджетной политикой. В потребительском сегменте спрос на электротовары (бытовая техника, мелкая электроника) в 2022–2023 гг. просел, но к 2024 г. стабилизировался, и дальнейшего падения не прогнозируется. Однако этот сегмент не играет решающей роли в структуре рынка электротехники (он относится скорее к рынку бытовой электроники). Более важно то, что промышленные предприятия региона (нефтегаз Дагестана, агропром, стройиндустрия) планируют наращивать выпуск, что подтолкнет модернизацию основных фондов. По данным Росстата, свыше 70% предприятий в России испытывают потребность в техническом перевооружении – на Кавказе этот показатель не ниже. Поэтому можно ожидать постепенного обновления оборудования на промышленных объектах региона – замены устаревших электродвигателей, шкафов управления, компрессоров, насосов – с установкой современных, энергоэффективных и автоматизированных комплексов. Это создаст

устойчивый спрос на соответствующую электротехническую продукцию (приводы, КИПиА, низковольтку, системы управления). Ограничивающим фактором здесь могут стать дороговизна заемных средств и нехватка собственных средств у предприятий МСП. Тем не менее государство расширяет программы льготного лизинга, и в 2024–2025 гг. ряд компаний СКФО

уже воспользовались такими программами для покупки энергосберегающего оборудования.

• **Развитие возобновляемой и распределенной энергетики.** В прогнозном периоде на Северном Кавказе ожидается ввод нескольких крупных ВИЭ-объектов. Прежде всего ветропарк в Дагестане (Новолакский район) – поэтапный ввод до 315 МВт в 2025–2026 гг. Кроме того, планируются к запуску новые очереди ветропарков в Ставропольском крае (проекты ВЭС в Предгорном и Буйдённовском округах). Возможен прогресс в проектах солнечной генерации: рассматривается строительство СЭС в Чечне, Ингушетии мощностью 20–50 МВт в рамках частно-государственных партнерств. Эти проекты значительно повысят установленную мощность энергосистемы СКФО (с нынешних ~6,7 ГВт – до ~7,5–8 ГВт к 2027 г., по оценкам). Это потребует строитель-



ства новых линий выдачи мощности, узловых подстанций, систем хранения энергии для сглаживания неравномерности ВИЭ. Следовательно, рынок трансформаторного и распределительного оборудования получит дополнительный импульс. Также возникнет ниша для производителей систем хранения (батарейных модулей) – пока они почти полностью импортируются, но не исключено появление отечественных решений. Одновременно продолжится тренд на децентрализацию энергосистемы: рост распределенной генерации (в том числе на основе ВИЭ) стимулирует спрос на микро-ГЭС, малые ветроустановки для фермерских хозяйств, автономные гибридные комплексы. Северный Кавказ с его горными реками и ветровыми перевалами – благодатная площадка для таких установок. Можно прогно-

Электротехнический рынок Северо-Кавказского федерального округа в 2025 году представляет собой динамично развивающийся комплекс

зировать возникновение локальных производителей или сборщиков малых ВИЭ-установок в регионе.

• **Усиление локализации производства.** В течение одного-трех лет в СКФО должны материализоваться некоторые заявленные инвестиционные проекты: запуск завода трансформаторов в Ингушетии (ориентировано 2025–26 гг.), расширение мощностей

«Дмитров кабеля» (с привлечением инвестиций планируется увеличить номенклатуру за счет выпуска волоконно-оптического кабеля для связи), возможное открытие сборочного производства низковольтных комплектных устройств (НКУ) в одном из регионов. Например, ведутся переговоры о размещении в технопарке Грозного производства электрощитов для нефтегазового сектора. Если хотя бы часть этих планов реализуется, доля локального производства в удовлетворении потребностей региона возрастет с нынешних ~10–15% до 20–25% в ближайшие годы. Это не только снизит зависимость от импорта и поставок из центра страны, но и создаст новые рабочие места, увеличит налоговую базу. При благоприятном исходе СКФО может превратиться из чистого импортера электротехники в нетто-поставщика отдельных видов продукции на соседние рынки (Южный федеральный округ, страны Закавказья). Здесь важна интеграция с федеральными мерами поддержки – создание особых экономических зон, предоставление налоговых каникул, субсидирование процентных ставок – что, по заявлениям властей, будет происходить.

• **Цифровизация и «умные сети».**

В прогнозируемом периоде можно ожидать завершения первого этапа программы «Цифровой регион» в электроэнергетике СКФО. Это означает, что к 2025–2026 гг. диспетчеризация и мониторинг основных сетевых объектов будут переведены на современные платформы, а значительная часть абонентов (не менее 50% домохозяйств) будет оснащена интеллектуальными счетчиками. Таким образом, рынок систем автоматизации и IT-решений будет расти опережающими темпами. Потребуется сервисное обслуживание всей массы новых устройств, их интеграция в единые системы. Можно прогнозировать появление региональных сервисных компаний – партнеров крупных производителей электроники – которые возьмут на себя эти задачи. Кроме того, в промышленности округа назрела автоматизация процессов (АПК, переработка, строительство). Вероятно расширение



присутствия российских разработчиков АСУ ТП, робототехники в регионе, возможно через филиалы или проекты внедрения.

• Риски и ограничивающие факторы. К ним относится прежде всего внешнеэкономическая конъюнктура. Если санкционное давление усилится, могут возникнуть перебои с поставками отдельных комплектующих даже из дружественных стран, а также сложности с инвестициями (ограничение импорта технологий, удорожание логистики). Однако опыт 2022–2024 гг. показывает, что отрасль научилась быстро перестраивать цепочки поставок. Также риском остается возможное сокращение федерального финансирования при неблагоприятной ситуации в экономике. Тем не менее пока правительство декларирует приверженность развитию Кавказа, и в федеральном бюджете 2024–2025 предусмотрено увеличение ассигнований на госпрограмму по СКФО. Региональные бюджеты, хотя и ограничены, тоже стараются участвовать (например, через софинансирование проектов уличного освещения, как это делается в Ставропольском крае и Чечне).

Прогноз: при сохранении текущих трендов совокупный объем рынка электротехнической продукции в СКФО может увеличиваться на 5–7% ежегодно в реальном выражении в ближайшие три года. Структурно будет расти доля высокотехнологичных сегментов – автоматизации, силовой электроники, компонентов для ВИЭ – хотя в денежном эквиваленте лидерами останутся кабель и сетевое оборудование. Импортозамещение к 2027 г. практически полностью вытеснит параллельный импорт и остатки западной продукции в массовых категориях. Возможно появление новых брендов, в том числе совместных с иностранными партнерами из дружественных стран (Китай, Индия, Иран), локализующих производство в регионе. Северный Кавказ, преодолев отставание, имеет шанс стать одним из точек роста отечественной электротехнической отрасли – своего рода лабораторией инноваций, где обкатываются и отечественные решения Smart Grid, и проекты ВИЭ, и новые форматы господдержки, ориентированные затем на всю страну.

Заключение

Электротехнический рынок Северо-Кавказского федерального округа в 2025 году представляет собой динамично развивающийся комплекс, в котором переплелись старые проблемы и новые возможности. С одной стороны, регион еще решает накопившиеся задачи: обновляет сети,

борется с потерями, наращивает промышленную базу. С другой – именно эти задачи подтолкнули внедрение передовых технологий и привлекли внимание государства и инвесторов. К концу 2024 года СКФО вышел на новый этап: впервые за долгое время обеспечена относительная устойчивость энергосистемы, заложены основы для дальнейшего роста без оглядки на импорт. Впереди – масштабная работа по повышению эффективности (от энергии до управления производствами), созданию новых производств и интеграции региона в общероссийскую кооперацию как полноправного игрока.

Для отраслевых профессионалов Северный Кавказ сегодня интересен как рынок с высоким потенциалом: здесь предвидится множество проектов – от строительства сете-

вой инфраструктуры для ВИЭ до модернизации предприятий АПК – что гарантирует спрос на широкий спектр электротехнической продукции. Вместе с тем рынок остается сложным, требующим учета местных особенностей и рисков. Экспертный, взвешенный подход – ключ к тому, чтобы воспользоваться открывающимися возможностями. В ближайшие годы мы станем свидетелями того, как преображается электротехнический ландшафт Северного Кавказа: проблемы прошлого уступают место достижениям, а регион из потребителя технологий превращается в их испытательный полигон и потенциально – экспортёра энергии и технологий. Это вселяет осторожный оптимизм и уверенность в том, что намеченные перспективы рынка электротехники СКФО воплотятся в жизнь.





РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

При поддержке:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ

- ◆ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
- ◆ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ
И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТЭК

5 300 Делегатов

5 500 Посетителей выставки

>260 Компаний

>81 Стран и территорий

77 Мероприятий деловой программы



rusenergyweek.com

15-17

октября 2025 г.

Москва, Россия

Реклама (6+)

ФОРУМ
ЦВЗ «Манеж»
Манежная пл., д. 1

ВЫСТАВКА
Гостиный двор
ул. Ильинка д. 4

Cabex

24-я Международная выставка
кабельно-проводниковой
продукции, оборудования
и материалов
для ее производства

10-12
марта 2026

Москва, «Тимирязев Центр»

Организаторы



Генеральный
информационный
партнер



Присоединяйтесь к лидерам российского рынка
кабельно-проводниковой продукции



Забронируйте стенд
cabex.ru

10 ЛЕТ в ЭНЕРГЕТИКЕ
HEAT&POWER



10-Я ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
 ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО
 И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ



21-23
 ОКТЯБРЯ
 2025

МОСКВА,
 МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»
 Павильон 1, Зал 1



ЗАБРОНИРУЙТЕ
 СТЕНД
heatpower-expo.ru

Организатор



Международная
 Выставочная
 Компания

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

@ Dashamail

российский email-сервис



www.dashamail.ru 

Попробовать бесплатно





Организаторы:
Правительство Оренбургской области
Министерство промышленности и энергетики Оренбургской области

3-5 сентября 2025 г. Оренбург



ГАЗ. НЕФТЬ. ОРЕНБУРЖЬЕ

XVIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ

По вопросам участия в выставке:
(347) 246-41-77, 246-41-86
expo@orenburg-gazneft.ru

По вопросам участия в деловой программе:
(347) 246-42-85, 246-42-81
kongress@bvkexpo.ru

XXIX БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ



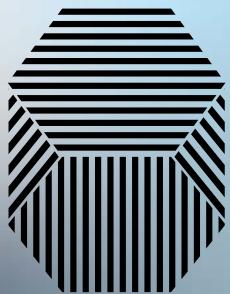
energyexpo.by

7-10 октября
2025
Минск
Беларусь
Минск, пр. Победителей, 20/2

ЗАО «ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ»
Республика Беларусь, 220004, г. Минск, а/я 34



Тел.: +375 17 306 06 06, e-mail: energy@tc.by
<https://www.energyexpo.by>



РОССИЙСКИЙ
УГОЛЬНЫЙ САММИТ

30 ОКТЯБРЯ

НОВОКУЗНЕЦК

coalsummit.ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
САММИТ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

metalsummit.ru

26 НОЯБРЯ

МОСКВА



29-30 ОКТЯБРЯ 2025

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ

ПЯТИГОРСК



ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ
ЮГА РОССИИ

ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО РАЗВИТИЮ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА И ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

+7 495 287-4412

<https://ug.electrotrans-expo.ru>



Citylight conference

Всероссийская конференция
**Привлекательный город —
в СВЕТЕ комфортной
городской среды**

Место проведения:
Нижний Новгород

Контакты:
+7 495 287-4412
info@citylight-conference.ru
www.citylight-conference.ru

2–3 октября 2025 г.



**РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
КОНГРЕСС**

РНТК

8 - 10 октября 2025
Отель Сафмар Лесная
Москва

+7 (495) 488-6749
info@rntk.org
www.rntk.org

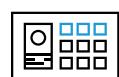
РНТК является продолжателем традиций Российской нефтегазовой технической конференции, которая проводится ежегодно в октябре уже 15 лет и заслуженно является значимым событием для профессионалов нефтегазовой отрасли. Ученые и инженеры, руководители и молодые специалисты, представители нефтегазодобывающих компаний, сервисных предприятий и научно-исследовательских институтов собираются вместе раз в год на площадках конференции для обмена опытом и достижениями, для дискуссий и дебатов, а также для долгожданных встреч с единомышленниками и друзьями.

Возможности для вашего продвижения на рынке

Конгресс и выставка привлечет в качестве участников ключевых менеджеров компаний, что обеспечит вам, как партнеру Конгресса, уникальные возможности для встречи с новыми заказчиками. Большой зал будет удобным местом для размещения стенда вашей компании. Выбор одного из партнерских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах.



400+ делегатов



3 дня общения



25+ технических
и постерных сессий



150+ технических
презентаций



www.rntk.org

СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

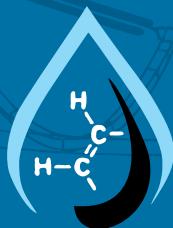
19–21 НОЯБРЯ

КРАСНОЯРСК 2025

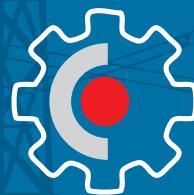
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
ЭНЕРГЕТИКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ
СВЕТОТЕХНИКА



НЕФТЬ
ГАЗ
ХИМИЯ



МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА
И СВАРКА

МВДЦ «СИБИРЬ»
ул. Авиаторов, 19

+7 (391) 200-44-00
krasfair.ru



1–3 ОКТЯБРЯ

УФА 2025

РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

31-я международная выставка

ЭНЕРГЕТИКА УРАЛА

Специализированная выставка

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. КАБЕЛЬ



По вопросам участия в выставке:
Бронь стенда www.energobvk.ru
+7 (347) 246-41-93
energo@bvkexpo.ru



По вопросам участия
в деловой программе:
+7 (347) 246-42-81
kongress@bvkexpo.ru



Рудник The Mine

22–24 октября 2025, Екатеринбург

10-я международная выставка современных технологий, оборудования и спецтехники для горнодобывающей промышленности

одна из крупнейших горных выставок в России

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»
ЭКСПО-бульвар, дом 2
(342) 206-44-80

mine.proexpo.ru



официальная
поддержка:



Торгово-промышленная
палата Российской
Федерации



Правительство
Свердловской области



НП «Горнпромышленники
России»



100+ TECHNO BUILD

XII Международный
строительный форум
и выставка

30 сентября – 3 октября 2025
Екатеринбург



стать экспонентом
forum-100.ru

34 786

посетителей

610

экспонентов

1 028

спикеров

222

секции

36

стран

*показатели 2024 года



**12-14 НОЯБРЯ
УФА 2025**

**РОССИЙСКИЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
ВЫСТАВКИ**

- «Машиностроение. Металлообработка»
- «Инновационный потенциал Уфы»

По участию в выставке:
+ 7-347-246 41 80, +7 917 354 45 05
protexpo@bvkexpo.ru

По участию в форуме:
+ 7-347-246-42-81, 246-42-85
kongress@bvkexpo.ru

prombvk.ru





**INTERLIGHT
SMART CITY & HOME**

30 ЛЕТ!

**Сделано
в России**

НОВОЕ НАЗВАНИЕ | НОВЫЕ ДАТЫ | НОВАЯ ЛОКАЦИЯ | НОВЫЕ ВПЕЧАТЛЕНИЯ

Международная выставка освещения, электротехники, автоматизации зданий и решений для умных городов

21-24 ОКТЯБРЯ 2025 | Крокус Экспо, Москва

Технологические решения в разделе
 SMART CITY & HOME
 450+ экспонентов
 24 000+ посетителей



Получите бесплатный билет
по промокоду **IL25-1CGSU**

GEFERA MEDIA

interlight-building.ru | interlight@gefera.ru | +7 495 649 87 75



КОМФОРТНАЯ
ГОРОДСКАЯ СРЕДА

1-3 октября 2025
г. Самара

Комфортная городская среда

Четвертая межрегиональная
специализированная выставка-форум



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭНЕРГО СБЕРЕЖЕНИЕ  **ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ**
ИНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, КВЦ ЭКСПОФОРУМ
7–10 ОКТЯБРЯ 2025

- ⌚ ИННОВАЦИИ
- ⌚ ЦИФРОВИЗАЦИЯ
- ⌚ ОБОРУДОВАНИЕ
- ⌚ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ
- ⌚ ЭКОЛОГИЯ

WWW.ENERGYSAVING-EXPO.RU
WWW.ENERGY-CONGRESS.RU
+7(812) 718-35-37

ОРГАНИЗАТОР

FarEXPO IFE®

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА





Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

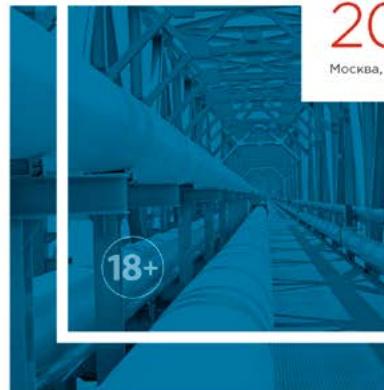
+7 (812) 401 69 55
ndt@mvk.ru

Забронируйте стенд:
ndt-russia.ru

25-я Международная
выставка
оборудования
для неразрушающего
контроля

**21|22|23
ОКТЯБРЯ
2025**

Москва, Крокус Экспо



ВЫСТАВКА 24-26 сентября 2025

23-я международная выставка-форум



**ПРОМЫШЛЕННЫЙ
САЛОН**

18+

**Ваше оборудование —
наши покупатели**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
САМЫРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
САМЫРСКОЙ ОБЛАСТИ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru



АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

АВАЛОНЭЛЕКТРОТЕХ, НПО, ООО
АВТОТРАНСФОРМАТОР, ООО
АКСИОМА, ПРЕДПРИЯТИЕ, ООО
АЛЕКСАНДРОВСКИЙ РЭС
АЛЕКСИНСКИЙ РЭС
АРЗАМАССКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
АФАНАСЬЕВСКИЙ РЭС
БАБЫНИНСКИЙ РЭС
БАЛАХНИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
БАРЯТИНСКИЙ РЭС
БЕЛЕВСКИЙ РЭС
БЕЛОХОЛУНИЦКИЙ РЭС
БЕРДСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
БОГОРОДИЦКИЙ РЭС
БОРОВСКИЙ РЭС
БРАТСКИЙ ЗАВОД МОБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ООО
ВЕНЕВСКИЙ РЭС
ВЕРХОШИЖЕМСКИЙ РЭС
ВНИИР-ПРОГРЕСС, АО
ВОЛГА СТРОЙ СЕРВИС, ООО
ВОЛЖСКИЙ РЭС
ВОЛОВСКИЙ РЭС
ВОРОНЕЖСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, ООО
ВОТКИНСКИЙ РЭС
ВЯЗНИКОВСКИЙ РЭС
ВЯТСКОПОЛЯНСКИЙ РЭС
ГОРНОМАРИЙСКИЙ РЭС
ГОРОХОВЕЦКИЙ РЭС
ГРАДПРОЕКТ, ООО
ГРАЖДАНПРОМПРОЕКТ, ЗАО
ГРУППА КОМПАНИЙ «EFLIGHT»
ГУСЕВСКОЙ РЭС
ДАГСНАБСТРОЙ, ООО
ДАГСПЕЦГИДРОЭНЕРГОМОНТАЖ, ЗАО
ДАГЭЛЕКТРОАППАРАТ, ООО
ДАГЮГСТРОЙ, АО
ДАРОВСКОЙ РЭС
ДЗЕРЖИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ДКС, ООО
ДУМИНЧИСКИЙ РЭС
ЕКА СПБ, ООО
ЕФРЕМОВСКИЙ РЭС
ЖИЗДРИНСКИЙ РЭС
ЖУКОВСКИЙ РЭС
ЗАВЬЯЛОВСКИЙ РЭС
ЗВЕНИГОВСКИЙ РЭС
ЗИО-ПОДОЛЬСК, ПАО
ЗУЕВСКИЙ РЭС
ИВАНОВСКИЙ РЭС
ИГРИНСКИЙ РЭС
ИЖЕВСКИЙ ОПЫТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАО
ИЖЕВСКИЙ РЭС
ИЗНОСКОВСКИЙ РЭС
ИРКУТСКИЙ РЕЛЕЙНЫЙ ЗАВОД, ОАО
ИШЛЕЙСКИЙ ЗАВОД ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ, ООО
ИЭК ХОЛДИНГ, ООО
КАББАЛКГАЗ, ОАО
КАВКАЗКАБЕЛЬ, КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ЗАО
КАЗАНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
КАЛУЖСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
КАМЕШКОВСКИЙ РЭС
КАСИМОВСКИЙ РЭС
КЕЗСКИЙ РЭС
КИЗНЕРСКИЙ РЭС
КИКНУРСКИЙ РЭС
КИЛЬМЕЗСКИЙ РЭС
КИМОВСКИЙ РЭС
КИНЕШЕМСКИЙ РЭС
КИРЕЕВСКИЙ ГРЭС
КИРЖАЧСКИЙ РЭС
КИРОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ РЭС
КИРОВСКИЙ РЭС
КИРСИНСКИЙ РЭС
КЛЕМСАН РУС, ООО
КЛЕПИКОВСКИЙ РЭС
КОВРОВСКИЙ РЭС
КОЗЕЛЬСКИЙ РЭС
КОЛЬЧУГИНСКИЙ РЭС
КОНДРОВСКИЙ РЭС
КОТЕЛЬНИЧСКИЙ РЭС
КСТОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
КУЙБЫШЕВСКИЙ РЭС
КУМЕНСКИЙ РЭС
КУРГАНСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ЛЕНИНСКИЙ РЭС
ЛУЗСКИЙ РЭС
ЛЫСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ЛЮДИНОВСКИЙ РЭС
МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, ОАО
МАЛОЯРОСЛАВЕЦКИЙ РЭС
МАРИ-ТУРЕКСКИЙ РЭС
МДА-БЕТОН-СЕРВИС, ООО
МЕГАПОЛИС-ЭЛЕКТРО, ООО
МЕДЫНСКИЙ РЭС
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ, ООО
МЕКО, ООО
МЕЛЕНКОВСКИЙ РЭС
МЕЩОВСКИЙ РЭС
МИССП-СОВПЛАСТ, КРОПОТКИНСКИЙ ЗАВОД, ОАО
МИХАЙЛОВСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ООО
МИХАЙЛОВСКИЙ РЭС
МОЖГИНСКИЙ РЭС

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru

МОРКИНСКИЙ РЭС
МОСАЛЬСКИЙ РЭС
МУРАШИНСКИЙ РЭС
МУРОМСКИЙ РЭС
МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА, ОАО
НАГОРСКИЙ РЭС
НИКОЛЬСКИЙ ЗАВОД СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО СТЕКЛА, ЗАО
НОВОВЯТСКИЙ РЭС
НОВОКУЙБЫШЕВСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, АО
НОВОМОСКОВСКИЙ РЭС
НОЛИНСКИЙ РЭС
ОМУТНИНСКИЙ РЭС
ОРЕНБУРГСКИЙ ЗАВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ЦИНКОВАНИЯ, ООО
ОРИЧЕВСКИЙ РЭС
ОРСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ЗАО
ОРСО ГРУПП
ОРШАНСКИЙ РЭС
ПАРАНЬГИНСКИЙ РЭС
ПАТРИОТ ООО
ПГ РЕМЕР, ООО
ПЕРЕМЫШЛЬСКИЙ РЭС
ПЕТУШИНСКИЙ РЭС
ПЛАВСКИЙ РЭС
ПОДОСИНОВСКИЙ РЭС
ПОЛЕТ ЗАВОД, ОАО
ПРИОКСКИЙ РЭС
ПРОМСТРОЙ, ЗАО
ПРОСНИЦКИЙ РЭС
ПРОФ ПРЕСТИЖ, ООО
ПСКОВСКИЙ ЗАВОД РАДИОДЕТАЛЕЙ, ОАО
ПТК «АКЭЛ», ООО
ПУЧЕЖСКИЙ РЭС
РП-ПОВОЛЖЬЕ, ООО
РЯЖСКИЙ РЭС
РЯЗАНСКИЙ ЗАВОД КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ, ООО
РЯЗАНСКИЙ РЭС
САНЧУРСКИЙ РЭС
САРАЕВСКИЙ РЭС
САРАПУЛЬСКИЙ РЭС
САСОВСКИЙ РЭС
СВЕЧИНСКИЙ РЭС
СЕЛИВАНОВСКИЙ РЭС
СЕМЕНОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
СЕМЕНОВСКИЙ РЭС
СЕРГАЧСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
СЕРНУРСКИЙ РЭС
СКОПИНСКИЙ РЭС
СЛОБОДСКОЙ РЭС
СОБИНСКИЙ РЭС
СОВЕТСКИЙ РЭС
СОВЕТСКИЙ РЭС
СОНЕТ ИНВЕСТ, ООО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ»
СОЮЗ «УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
СОЮЗ «УЛЬЯНОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
СОЮЗ «ВЕРХНЕКАМСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН»
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ»
СПАС -ДЕМЕНСКИЙ РЭС
СПАССКИЙ РЭС
СТАРОЖИЛОВСКИЙ РЭС
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОАО
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОАО
СТРОЙМОНТАЖСЕРВИС, ООО
СУВОРОВСКИЙ РЭС
СУДОГОДСКИЙ РЭС
СУЗДАЛЬСКИЙ РЭС
СУХИНИЧСКИЙ РЭС
ТАГАНРОГСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, АО
ТАРИССКИЙ РЭС
ТЕЙКОВСКИЙ РЭС
ТЕРНИИ-ГРАЖДАНПРОЕКТ, ООО
ТОМСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ФГУП
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА Г. ТОЛЬЯТТИ
ТУЖИНСКИЙ РЭС
ТУЛЬСКИЙ АРМАТУРНО-ИЗОЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД, ЗАО
ТУЛЬСКИЙ ЗАВОД ТРАНСФОРМАТОРОВ, АО
ТЭЭМП, ООО
ТЮЛЬГАНСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ООО
УВИНСКИЙ РЭС
УЛЬЯНОВСКИЙ РЭС
УНИНСКИЙ РЭС
УРЕНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
УРЖУМСКИЙ РЭС
ФЕРЗИКОВСКИЙ РЭС
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «КАЛУГАЭНЕРГО »
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «КИРОВЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «МАРИЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «НИЖНОВЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «РЯЗАНЬЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «ТУЛЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «УДМУРТЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » «ВЛАДИМИРЭНЕРГО»
ФИЛИАЛ ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ » – «ИВЭНЕРГО»
ХВАСТОВИЧСКИЙ РЭС
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РЭС
ЧЕЛЭНЕРГПРИБОР, ООО
ШАБАЛИНСКИЙ РЭС
ШАЦКИЙ РЭС
ШИЛОВСКИЙ РЭС
ШУЙСКИЙ РЭС
ЩЕКИНСКИЙ РЭС
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ «ЭНЕРГОМЕРА», АО
ЮАИЗ, АО
ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ЮНИТЕЛ ИНЖИНИРИНГ, ООО
ЮРЬЕВ -ПОЛЬСКИЙ РЭС
ЮРЬЯНСКИЙ РЭС
ЮХНОВСКИЙ РЭС
ЯРАНСКИЙ РЭС
ЯСНОГОРСКИЙ РЭС

РАЗМЕЩАЙТЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ КОМПАНИЙ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru

**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 «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**



Заявка подписчика на журнал «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 8020а0 «Тинькофф Банк» г. Москва К/с 3010 1810 1452 5000 0974 БИК 0445 2597 4	Сч. № Код
СЧЕТ №РЭ-2025		
Плательщик ИНН/КПП Расчетный счет Банк Корр. Счет №	ВСЕГО	
Дата и способ отправки Квитанция/Накладная	Отметка об оплате	Отметка об оплате
Предмет счета	Количество	Цена
За подписку на журнал «Рынок электротехники» на 1 год	4	1 308-00
	НДС не облагается	0
	ВСЕГО К ОПЛАТЕ	
		5232-00

Всего к оплате: Пять тысяч двести тридцать два рубля 00 коп.

НДС не облагается

При оплате счета в назначении платежа просьба указать: адрес доставки журнала, телефон (с кодом города), ФИО контактного лица.

При оплате счета доверенными лицами или другими организациями просьба указать в основании платежа за кого производится оплата, и уведомлять письменным сообщением.

Генеральный директор



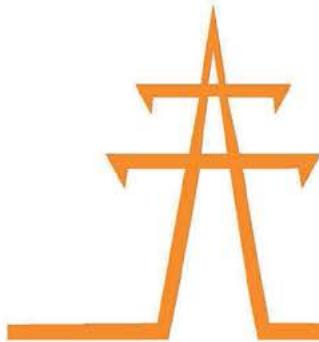
Корчагина Г.В.

* Оплата данного счета-оферты (ст.432гК РФ) свидетельствует о заключении сделки купли-продажи в письменной форме (п.3 ст. 434 и п.3 ст.438гК РФ)



ПОДПИШИСЬ
на Telegram-канал

<https://t.me/novenergy>



НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

«НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ» – отраслевое информационное агентство, являющееся поставщиком актуальной и оперативной информации обо всем, что происходит в 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 объемный и объективный тематический информационный ресурс, всесторонне освещающий самые различные стороны энергетической отрасли.



13 - 15 августа | Москва



КОНФЕРЕНЦИЯ SMM-ПРОРЫВ 2025 PR и продвижение в социальных сетях

О чём пойдет речь на конференции:

- Актуальные тренды продвижения в социальных сетях в 2025 году.
- Инструменты повышения охватов и вовлеченности аудитории в 2025 году.
- Обзор ключевых площадок для работы бизнеса и госструктур в соцсетях в 2025 году.
- Продвижение руководителя компании в социальных сетях.
- Работа с отзывами в социальных сетях.
- Видео как инструмент продвижения в социальных сетях.
- Визуальный ряд как PR-инструмент: картинки и фотографии для ваших аккаунтов в соцсетях.
- Ошибки бизнеса при продвижении в социальных сетях.
- Как писать тексты для соцсетей.
- Что PR-специалист должен знать о таргетированной рекламе в соцсетях.
- Аналитика соцмедиа: метрики и способы решения задач для PR, кейсы.
- Новые технологии продвижения в VK, Дзене, Одноклассниках и Тенчат.
- Нейросети для эффективной работы в соцсетях.
- Старые и новые соцсети – инструменты работы пиарщика.
- Как сегодня продвигать телеграм-канал.
- Где и как продвигать видеоконтент.



ПОДРОБНЕЕ

(495) 540-52-76
www.eventimage.ru