



Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования
стр. 10



Технологии умного освещения: направления развития, инновации, прогнозы
стр. 73

РЫНОК Электротехники

ежеквартальный журнал

www.marketelectro.ru



LS ELECTRIC



SMART-решения, интеллект в каждой цепи

Интеллектуальные решения
для устойчивого мира



Интеллектуальное низковольтное решение
Читайте на стр. 23



**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Цифровизация
и автоматизация



**НАДЕЖНОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

Проверено временем –
готово к будущему



**УСТОЙЧИВОЕ
РАЗВИТИЕ**

Энергоэффективные решения
для лучшего мира



**ГЛОБАЛЬНЫЙ
ОПЫТ**

Локальная поддержка –
глобальные стандарты

**РЕГИОНЫ НОМЕРА: ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ**

Конференция "СММ- ПРОРЫВ-2026"

Москва
19-21 августа 2026 года



О чем конференция

- что сегодня происходит в социальных сетях,
- на какие тренды обратить внимание,
- что изменилось в 2026 году и как учесть эти изменения в своей работе,
- как увеличить эффективность текстов, картинок, видео,
- как увеличить охваты и вовлеченность аудитории,
- какие форматы контента сегодня наиболее востребованы,
- как увеличить узнаваемость, популярность и продажи при помощи соцсетей.

Только практика

Вместо пересказа азов и теории спикеры дадут исключительно практические рекомендации, проверенные на практике методики работы.

Нетворкинг

Специальная нетворкинг-сессия, на которой все участники познакомятся друг с другом по специальной технологии.

Максимально полезный контент

Основной принцип отбора спикеров – полезность контента. Доклады будут освещать и общие тенденции PR и маркетинга в соцсетях и отраслевую специфику.



(495) 540-52-76
www.eventimage.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



На правах рекламы

Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Уральская, 4.
Тел.: +375 (17) 374-93-01, 374-94-70, 330-23-28

info@metz.by

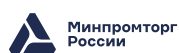
www.metz.by



6–9 октября 2026
XV Петербургский
международный
ГАЗОВЫЙ ФОРУМ



ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



РЕГИОН-ПАРТНЕР



ПАРТНЕРЫ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СТРАХОВОЙ ПАРТНЕР



ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

18+

GAS-FORUM.RU



САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ



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 29.05.2026 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 №: 26-Z-0540

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

Дорогие читатели!

Электротехника сегодня — это нервная система всего, что нас окружает: от умного дома до промышленного предприятия, от уличного фонаря до экрана смартфона. И темп, в котором эта нервная система перестраивается, в 2026 году впечатляет даже выдавших виды специалистов. Датчики становятся умнее самих систем, освещение учится думать, здания превращаются в энергетические организмы со своим обменом веществ. Мы наблюдаем смену самой логики работы с электричеством — от пассивного снабжения к активному управлению потоками энергии в реальном времени.

Этот номер мы собрали так, чтобы показать отрасль с разных ракурсов: от фундаментальной диагностики до технологий, которые еще вчера казались научной фантастикой.

Открывает выпуск большой материал «Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования». Тема, без которой невозможен никакой разговор о надежности: разбираем актуальные методы диагностики, реальную практику применения и то, как меняется нормативная база. Полезно и проектировщикам, и эксплуатационщикам.

Продолжает тему статья «Техническое обслуживание электротехнического оборудования» — практический взгляд на то, как сегодня выстраивается ТО, какие подходы работают, а какие безнадежно устарели, и почему предиктивное обслуживание перестает быть модным словом и становится производственной нормой. Отдельный блок номера посвящен интеллектуальным системам. В материале «Глаза электротехники: как датчики меняют управление электросистемами» мы говорим о том, как сенсоры превратились из вспомогательных элементов в ключевой инструмент управления — без них современная энергетика уже немислима. А статья «Здание под током: как меняется электротехника в современном строительстве» показывает, как электротехнические решения переопределяют само понятие современного здания — от инженерии к экосистеме.

Большой раздел отведен освещению — направлению, где сегодня происходит, пожалуй, самая быстрая революция. В статье «Технологии умного освещения: направления развития, инновации, прогнозы» мы разбираем главные векторы развития отрасли и делаем осторожные, но обоснованные прогнозы. Материал «Будущее OLED» посвящен технологии, которая уже изменила экраны и теперь претендует на то, чтобы изменить освещение как таковое.

Желаем вам полезного чтения!

Команда проекта «Рынок Электротехники»



ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ
КОМПЛЕКТУЮЩИХ
СИСТЕМЫ AURAFORT®
НА САЙТЕ KM1.RU



КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МОЛНИЕЗАЩИТЫ **AURAFORT®**

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ЧАСТНЫХ ДОМОВ,
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ
И ОБОРУДОВАНИЯ

ГАРАНТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ЛЮДЕЙ И ИМУЩЕСТВА

ОПТИМАЛЬНАЯ
СТОИМОСТЬ

КАЧЕСТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

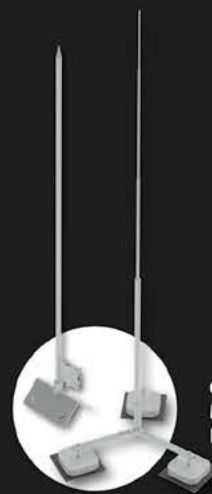
СЕРТИФИЦИРОВАННЫЕ
ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

БЕСПЛАТНАЯ
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА

МИНИМАЛЬНЫЙ СРОК
ПОСТАВКИ ПО РФ



ГОТОВЫЕ КОМПЛЕКТЫ
И ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЕМЛЕНИЯ



СТЕРЖНЕВЫЕ
МОЛНИЕПРИЕМНИКИ
И МАЧТЫ



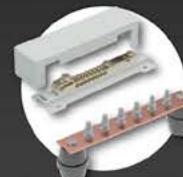
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
И КРЕПЛЕНИЯ



ПРОВОДНИКИ
ЗАЕМЛЕНИЯ
И МОЛНИЕЗАЩИТЫ



МОНТАЖНЫЕ
АКСЕССУАРЫ



ЭЛЕМЕНТЫ
УРАВНИВАНИЯ
ПОТЕНЦИАЛОВ

ДОСТАВКА ГОТОВЫХ РЕШЕНИЙ ТМ СИСТЕМА КМ ПО ВСЕЙ РОССИИ И В СТРАНЫ СНГ

8(800) 300-68-23

Новости 8

ТЕМА НОМЕРА

Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования 10

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интеллектуальное низковольтное решение 23

КРУГЛЫЙ СТОЛ

Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования 24

ИЗОЛЯЦИЯ

Онлайн-мониторинг как инструмент перехода к диагностике изоляции по фактическому состоянию 28

ИННОВАЦИИ

КОРОС: 100 лет инноваций и надежности в электротехнике 31

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожарная безопасность на промышленных объектах: комплексные решения ОКЛ СИСТЕМА КМ® 32

ДАТЧИКИ

Глаза электротехники: как датчики меняют управление электросистемами 35

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Здание под током: как меняется электротехника в современном строительстве 45



Система организации рабочих мест

KOPOS
КОРОВОХ



www.amperiom.ru

Авалон® | ЭлектроТех

СТЭЗ

СТУПИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

Мы производим полный спектр локализованных устройств в области промышленной электротехники.

Собственное производство на базе Ступинского Электротехнического Завода (СТЭЗ), полный цикл создания решений для промышленной автоматизации.

ООО «НПО АвалонЭлектроТех» —
надежный партнер в области промышленной
электротехники

Промышленные коммутаторы



Электропитание и резервирование



Интерфейсные и промежуточные реле



Электротехнические клеммы



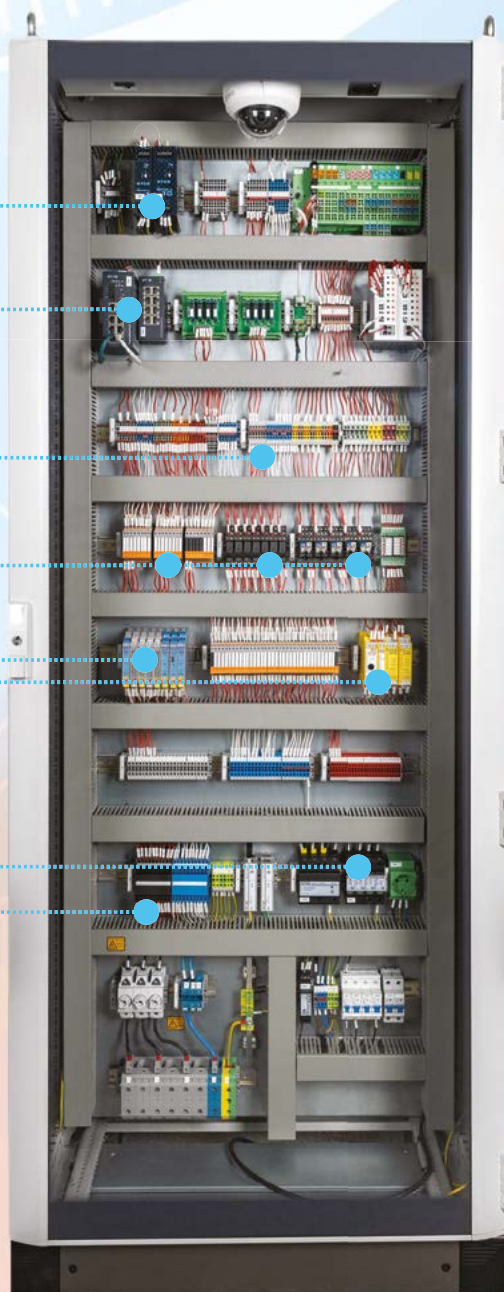
УЗИП



Нормирующие преобразователи и реле безопасности



ООО «НПО «АвалонЭлектроТех»
+7 (495) 933 85 48
<https://www.avalonelectrotech.ru/>
info@avalonelectrotech.ru
121205, г. Москва, ул. Алессандро
Вольта, д. 1, стр. 1,
территория Инновационного Центра
«Сколково»



На правах рекламы

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание
электротехнического оборудования:
стратегии и решения **55**

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ АПК

Поле под напряжением:
как электротехника
перестраивает российский АПК **63**

РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ

Технологии умного освещения:
направления развития, инновации,
прогнозы **73**

КРУГЛЫЙ СТОЛ

Технологии умного освещения:
направления развития,
инновации, прогнозы **84**

Будущее OLED-освещения:

достоинства,
недостатки и рыночный
потенциал **86**

**ПРИВОЛЖСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ**

«Россети» открыли в Оренбурге
новую высокотехнологичную
подстанцию **96**

Рынок электротехники
в Приволжском федеральном
округе России в 2026 году **97**

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ**

Электротехническая отрасль
Северо-Кавказского
федерального округа:
итоги начала 2026 года
и взгляд на горизонт **104**

Адресное распространение
журнала «Рынок Электротехники».
Выборочный список **126**

ЭНЕРВИК


enervic.ru

ООО «ЭНЕРВИК» (ранее «Энсто Рус») - российская
производственная компания.

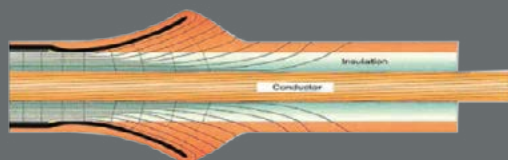
С 2007 года разрабатывает и производит высококачественную электротехническую продукцию на собственной площадке в Санкт-Петербурге.

Кабели силовые с
алюмополимерным экраном и
проводом дополнительного
внешнего экрана типа
«АКСВИСКИ»



АКСПРО – провод
внешнего экрана

Кабельные муфты
холодной усадки до 35 кВ



Геометрическое выравнивание напряженности
электрического поля с помощью стресс-конуса

ВЫБРАТЬ ОНЛАЙН



sales@enervic.ru
+7 (812) 325 93 40

Санкт-Петербург,
п. Стрельна,
Нижняя дорога 2, лит. К

Атомная энергетика набирает обороты на фоне энергокризиса



Мировой энергетический кризис стал катализатором развития атомной энергетики на фоне растущей геополитической нестабильности. Как отметил генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации доктор Сама Бильбао-и-Леон на энергетической неделе Узбекистана UEW-2026, правительства всё отчетливее осознают важность энергетической безопасности. Политическая поддержка атомной энергетики достигла рекордного уровня: 58 стран планируют утроить мировые ядерные мощности к 2050 году, а 50 государств уже включили атомную энергетику в свой долгосрочный энергетический баланс.

В прошлом году мировая выработка электроэнергии на АЭС достигла рекордного уровня, а сейчас в строительстве находятся 79 новых энергоблоков, как в странах с развитой атомной энергетикой, так и в государствах, только начинающих осваивать это направление. Инвестиции в отрасль не только обеспечивают долгосрочное финансирование, но и способствуют созданию квалифицированных рабочих мест, локализации производства, а также развитию передовых производственных и сервисных секторов.

Технологический суверенитет в малой энергетике

«Роснано» планирует создать малую электростанцию со стопроцентной локализацией — включая инжиниринг, программное обеспечение и часть обслуживания. Ранее рынок малой и распределенной генерации в России зависел от иностранного оборудования, а после ухода западных поставщиков сместился в сторону китайских решений. Теперь компания ставит задачу сформировать образцовое решение с максимальной долей отечественных компонентов: на маломощных установках уже удалось добиться высокой степени локализации — инжиниринг и ПО российские, часть оборудова-

ния производится в стране. При этом ключевая сложность сегодня — микроэлектроника, компоненты управления и двигатели. Для снижения зависимости на более крупных установках «Роснано» адаптирует советский и российский задел в двигателестроении, в том числе решения из судостроения и железнодорожной техники.

Реализация проекта укрепит технологический суверенитет в сфере малой энергетики и сформирует устойчивую отечественную производственную базу для распределенной генерации.

Среди ключевых преимуществ — снижение зависимости от импорта (что сократит валютные риски и логистические издержки), создание рабочих мест в смежных отраслях (металлургия, электроника, машиностроение), повышение надежности энергоснабжения за счет снижения нагрузки на централизованные сети и роста устойчивости энергосистемы в удаленных регионах. Кроме того, успешная реализация откроет экспортный потенциал — российские решения смогут поставляться в страны СНГ, Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии, а сам проект станет катализатором развития отечественных технологий в области микроэлектроники, систем управления и энергоэффективности.

Росреестр прописал правила преимущественного выкупа электросетевых объектов



Росреестр разъяснил правила преимущественного права выкупа объектов электросетевого хозяйства. Согласно разъяснениям, продавец обязан письменно уведомить организацию по управлению единой национальной электрической сетью (например «Россети») о намерении продать объект — с указанием цены и условий сделки. Если организация откажется от покупки или не ответит в течение шести месяцев, владелец вправе продать объект другому лицу, но не дешевле заявленной цены. Для регистрации перехода прав продавец должен предоставить документы,

подтверждающие уведомление сетевой организации и/или ее отказ от покупки.

При нарушении преимущественного права сетевая организация может через суд потребовать перевода покупателя на себя — на это отводится шесть месяцев с момента, когда стало известно о нарушении. Кроме того, в Росреестре подчеркнули необходимость взаимодействия органов регистрации прав с региональными властями по вопросам электроэнергетики: это позволит получать актуальные сведения об объектах электросетевого хозяйства и обеспечивать соблюдение требований закона.

В Балтийском море появится ветроэлектростанция



Польша приступила к строительству ветроэлектростанции Baltica 2 в Балтийском море — одного из крупнейших энергетических проектов страны. В настоящее время идет установка 111 опор турбин на расстоянии 40 км от побережья. Мощность будущей ВЭС составит 1,5 ГВт. Завершить основные работы планируется в четвертом квартале 2026 года.

После ввода в строй ветроэлектростанция сможет обеспечивать электроэнергией до 2,5 млн домохозяйств. Полная мощность будет достигнута в конце 2027 года — проект призван существенно укрепить энергетическую инфраструктуру Польши и расширить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны.

Россия и Южная Осетия объединят энергосистемы

Россия и Южная Осетия планируют объединить энергетическую и транспортную системы, а также системы связи и телекоммуникаций — это предусмотрено договором об углублении союзнического взаимодействия. Соглашение нацелено на совместное развитие инфраструктуры и проведение согласованной внешней и оборонной политики, а также на создание благоприятных условий для инвесторов — в частности, для вложений в энергетику,

промышленность, сельское хозяйство и инфраструктуру.

Кроме того, договор предусматривает взаимное признание документов госорганов обеих стран и унификацию законодательства в сфере труда, социальной защиты и пенсионного обеспечения, в том числе взаимное признание трудового стажа граждан. Ратификация соглашения состоится на пленарном заседании Госдумы; его реализация позволит углубить интеграцию между странами и повысить эффективность взаимодействия в ключевых сферах.

Летом 2026 года потребление электроэнергии в РФ может вырасти



АКРА прогнозирует рост потребления электроэнергии в России летом 2026 года на 3% относительно июня–августа 2025-го, но только при условии жаркой и сухой погоды. В ином случае уровень электропотребления останется на уровне прошлого года. Наибольший рост спроса ожидается в регионах Центрального и Южного федеральных округов: это связано с затратами на охлаждение, увеличением туристического потока и строительством курортной инфраструктуры.

Исторически зимние максимумы энергопотребления в России превышают летние: например, в 2023 году зимний рекорд составил 168,7 ГВт, а летний — 132 ГВт; в 2024-м показатели достигли 168,3 ГВт и 137,7 ГВт соответственно. Вероятность обновления общего исторического максимума невелика, однако возможен рекорд именно по летнему потреблению. Обеспечить стабильность энергосистемы при возможном росте нагрузки помогут новые объекты, запланированные к вводу летом 2026 года: системы накопления энергии мощностью 250 МВт в Краснодарском крае и 100 МВт в Крыму, а также пятый энергоблок Нерюнгринской ГРЭС-2 в Якутии (225 МВт).

Электроэнергия в ДФО подешевела на 18%

На Дальнем Востоке зафиксировано снижение цен на электроэнергию

в рынке «на сутки вперед» на 18% — до 2740,45 руб./МВт·ч. По информации «Совета рынка», основной причиной стало уменьшение предельной цены, ограничивающей влияние дорогостоящих предложений на ценообразование: это существенно снизило давление дорогих поставщиков на общую стоимость электроэнергии.

Отдельно действует особый механизм поставки по договорам с ГЭС в ДФО. В рамках него индекс цен оказался заметнее ниже основного показателя и составил 1994,52 руб./МВт·ч. Такое расхождение подчеркивает роль гидроэнергетики в формировании более доступных тарифов на электроэнергию в регионе.

Зарядные хабы двух столиц получают вдвое больше «зеленой» энергии от ТГК-1

ПАО «ТГК-1» удвоило поставки низкоуглеродной электроэнергии для сети зарядных хабов в Москве и Санкт-Петербурге: по новым договорам купли-продажи с АО «Электрохаб» и ООО «Мосэлектрочаряд» каждая из организаций теперь получает по 1 млн кВт·ч «зеленой» энергии — вдвое больше, чем в начале сотрудничества в 2025 году. Зарядка электромобилей обеспечивается электроэнергией, вырабатываемой на Кривопорожской и Волховской ГЭС, которые входят в реестр квалифицированных генерирующих объектов и используют возобновляемый источник энергии — потоки воды.

Заместитель генерального директора по сбыту электроэнергии и мощности ПАО «ТГК-1» отметил устойчивый рост спроса на «зеленую» энергию со стороны компаний, развивающих инфраструктуру электротранспорта. По его словам, использование электроэнергии с ГЭС повышает экологичность электромобилей для конечного потребителя и отражает растущий интерес горожан к транспорту с низким уровнем выбросов.

Наращивание энерго мощностей столицы

ГЭХ прорабатывает строительство двух новых электростанций в Москве, в том числе для энергоснабжения центров обработки данных: мощность объектов будет зависеть от потребности города в тепловой нагрузке и заявок от операторов ЦОД. Параллельно уже идет наращивание энерго мощностей столицы: во вторник началось строительство энергоблоков общей мощностью 500 МВт на ТЭЦ-25 и ТЭЦ-26 «Мосэнерго».

Электроустановочные изделия FLITE IEK: яркая новинка от IEK GROUP



IEK GROUP представляет новинку — коллекцию дизайнерских розеток и выключателей FLITE IEK.

Новая коллекция впечатляет широтой цветовой палитры и разнообразием решений: розетки и выключатели изготавливаются в 20 цветах и могут выполнять более 70 функций. Другими ключевыми особенностями линейки являются надежность устройств и стойкость цвета.

«FLITE — не просто розетки и выключатели, это стиль жизни. Они отражают характер хозяина помещения. В то же время они надежные и безопасные — мы используем высококачественные материалы и проверенные технические решения», — комментирует руководитель бизнес-единицы «Оборудование распределения и передачи энергии» IEK GROUP Екатерина Кугаевская.

Цветовая палитра FLITE сочетает яркие краски и спокойные цвета — от кричащего пурпурного до уютного шамуа. Ее дополняют три типа фактуры: глянцевая, матовая и «мягкое прикосновение» (soft touch). Рамки изготавливаются с плавными скругленными углами и классическими прямыми углами. Коллекция FLITE включает всё необходимое для полного оснащения жилых и коммерческих помещений: от классических розеток и выключателей до мультимедийных розеток и выключателей и устройств управления комфортом.

FLITE дополнила предложение IEK GROUP по электроустановочным изделиям: на сегодняшний день компания выпускает 12 линеек. Недавно в ассортимент вошли и коллекции IEK ETIKA, IEK VALENA, IEK INSPIRIA, QUTEO. В России их ранее производила французская компания Legrand. Теперь ее российские заводы принадлежат IEK GROUP, и компания выпускает эти электроустановочные изделия под брендом IEK. Качество розеток и выключателей осталось неизменным, а цветовой ряд расширился.

Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования

■ Андрей Метельников

Электроустановка — штука благодарная: пока она работает, о ней не вспоминают. Сидит трансформатор в подстанции, гудит на 50 герц, и всем хорошо. Беда начинается тогда, когда о нем вспоминают по другому поводу — потому что он либо громко взорвался, либо тихо вышел из строя ровно в тот момент, когда от него зависела загрузка цеха, операционная больницы или серверная дата-центра.

Диагностика существует ровно для того, чтобы момент «вспомнили» не случался внезапно. Это не самостоятельная отрасль и не отдельный бизнес — это нервная система эксплуа-

тации, без которой любые разговоры о надежности превращаются в благие пожелания.

К маю 2026 года российская диагностика систем электроснабжения подошла в довольно противоречивом состоянии. С одной стороны — ощути-мо обновленная нормативная база, инвестиционные программы сетевых компаний на исторических максимумах, активное проникновение предиктивной аналитики и ИИ. С другой — изношенность парка, нехватка квалифицированных инженеров, перекос в сторону формального исполнения требований и хроническая недооценка диагностики

со стороны эксплуатирующих организаций, особенно в негенерирующем секторе.

Попробуем разобраться, что в этой картине меняется, что остается прежним и где находятся реальные точки роста.

Что изменилось в нормативке: ПТЭЭП-2023 продолжает работать на отрасль

Главный нормативный сдвиг последних лет — приказ Минэнерго № 811 от 12 августа 2022 года, утвердивший новые Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Документ заменил легендарный ПТЭЭП-2003 — те самые «шестые правила», которые два десятилетия определяли, как именно нужно эксплуатировать электроустановки в России.

Новый ПТЭЭП вступил в силу 7 января 2023 года, и к маю 2026-го отрасль с ним более или менее свыклась. Но именно «более или менее» — потому что часть требований по-прежнему вызывает у эксплуатантов вопросы, а часть — попросту игнорируется до первой проверки Ростехнадзора.

Ключевые моменты, влияющие на диагностику:

ПТЭЭП-2023 четче расписал требования к проведению технического обслуживания и периодических испытаний. Профилактические испытания обязательны для всех потребителей электроэнергии, и игнорирование этих требований по статье 9.11 КоАП РФ влечет административную ответственность вплоть до приостановки деятельности предприятия на срок до 90 суток. На бумаге это выглядит грозно, на практике — Ростехнадзор приходит редко, и многие об этом знают. Но «редко» — это не «никогда», и риски накапливаются.

Существенное изменение, которое обсуждали меньше, чем оно того заслуживало: с 2023 года полностью исключена возможность передачи



С 2023 года потребитель обязан обеспечивать проведение замеров по требованию сетевой организации

функции по эксплуатации электроустановок сторонним организациям, в том числе назначение ответственных лиц из числа подрядчиков. Ответственный за электрохозяйство теперь должен быть из числа штатного административно-технического персонала. Для крупных холдингов это технически решаемая задача, для среднего бизнеса — головная боль: на маленьких объектах человек, отвечающий за электрохозяйство, нередко работал по совместительству именно от подрядчика. Теперь так нельзя.

С 2023 года потребитель обязан обеспечивать проведение замеров по требованию сетевой организации, включая доступ к объектам электросетевого хозяйства и установку средств измерений. Это формализует исто-

рию с инструментальным контролем качества электроэнергии и делает ее предметом договорной дисциплины, а не «когда сами захотим».

Ответственный за электрохозяйство должен не реже одного раза в три года сверять электрические схемы и чертежи установок с фактическим состоянием. Это, кстати, едва ли не самая часто нарушаемая позиция: на множестве объектов в России актуальная исполнительная документация — это либо устная легенда, либо стопка пожелтевших листов в шкафу у пенсионера — главного энергетика. Сверка раз в три года — это та задача, к которой большинство подходит формально.

К ПТЭЭП в 2026 году нужно прибавить еще несколько свежих

позиций. В январе 2026 года был утвержден обновленный СП 6.13130 — «Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности». Документ принят приказом МЧС России от 29 декабря 2025 года № 1263, и старая редакция СП 6.13130.2021 перестанет действовать в конце июня 2026 года. Новый документ существенно расширяет список нормативных ссылок: туда включены ГОСТ 32144 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», ГОСТ 34946 на противодымные экраны, методики расчетов в электроустановках до 1 кВ. Для тех, кто занимается обследованием электроустановок на объектах с противопожарной защитой, документ открывает новый цикл ператтестаций программ испытаний.

При всём этом базовый методический документ для диагностики высоковольтного оборудования остался прежним — РД 34.45–51.300–97 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» в шестой редакции. Документ далеко не молодой, но он по-прежнему остается настольной книгой каждого инженера-наладчика.



Челэнергоприбор

+7 (351) 211-54-01

info@limi.ru

+7 (919) 311-54-01

www.limi.ru

5 лет
неповторимый
интервал



СЭИТ-4М-К540

Проведение электромагнитных испытаний силовых трансформаторов по ГОСТ 3484.1-88

- Измерение потерь и тока холостого хода (ХХ)
- Измерение потерь и напряжения короткого замыкания (КЗ)
- Измерение сопротивления обмоток постоянному току
- Измерение коэффициента трансформации
- Определение группы соединения обмоток
- Два варианта интерфейса связи с ПК (Bluetooth или оптоволокну)
- Формирование протокола испытаний

Устройство размагничивания трансформатора ЧЭП3601

- Быстрое размагничивание трансформаторов большой мощности
- Малая масса и габариты
- Соответствует п. 6.2 ГОСТ 3484.1.

Ценен он тем, что ввел в практику методы, не требующие вывода оборудования из работы — хроматографический анализ растворенных в масле газов, инфракрасную диагностику, оценку старения бумажной изоляции — и позволяющие выявлять дефекты на ранних стадиях развития.

Парадокс российской электросетевой инфраструктуры

Чтобы понять, почему диагностика в России так важна для реального предотвращения катастроф, надо посмотреть на состояние парка.

Цифры, которые ходят по отрасли, не самые оптимистичные. Средний возраст оборудования российского электросетевого комплекса приближается к 35 годам. Более 30% всего

оборудования старше 45 лет. По воздушным линиям 6–10 кВ ситуация еще показательнее: до 60% линий в европейской части страны введены в эксплуатацию до 1975 года, а нормативный эксплуатационный ресурс большинства этих сетей давно исчерпан. По регионам разброс огромный: в Бурятии износ энергооборудования оценивается в 80%, в Новосибирской области по подстанциям 220 кВ — 82% отработавших нормативный срок службы.

При этом инвестиционная программа группы «Россети» на 2026 год увеличена на 18,2% — до 857 миллиардов рублей. По данным компании, эта сумма еще может быть скорректирована в сторону увеличения. Для сравнения: фактическое исполнение по финансированию в 2025 году составило 725 миллиардов рублей. По двум ключевым «дочкам» — «Россети

Центр» и «Россети Центр и Приволжье» — суммарная инвестпрограмма на 2026 год составляет 63,3 миллиарда рублей. На эти деньги планируется модернизировать и построить 5,8 тысячи км линий электропередачи и ввести около 1,5 тысячи МВА трансформаторной мощности.

Цифры внушительные, но если разделить их на накопленный износ и протяженность сетей, картина получается отрезвляющая: даже при таких объемах капвложений речь идет скорее о замедлении деградации, чем о ее обращении вспять. Поэтому диагностика становится не просто формальностью, а стратегическим инструментом — способом понимать, какие именно из условных миллионов километров линий и тысяч единиц оборудования нужно менять в первую очередь, а где можно еще пять-семь-десять лет работать в режиме регулярного контроля.

В среднем срок службы витковой изоляции блочных трансформаторов и автотрансформаторов ТЭС напряжением 110–500 кВ составляет 33 года. После 37 лет эксплуатации блочных трансформаторов происходит относительно резкое нарастание удельной повреждаемости, связанное с факторами старения. У огромной части парка эта точка пройдена, и единственный способ оставаться в зоне приемлемого риска — это качественная инструментальная диагностика.

Авария начала мая 2025 года в Подмосковье — когда из-за циклона с мокрым снегом, шквалистого ветра до 15 м/с и наледи на проводах без света на некоторое время остались более 26 тысяч человек — была названа главой «Россети Московский регион» одной из самых крупных за последние 15 лет. Аномальная погода — это вроде бы внешний фактор, но в реальности он лишь обнажает накопленные проблемы: где сети молодые, защищенный провод, тепловизионный контроль ведется регулярно — там последствия минимальные. Где этого нет — там 26 тысяч обесточенных абонентов и испорченные праздники у энергетиков.

Что такое современная диагностика: метод за методом

Диагностика систем электропитания — это не одна процедура, а набор взаимодополняющих методов, каждый из которых дает ответ на свой вопрос. Хороший диагност в этом смысле похож на грамотного терапевта: он не назначает все анализы подряд, а понимает, какие именно тесты нужны именно этому пациенту.



SERVER RACK

проектные решения

УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ СЕРВЕРНЫЙ ШКАФ СЕРИИ SERVER RACK ДЛЯ ЦОД



УНИКАЛЬНЫЙ ШКАФ

инновационный конструктив с набором решений для комфортной прокладки СКС и оптимизации воздушных потоков

УПРАВЛЕНИЕ «УМНОЙ ДВЕРЬЮ»

DoorHub – устройство для подключения оборудования и датчиков к контроллеру и индикации основных состояний шкафа

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

система распределения электропитания с функциями измерения, управления и автоматического ввода резерва

СКУД

всё необходимое для организации СКУД в комплекте: HMI-дисплей, цифровые замки и датчики открытия двери

высота, U: 42, 48

ширина, мм: 600, 800

глубина, мм: 1000, 1200

МАКСИМАЛЬНАЯ НАДЁЖНОСТЬ

все компоненты идеально совместимы

ПРОГНОЗИРУЕМОСТЬ БЮДЖЕТА

полная стоимость решения на старте

ЕДИНАЯ ТОЧКА ОТВЕТСТВЕННОСТИ

единый производитель оборудования

НАИВЫСШАЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

монтаж оборудования в заводских условиях

www.serverrack.ru

REMER
производственная группа

Измерение сопротивления изоляции

Самая массовая, простая и в то же время недооцениваемая процедура. Мегомметром проверяются все линии — от вводного кабеля до конечных розеточных групп. Цель — убедиться, что диэлектрические свойства оболочек проводников соответствуют классу напряжения. Это базовая проверка, которая на нормативном языке оформляется в виде «Протокола сопротивления изоляции проводов, кабелей» (стандартный протокол № 3 в формах, принятых электролабораториями).

Задача, которая ставится при этом измерении, проста: определить, не утратила ли изоляция своих свойств. Грунтовые воды и электрохимическая коррозия разрушают заземлители, влага конденсируется внутри щитов, ультрафиолет старит полимерные оболочки

кабелей на воздушных трассах. Сопротивление изоляции — это интегральный показатель здоровья системы, и его падение ниже норм по ГОСТ Р 50571.16–2019 — повод для разбирательства.

Беда измерения сопротивления изоляции в том, что его делают часто, но формально. Заходит инженер ЭТЛ, вешает мегомметр, записывает цифры, через неделю присылает технический отчет. На объекте у него — час с небольшим, и за этот час физически невозможно качественно отработать всю распределительную сеть среднего размера. Поэтому здесь многое зависит от добросовестности конкретных исполнителей.

Проверка металlosвязи и заземляющих устройств

Заземляющий контур — одна из самых уязвимых частей системы элек-

троснабжения, потому что он закопан в землю и работать там приходится вслепую. Корродирующие в грунте заземлители делают систему защиты неэффективной при пробое на корпус: цепь есть только на бумаге.

Диагностика включает проверку наличия цепи между заземленными электроустановками и элементами заземленной электроустановки (протокол № 2), измерение сопротивления растеканию тока контура заземления и проверку обеспечения срабатывания защиты. Молниезащиту проверяют отдельно, обычно ежегодно перед началом грозового сезона.

Здесь нюансов больше, чем кажется. Сопротивление растеканию зависит от сезона: летом, в сухой почве, оно может быть в полтора-два раза выше, чем весной по влажной земле. Поэтому формальные измерения «к началу года» сами по себе ни о чем не говорят, если не учитывать сезонный коэффициент.

Проверка цепи «фаза-нуль»

Протокол № 4 — «Протокол проверки согласования параметров цепи фаза-нуль с характеристиками аппаратов защиты и непрерывности защитных проводников». На бытовом языке: проверка того, что при коротком замыкании на корпус автомат успеет отключиться раньше, чем человек погибнет от тока.

Эта процедура — одна из самых критичных по последствиям. Если при пробое на корпус ток короткого замыкания получается ниже уставки автомата (а такое случается на длинных линиях с большим сопротивлением), защита просто не сработает. Корпус будет под полным фазным напряжением сколь угодно долго. До тех пор, пока кто-то его не возьмет в руки.

Современные приборы для проверки фаза-нуль (от российских и азиатских производителей, постепенно вытесняющих ушедший Fluke) позволяют измерять полное сопротивление цепи короткого замыкания и сразу же выдавать оценку работоспособности защиты. Стоимость такого прибора — от 60–80 тысяч рублей за бюджетную модель до нескольких сотен тысяч за профессиональную станцию.

Прогрузка автоматических выключателей

Самая малопривлекательная для эксплуатанта процедура: автомат нужно вынуть, поставить в стенд первичного тока и проверить, отработывает ли он свои уставки. Прогрузка проверяет тепловой и электромагнитный расцепители — то есть способность автомата отключиться при перегрузке и при коротком замыкании.



Кабели — отдельная боль и отдельная радость

диагностики

Беда этой процедуры в том, что она требует отключения линии. Поэтому в реальной эксплуатации ее часто откладывают «до удобного момента», который может не наступить никогда. По нормам прогрузка делается раз в несколько лет (точная периодичность зависит от типа объекта и категории электроснабжения), но на практике в коммерческой недвижимости и значительной части промышленности это требование выполняется выборочно: проверяют вводные автоматы и пару-тройку важных линий, остальное идет в отчет «по аналогии».

Дефектные автоматы, не прошедшие прогрузку, попадают в дефектную ведомость. По-хорошему — заменяются. По правде — иногда остаются стоять до следующей проверки.

Тепловизионный контроль

К маю 2026 года тепловизионная диагностика — это, пожалуй, самый динамично развивающийся метод в российской практике. Причины несколько: сама технология за последние пять лет существенно подешевела, появились бюджетные модели тепловизоров с приличной матрицей, активно растет парк отечественных приборов.

Принцип работы метода понятен: при работе электрооборудования под нагрузкой часть электрической энергии переходит в тепловую, и характеристики этой энергии регистрируются инфракрасными приборами. Дефектное контактное соединение, перегруженный кабель, плохо затянутый болт — всё это проявляется аномальным локальным нагревом, который видно на термограмме.

Главное преимущество — обследование ведется без снятия напряжения, под рабочей нагрузкой, дистанционно. Это драматически меняет экономику диагностики: предприятие, которое раньше для проверки шкафа должно было обесточить целый цех, теперь получает результаты за полчаса работы инженера с тепловизором.

В перечень обследуемого тепловизором оборудования входит практически вся подстанционная номенклатура: силовые трансформаторы (вводы, баки, системы охлаждения), все типы контактов и контактных соединений,

трансформаторы тока и напряжения, масляные и воздушные выключатели, шинные мосты, ОПС, электродвигатели, генераторы, реакторы. Особое внимание — силовому оборудованию и ответственным электродвигателям постоянного и переменного тока.

По итогам обследования выявленные дефекты классифицируются по степени опасности: от «требует наблюдения» до «требует немедленной замены». Хороший тепловизионный отчет — это не просто набор картинок, а документ с термограммами, обычными фотографиями для контекста, указанием температурных аномалий, оценкой развития дефектов и сроков, в которые их нужно устранить.

Российский парк тепловизоров за последние годы существенно изменился. Уход из России американских FLIR и зарубежных конкурентов открыл рынок для отечественных и азиатских производителей. На рынке работают «Пергам», KARNEEV SYSTEMS, IRTIS и ряд других компаний. Часть приборов собирается на базе китайских и французских матриц, но проектируется и интегрируется уже в России. Отечественные тепловизоры внесены в Госреестр средств измерений, что важно для применения в аттестованных электролабораториях.

Отдельная история — стоимость услуги. На российском рынке тепловизионное обследование пяти электрощитов с выездом на объект стоит от 8 тысяч рублей. Это сравнимо с одним рабочим днем ремонтной бригады, и при этом информации о состоянии электрохозяйства предприятие получает несопоставимо больше. Поэтому тепловизионный контроль — едва ли не лучший пример соотношения «цена-полезность» в современной диагностике.

Хроматографический анализ растворенных газов (ХАРГ)

Когда речь заходит о силовых трансформаторах, ХАРГ — это «золотой стандарт» диагностики. Метод предназначен для выявления быстро развивающихся дефектов, вызванных превышением температуры свыше 150 °С в активной части силового трансформатора. Под «быстроразвивающимися» понимаются дефекты, которые развиваются от нескольких дней (типично для оборудования после капитального ремонта или длительного останова) до нескольких месяцев на работающем оборудовании.

Логика метода: при возникновении внутренних дефектов — нагревов, частичных разрядов, искрений, дуговых процессов — в трансформаторном масле начинают появляться характерные растворенные газы. По их составу и концентрациям можно с высокой точностью локализовать тип неисправности.

Диагностика идет по «языку газов»: избыток этана (C₂H₆) свидетельствует о термических неисправностях, например нагреве изоляции до 300–400 °С. Метан (CH₄) сигнализирует о более высокой температуре — до 600 °С.



Этилен (C_2H_4) указывает на сильный перегрев выше $600^\circ C$. Присутствие ацетилена (C_2H_2) — это уже регулярно возникающее искрение и проскакивающая электрическая дуга, очень тревожный сигнал. Угарный и углекислый газ (CO , CO_2) — старение и появление влаги на твердой изоляции.

Методика ХАРГ регламентирована РД 153–34.0–46.302–00 (методические указания по диагностике дефектов трансформаторов с помощью хроматографического анализа газов в масле) и РД 34.46.303–98 (методика подготовки и проведения анализа). Периодичность по нормам: для трансформаторов 110 кВ мощностью менее 60 МВА — через шесть месяцев после включения и далее не реже одного раза в два года. Для более ответственного оборудования — чаще. На объектах высшей категории и в условиях нестабильной работы — мониторинг

в режиме онлайн с отбором проб непрерывно.

Хроматографические лаборатории в российских сетевых компаниях есть, и работают они довольно интенсивно. Но количество трансформаторов в стране таково, что на каждый из них хроматограмму делают далеко не каждый раз, когда хотелось бы. Обычная практика — делать ХАРГ для крупного силового трансформатора раз в полгода-год, для небольших распределительных аппаратов 6–10/0,4 кВ — либо реже, либо вообще не делать.

В дополнение к ХАРГ применяется полный химический анализ масла: определение пробивного напряжения, кислотного числа, влагосодержания, содержания антиокислительной присадки (ионола), $tg \delta$, температуры вспышки, фурановых производных. Отдельно — определение степени полимеризации бумажной изоляции, ключевой пока-

затель остаточного ресурса трансформатора. Падение степени полимеризации ниже 250 единиц обычно считается признаком конца жизни.

Регистрация частичных разрядов

Частичные разряды (ЧР) — это локальные пробои в изоляции, которые еще не привели к ее сквозному пробую, но уже ее разрушают. Обнаружить ЧР на ранней стадии — значит выиграть месяцы и годы до того, как изоляция деградирует до отказа. Электроизоляционная система высоковольтного оборудования в основном определяет его эксплуатационную надежность, и контроль ЧР — это контроль самого критичного, самого долгоразвивающегося параметра состояния изоляции.

Методы регистрации ЧР делятся на онлайн (под рабочим напряжением) и офлайн (при выведенном из работы оборудовании). Онлайн-мониторинг — мечта любого энергетика: оборудование работает, а параметры его изоляции непрерывно отслеживаются. Офлайн-измерения проводятся при плановых ремонтах с подачей повышенного напряжения от испытательной установки.

Для онлайн-мониторинга используются электромагнитные и акустические датчики, регистрирующие сигналы от возникающих частичных разрядов. Шинные датчики устанавливаются на токоведущие части, акустические — на корпуса оборудования. Анализ ЧР позволяет диагностировать состояние изоляции обмотки статора генератора или высоковольтного электродвигателя, состояние силовых трансформаторов и КРУ.

После ухода с российского рынка ряда западных производителей систем мониторинга ЧР (включая HVPD из Великобритании) российская и азиатская продукция занимает освобождающиеся ниши. Развитие идет неравномерно: для мощного генерирующего оборудования системы есть, для распределительных подстанций уровня 6–35 кВ — пока рынок только формируется, и далеко не везде есть смысл устанавливать дорогостоящий онлайн-мониторинг на отдельный КРУ.

Высоковольтные испытания и диагностика кабельных линий

Кабели — отдельная боль и отдельная радость диагностики. Радость — потому что современные методы позволяют локализовать повреждение с точностью до метра без раскопок. Боль — потому что российская кабельная инфраструктура остается преимущественно «бумажной» (с бумажно-пропитанной изоляцией), хотя



Завод электромонтажных изделий

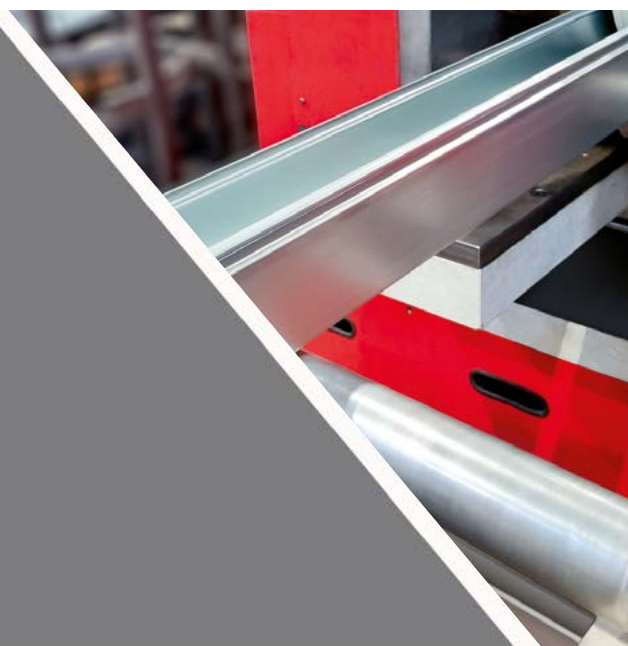
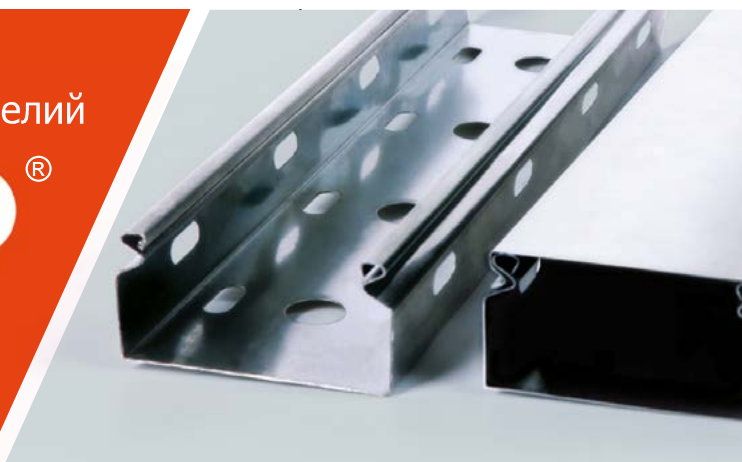
ЕКА®

www.ekagroup.ru

eka@ekagroup.ru

**Более
25 лет
на рынке**

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



Санкт-Петербург +7 (812) 309-1111
 Москва +7 (499) 110-2605
 Самара +7 (804) 7007-222
 Омск +7 (905) 941-8700
 Пермь +7 (342) 234-5929
 Краснодар +7 (918) 253-6477

Казань +7 (963) 122-9721
 Смоленск +7 (481) 230-2455
 Ростов-на-Дону +7 (928) 611-0064
 Минск +375 (17) 238-1201
 Гомель +375 (23) 221-1020
 Симферополь +7 (978) 256-5854

новые объекты строятся на шитом полиэтилене (СПЭ).

Эти два типа кабелей требуют принципиально разных подходов к диагностике. Бумажные кабели традиционно испытывались выпрямленным напряжением — и для них это было приемлемо. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена так испытывать нельзя: постоянное напряжение разрушает изоляцию, ускоряя образование «водных трингов» — характерных древовидных разрушений, выглядящих под микроскопом как ветки. Для СПЭ-кабелей применяется испытание переменным напряжением сверхнизкой частоты (СНЧ), как правило 0,1 Гц, или метод колебательного разряда (ДАС).

Основные типы повреждений СПЭ-кабелей: внешние повреждения изоляции из-за нарушения технологии прокладки (около 70% от общего числа), внутренние повреждения из-за неправильной эксплуатации (испыта-

Самая горячая тема в отраслевых разговорах

последних двух лет — применение искусственного

интеллекта

ния постоянным напряжением, естественное старение, образование трингов), повреждения соединительных и концевых муфт, повреждения наружных оболочек.

Современные методы поиска повреждений: импульсно-дуговой метод (ARM), метод колебательного разряда (ICE/DECAY), методы шаговых потенциалов для повреждений защитной оболочки. Беспрожиговые методы постепенно вытесняют клас-

сические прожиговые, потому что прожиг наносит изоляции дополнительный вред, сокращая остаточный ресурс кабеля.

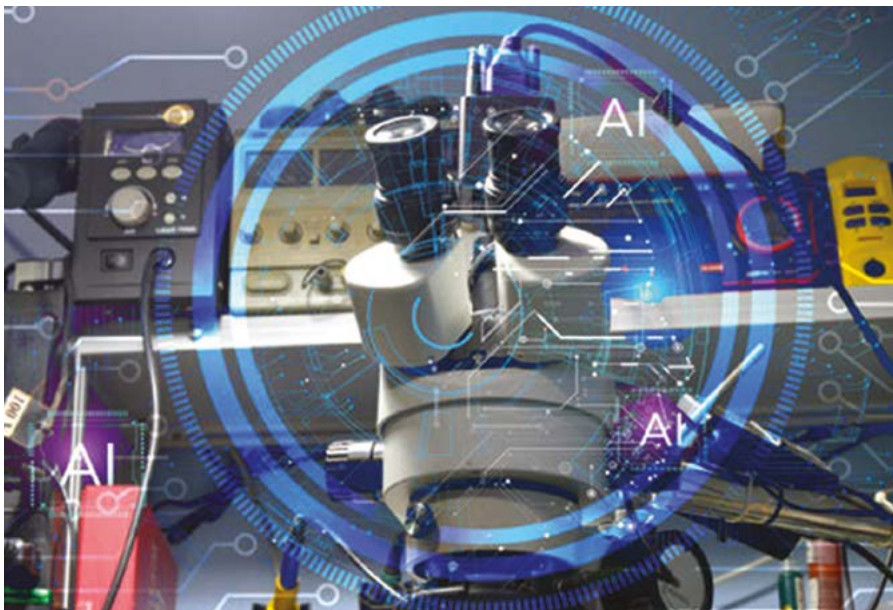
Парк оборудования для диагностики кабельных линий в России в значительной части заменился: западные системы (BAUR из Австрии, B2 Electronic, SebaKMT, Megger) либо ушли, либо стали существенно дороже из-за параллельного импорта. На рынке активизировались отечественные производители — «Энергоскан», «Ангстрем», «Русский Меггер» и ряд других. Качество сопоставимо с западными аналогами в большинстве сегментов, цены ниже на 15–30%, сервис ближе и быстрее.

Контроль качества электроэнергии

Отдельная и, пожалуй, самая недооцененная в коммерческом секторе область диагностики. По ГОСТ 32144–2013 нормируются десятки показателей качества электрической энергии: установившееся отклонение напряжения, коэффициент несинусоидальности, коэффициент n-й гармонической составляющей, коэффициент несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, длительность и глубина провалов и перенапряжений, частота.

Зачем это нужно. Современные потребители — частотные приводы, источники бесперебойного питания, серверы, контроллеры — крайне чувствительны к качеству питания. Вышие гармоники, провалы напряжения, кратковременные перенапряжения «убивают» оборудование медленно и незаметно: блок питания не выдержит не потому, что напряжение скакнуло один раз, а потому, что скакало пятьдесят раз в неделю в течение трех лет.

Регистраторы качества электроэнергии (анализаторы ПКЭ) ставятся на ввод объекта на одну-две недели и записывают всё. По итогам измерений выдается отчет с оценкой соответствия ГОСТ 32144 и рекомендациями: где компенсировать, где симметрировать, где ставить активные фильтры, где договариваться с сетевой компанией о подаче более стабильного питания.



Проблема в том, что эту диагностику практически никто не заказывает по своей инициативе. До тех пор, пока что-нибудь не сторит и появятся вопросы — а почему именно сейчас и почему именно у меня? И тогда регистратор приходит с диагностической миссией: доказать, что виновата сеть, а не сам потребитель.

Цифровая диагностика: ИИ и предиктивная аналитика

Самая горячая тема в отраслевых разговорах последних двух лет — применение искусственного интеллекта и предиктивной аналитики в диагностике электрооборудования. Здесь много шумихи, но и реальное движение присутствует.

По данным Минэнерго РФ, более 40% компаний ТЭК уже применяют ИИ в той или иной форме, что выводит топливно-энергетический комплекс на третье место среди отраслей экономики по проникновению этих технологий. Еще около 18% организаций ТЭК планировали начать применять ИИ к 2026 году. Цифры впечатляющие, но к ним надо относиться с поправкой: «применяют ИИ» — это и автоматическое распознавание показаний счетчиков на фотографиях, и полноценные нейросетевые модели предиктивного обслуживания силовых трансформаторов. Между этими двумя позициями — пропасть.

Основные направления применения ИИ в диагностике электроснабжения, которые реально работают сегодня:

Предиктивная аналитика на основе машинного обучения. Алгоритм обучается на исторических данных об отказах оборудования, текущих показателях мониторинга (температура, вибрация, ток, напряжение, состав газов в масле, акустические сигнатуры) и выдает оценку вероятности отказа в ближайшие N дней или месяцев. На крупных объектах генерации эти системы уже работают и показывают, что выявление потенциальных неисправностей возможно за несколько месяцев до возможного сбоя. Это позволяет переходить от ремонта по регламенту к ремонту по состоянию — то есть планировать работы тогда, когда они нужны, а не когда «положено».

Цифровые двойники. Технология, о которой говорят последние пять лет с возрастающей частотой. Идея проста: для каждого ключевого узла подстанции создается его математическая модель, которая в реальном времени получает данные с датчиков и сравнивает поведение реального оборудования с расчётным. Расхождения становятся ранними индикаторами развивающихся дефектов. На бумаге всё выглядит кра-

сиво. На практике в России цифровые двойники пока массово не применяются за пределами пилотных проектов на крупных объектах вроде гидрогенераторов «РусГидро» или магистральных трансформаторов «Россети ФСК».

Компьютерное зрение. Используется для автоматизированного осмотра оборудования: дроны и стационарные камеры снимают подстанции и линии, нейросеть определяет дефекты — обрывы проводов, разрушение изоляторов, нагар на контактах, проседание опор. Технология реально работающая и относительно зрелая. На крупных подстанциях системы автоматизированного осмотра окупаются за два-три года за счет сокращения ручного труда обходчиков.

Анализ данных умных счетчиков. По мере развертывания интеллектуальных систем учета электроэнергии (программа установки «умных счет-

чиков» в рамках ФЗ-522) появляется возможность применять алгоритмы для выявления аномалий потребления, которые могут быть индикаторами как технических проблем (повреждение кабеля, плохой контакт, перекос фаз), так и коммерческих (неучтенное потребление, искажение показаний).

Здесь стоит трезво смотреть на ограничения. Предиктивная аналитика в основном имеет рекомендательный характер и не берет на себя ответственность за точный расчет: данные часто нерепрезентативны, механизм обучения несовершенен, корреляция в исторических данных не означает наличия причинно-следственной связи. Поэтому ИИ в диагностике — это инструмент в руках инженера, а не его замена. Об этом говорят все, кто реально работает с этими системами; забывают об этом только те, кто продает коробочные решения.



Дополнительный фактор — кибербезопасность. ФЗ-187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры» обязывает компании внедрять средства защиты информации, и в энергетике активно внедряется модель «зеро-траст» с сегментацией сетей и контролем доступа. Это означает, что любая система мониторинга и диагностики, передающая данные через корпоративную сеть, должна быть аттестована и встроена в общий контур информационной безопасности. Это удорожает проекты и замедляет внедрение, но иначе нельзя — критическая инфраструктура есть критическая инфраструктура.

Рынок диагностических услуг: кто и как работает

Структура рынка диагностических услуг в России в 2026 году выглядит примерно так.

На вершине пирамиды — внутренние службы крупных сетевых компаний и генерирующих холдингов: «Россети», «Интер РАО», «Юнипро», «РусГидро», «Росэнергоатом». У всех есть собственные диагностические подразделения, передвижные высоковольтные лаборатории, штатные специалисты по тепловизионному контролю, хроматографии масла, ультразвуковой и виброметрической диагностике. Эти службы обслуживают «свое» оборудование и редко выходят на внешний рынок.

Второй эшелон — независимые электролаборатории (ЭТЛ) различного масштаба. Это компании, аккредитованные Ростехнадзором, имеющие свидетельство о регистрации, штат инженеров с допусками до соответствующих классов напряжения и парк измерительного оборудования. ЭТЛ работают с коммерческими, промышленными, бюджетными заказчиками. Большие

ЭТЛ имеют собственные передвижные лаборатории с возможностью проведения испытаний до 110 кВ, малые ограничиваются обследованием установок до 1 кВ. По разным оценкам, в России работает несколько тысяч ЭТЛ, причём качество услуг различается драматически.

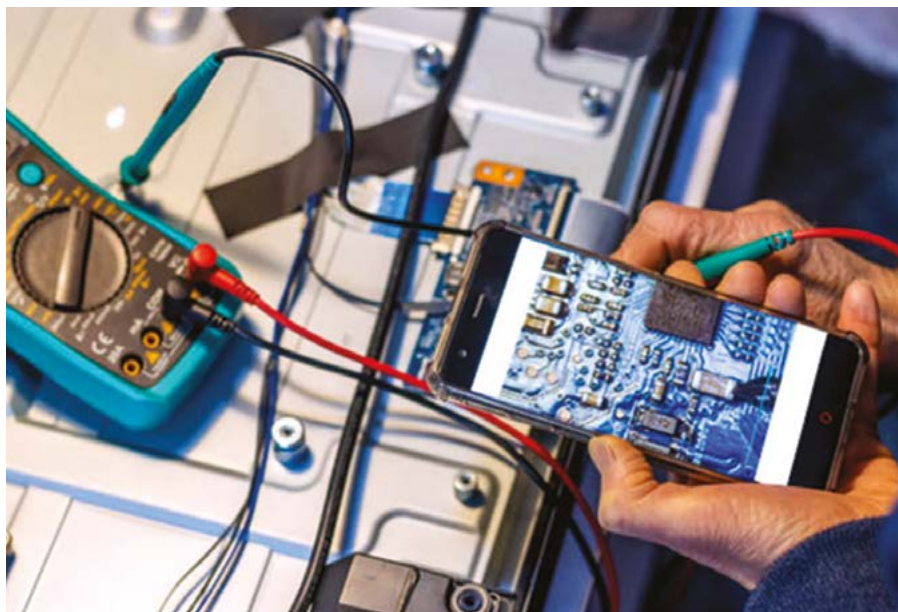
К сожалению, на рынке электроизмерений и испытаний существует множество сомнительных компаний — мелкие ИП и фирмы-посредники, нередко состоящие из одного человека, которые не имеют офиса, разрешительных документов, необходимых измерительных приборов и инженеров и просто передают заказ на субподряд другим ЭТЛ. Они предлагают цены ниже рыночных, но сотрудничество с высокой вероятностью грозит проблемами с эксплуатацией электрооборудования и надзорными органами, срывом сроков оформления технических отчетов и нарушениями договоренностей. Главный признак такой ЭТЛ — отсутствие реального офиса, готовность подписать договор «удаленно» и подозрительно низкие цены.

Реальная цена качественных услуг ЭТЛ примерно следующая. Тепловизионная диагностика щитового оборудования — от 8 тысяч рублей за выезд (некоторые серьезные игроки делают ее бесплатно при заказе других работ как маркетинговый ход). Полное приемо-сдаточное обследование объекта средней площади (офис, торговый центр среднего размера) — от 60 до 200 тысяч рублей в зависимости от количества линий и точек. Высоковольтные испытания трансформаторов и кабельных линий — от десятков до сотен тысяч рублей за объект.

Третий эшелон — узкоспециализированные диагностические компании. Хроматографические лаборатории, специалисты по диагностике частичных разрядов, инженерные центры, предлагающие услуги онлайн-мониторинга трансформаторов. Эти игроки работают преимущественно с генерирующими и крупными сетевыми компаниями, иногда — с промышленностью.

Отдельная категория — производственные и инжиниринговые компании, для которых диагностика является сопутствующим направлением: производители релейной защиты, кабельной продукции, трансформаторов, систем мониторинга. У многих есть собственные диагностические подразделения, обслуживающие гарантийные обязательства и предлагающие коммерческие услуги.

Объем российского рынка диагностических услуг в системе электрооборудования оценить сложно — единого статистического учета нет, и значительная часть работ остается «внутри» энергетических компаний. Экспертные оценки крутятся вокруг 25–35 милли-



ардов рублей в год по всему контуру: ЭТЛ-услуги, услуги по высоковольтной диагностике для сетевых компаний, химические анализы масла, коммерческие услуги онлайн-мониторинга. Это рынок не самый большой, но устойчиво растущий. Главные драйверы роста — ужесточение требований Ростехнадзора, рост осознанности у крупных промышленных потребителей и увеличение инвестпрограмм сетевых компаний.

Кадровый вопрос: главная проблема отрасли

Если бы статья называлась «Главные риски российской диагностики систем электроснабжения», первым пунктом надо было бы поставить кадры. И не потому, что инженеров нет — а потому, что качественных грамотных инженеров мало, средний возраст подбирается к 50, а замены пока не очень видно.

Подготовка специалиста по высоковольтной диагностике — это история длиной в 5–10 лет после окончания профильного вуза. Сначала молодой инженер набивает руку на простых измерениях. Потом — на сложных. Потом учится интерпретировать неоднозначные данные, читать термограммы не как картинки, а как симптомы. Понимать, почему характер газовыделения в одном трансформаторе указывает на дугу в обмотке, а в другом — на нагрев в системе охлаждения.

Таких специалистов в России сейчас острый дефицит. Энергетические факультеты профильных вузов, конечно, выпускают инженеров, но процент тех, кто идет в реальную эксплуатацию и диагностику, а не в IT и не в сбытовые компании на теплые места, не очень высокий.

Положение усугубляется уходом ряда западных производителей оборудования. Раньше специалист, скажем, по системам Doble M-серии или OMICRON CPC проходил обучение у вендора, получал сертификат и обновлял знания на регулярных тренингах. Теперь вендора в России нет, обучение надо организовывать самостоятельно, а методическая база оставляет желать лучшего. Часть специалистов уходит работать в страны, где западные системы продолжают применяться. Это утечка мозгов, медленная и тихая.

С другой стороны, есть и встречный процесс: российские производители активизируются, появляются курсы повышения квалификации на базе их продукции, отраслевые конференции живо обсуждают практические кейсы. Эта работа окупится через несколько лет, но прямо сейчас на каждом серьезном объекте дефицит квалифицированного персонала ощущим.

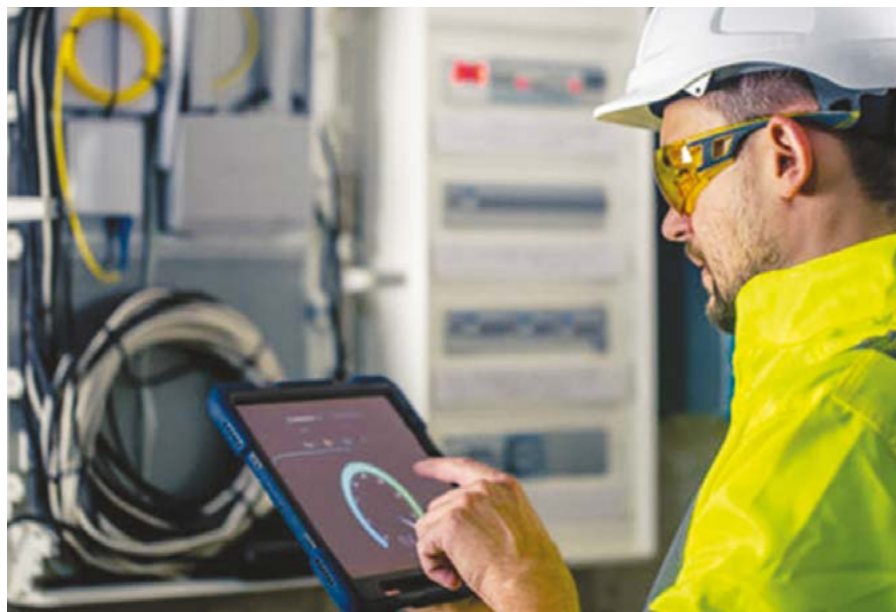
Регуляторика тут двусмысленна. С одной стороны, ПТЭЭП-2023 ужесточил требования к проверке знаний электротехнического персонала: проверка знаний работников, организующих и проводящих работы по обслуживанию электроустановок, выполняющих наладочные, электро-монтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также сотрудников с правом ведения оперативных переговоров и выдачи нарядов и распоряжений теперь обязательна не реже одного раза в 12 месяцев. Для административно-технического персонала и специалистов по охране труда с правом инспектирования — не реже одного раза в три года. С другой стороны, формализация проверки знаний далеко не всегда означает рост реальной квалификации: «обучение» нередко сводится к покупке удостоверения у не самых добросовестных учебных центров.

Что мешает рынку расти быстрее

Несколько структурных проблем, не позволяющих российской диагностике двигаться так быстро, как могла бы.

Первая — формальное отношение к диагностике у значительной части эксплуатантов. Для многих диагностика — это «отчет для инспектора» и не более того. Поэтому заказывают работы по принципу «подешевле и побыстрее», содержание отчета читают в лучшем случае на странице «выводы». Дефектные ведомости откладывают на потом. Потом наступает «потом» — и удивляются, что сгорело.

Вторая — низкая прозрачность рынка ЭТЛ. Множество мелких игроков, демпинг, отсутствие отраслевого рейтинга, по которому заказчик мог бы ориентироваться. Это бьет по добросовестным компаниям и удешевляет работу до уровня,



когда качественная диагностика становится экономически нерентабельной.

Третья — фрагментарность нормативной базы. РД 34.45–51.300–97 — основной документ — был создан в 1990-х. С тех пор появились новые типы оборудования (вакуумные выключатели среднего напряжения, элегазовые аппараты, кабели с изоляцией из СПЭ), и в РД они отражены лишь частично. ПТЭЭП-2023 закрыл часть пробелов в эксплуатационной плоскости, но методические нормы для собственной диагностики продолжают оставаться лоскутным одеялом из РД, СТО, корпоративных стандартов «Россетей» (СТО 34.01–23.1–001–2017 — «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» в редакции «Россетей»), ведомственных инструкций.

Четвертая — недостаток квалифицированных инженеров, о чем уже сказано выше.

Пятая — санкционные ограничения и удорожание импортного оборудования. С 2022 года часть диагностических приборов исчезла с рынка, часть подорожала в два-три раза за счет параллельного импорта. Российские и азиатские альтернативы существуют почти по всем категориям, но в нишах высокоточной диагностики (например газоанализаторы для онлайн-ХАРГ премиального класса, профессиональные системы регистрации ЧР) они не всегда полностью закрывают потребность.

Что меняется и куда идет рынок

Если коротко — основные тренды до 2028–2030 годов следующие.

Постепенный переход от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по состоянию. Этот сдвиг идет уже несколько лет и про-

должится. Регулятор движется в эту сторону: новый ПТЭЭП впервые серьезно говорит о диагностике как о самостоятельной деятельности, а не как о прикладной операции при ремонте. Применение ИИ на электростанциях способствует переходу к ремонту объектов по техническому состоянию вместо традиционного планового обслуживания, и для этого внедряются решения в области интеллектуальной диагностики и предиктивного анализа с применением нейросетей.

Активное проникновение цифровых подстанций по ГОСТ Р 55437 и стандарту IEC 61850. Это меняет саму структуру диагностики: на цифровой подстанции поток данных с датчиков идет непрерывно в централизованную систему, и роль выездной диагностики уменьшается, а роль аналитики данных — увеличивается.

Развитие отечественного производства диагностического оборудования. Тепловизоры, мегомметры, измерители ПКЭ, прожиговые установки, рефлектометры — по всем этим позициям российский рынок постепенно закрывает свои потребности отечественной продукцией, и это не временный эффект импортозамещения, а долгосрочный сдвиг. Параллельно усиливается роль партнерских азиатских поставщиков.

Рост доли услуг по комплексному энергоаудиту. Не отдельные тесты по запросу, а полный аудит электрохозяйства с разработкой программы поэтапной модернизации — этот формат становится более востребованным, особенно у промышленных предприятий со старым парком оборудования.

Дальнейшая консолидация рынка ЭТЛ. Мелкие игроки постепенно будут вытесняться: ужесточение требований к аккредитации, рост стоимости приборного парка, конкуренция

за квалифицированный персонал — всё работает в пользу средних и крупных компаний с устойчивой репутацией.

Усиление роли страховых требований. Страховые компании, оплачивающие убытки от пожаров и аварий, всё чаще требуют от страхователей подтверждения регулярной диагностики электрохозяйства как условия страхового покрытия. Это создает коммерческое давление на эксплуатантов, дополняющее регуляторное.

И наконец — медленное, но неизбежное проникновение ИИ. Не в качестве «магической пилюли», а как нормального инструмента, помогающего инженеру обработать растущий поток данных. К 2030 году типовая диагностическая программа на крупной подстанции будет отличаться от сегодняшней так же, как сегодняшняя отличается от того, что делалось в 1990-е.

Вместо итогов

Диагностика систем электроснабжения в России в мае 2026 года — это рынок зрелой технологии, противоречивых ожиданий и накопленных проблем. С одной стороны, инструменты сегодня доступны такие, каких не было еще пять-семь лет назад: качественные тепловизоры за реальные деньги, отечественные мегомметры и измерители ПКЭ, развивающиеся системы предиктивной аналитики. С другой — изношенный парк, кадровый дефицит и привычка экономить на профилактике, чтобы потом тратиться на восстановление.

Хорошая новость: регулятор движется в правильную сторону, инвестиционные программы растут, технологии становятся доступнее. Плохая новость: скорость движения далеко не везде успевает за скоростью старения инфраструктуры.

Из этого следует прагматический вывод. Эксплуатантам, которые хотят избежать аварий и не получать предписания Ростехнадзора, надо работать с диагностикой не как с формальностью, а как со страховкой собственного бизнеса. Стоимость нормальной программы регулярной диагностики на типичном среднем предприятии — это сотни тысяч рублей в год. Стоимость одного серьезного отказа — миллионы и десятки миллионов. Это та арифметика, которую все вроде бы знают, но мало кто включает в годовой бюджет.

Пока на эту арифметику смотрят сквозь пальцы, диагностические компании будут зарабатывать на тех, кто понимает, страховщики — на тех, кто не понимает, а Ростехнадзор — на тех, кто запаздывает с пониманием. Рынок устроен честно: каждый платит ровно ту цену, которую назначает себе сам.



Интеллектуальное низковольтное решение

Интеллектуальное низковольтное решение – это уникальное решение компании LS ELECTRIC с интеллектуальным распределительным щитом, расширяющее возможности измерения и контроля за счет интеграции интернета вещей и цифровых технологий.

Надежность — предотвращение аварий на энергообъектах и снижение потерь

- Удаленный контроль и управление всеми выключателями, от автоматического воздушного выключателя (АСВ) до модульного автоматического выключателя (МСВ)
- Обеспечивает улучшенную самодиагностику устройств.
 - Срок службы контактов, количество размыканий/замыканий, температурное состояние, работа реле, батарея, состояние проводки, память, время и т.п.
- Обеспечивает диагностику и прогнозирование для энергообъектов.
 - Время работы, время работы автоматического выключателя, номер электрической/механической операции, номер отключения и т.п.
- Пожар можно предотвратить с помощью контроля температуры.
 - TRIO: функция контроля температуры для точек повышенного риска.
 - Тепловизор: функция контроля температуры для опасных зон и зон интереса.
- Улучшенная точность измерения интеллектуального автоматического выключателя (модели STU, ETU) (класс 1.0)
- Улучшенная стабильность сети за счет внедрения протокола быстрого связывающего дерева (RSTP).

Удобство — повышенное удобство обслуживания и сниженное время пусконаладочных работ

- Автоматическое обнаружение, автоматическая синхронизация времени
 - Обеспечивает автоматический поиск и синхронизацию времени для интеллектуальных автоматических выключателей и приборов.
- Контроль систем и устройств в режиме реального времени
- Локальный/дистанционный контроль энергообъектов
- Удобная функция обновления программно-аппаратного обеспечения
 - Интеллектуальный автоматический воздушный выключатель (АСВ), интеллектуальный автоматический выключатель в литом корпусе (МССВ): обновление программно-аппаратного обеспечения доступно как при наличии, так и при отсутствии питания
 - Коммуникационное устройство: удаленное обновление программно-аппаратного обеспечения
- Обеспечивает аварийное обслуживание в режиме реального времени при возникновении проблем в системах и устройствах.
 - Аварийная push-сигнализация (мобильное приложение), SMS, электронная почта
 - Предоставляет информацию о типе события, времени его возникновения и местоположении энергообъектов



Эффективность — снижение энергопотребления и стоимости

- Визуализирует и предоставляет данные для интуитивного понимания информации об энергии.
 - Диаграмма (3D, столбиковая, круговая, полосовая, линейная и т.п.), таблица
- Информация об энергии в режиме реального времени может быть проверена по категориям.
 - Информация об энергии: потребляемая мощность, расход энергии, качество электроэнергии, информация об устройстве, пик и т.п.
 - Категория: местоположение, использование, день, месяц, год, часовой пояс и т.п.
- Обеспечивает информацию о тенденциях и анализе энергопотребления в режиме реального времени.
- Предоставляет регулярные отчеты для эффективного управления энергопотреблением.
 - Состояние проекта, состояние связи, аварийный сигнал/событие, потребление энергии, диагностическая информация о системе/устройстве и т.п.



Официальное представительство
компании LS Electric в России
121087, г. Москва, ул. Барклая, д. 6,
стр. 5, офис 322.
тел: +7-499-682-61-30
E-mail: info@lselectric-ru.com

www.lselectric-ru.com

Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования

Тема сегодняшнего круглого стола – «Диагностика систем электроснабжения в России: технологии, практика и нормативные требования». Какие сегменты рынка диагностики потребителей сегодня растут быстрее всего? Как меняется модель взаимодействия заказчика и подрядчика? Какие ключевые барьеры сейчас тормозят более массовое внедрение продвинутой диагностики на предприятиях? Эти и многие другие вопросы мы задали нашим экспертам, чтобы понять и рассказать вам, чем сегодня живет это направление электротехники.

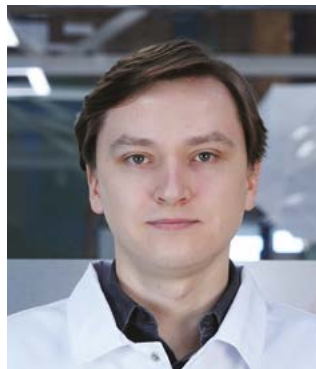
На наши вопросы отвечали:

Борис Зиборов, ведущий инженер отдела энергетики ООО «ПромМаш Тест Инжиниринг», кандидат технических наук
Самат Тукаев, руководитель направления «СКАТ Энерджи», ГК «Эсорт»

Андрей Кудрявцев, советник генерального директора АО «ЮАИЗ» по техническим вопросам



Борис Зиборов,
ведущий инженер отдела энергетики
ООО «ПромМаш Тест Инжиниринг»,
кандидат технических наук



Самат Тукаев,
руководитель направления
«СКАТ Энерджи», ГК «Эсорт»



Андрей Кудрявцев,
советник генерального директора
АО «ЮАИЗ» по техническим вопросам

— *Какие сегменты рынка диагностики систем электроснабжения у промышленных и коммерческих потребителей сегодня растут быстрее всего (по отраслям и по типам услуг) и за счет каких драйверов — импортозамещения, ужесточения требований или роста стоимости простоев?*

Самат Тукаев: На сегодняшний день наблюдается увеличение количества аварий на объектах электроэнергетики в России. Это напрямую связано с износом электросетевой инфраструктуры, уровень которого может достигать в среднем 70 %, в отдельных регионах — 90 % и более. В таких реалиях электросетевые организации, ввиду отсутствия возможности оперативной замены большого объема оборудования, вынуждены уделять значительно большее внимание существующим объектам: чаще проводить осмотры, диагностику. То есть основной причиной развития рынка диагностики является высокая аварийность электроэнер-

гетических систем, которая напрямую влияет на рост итоговой стоимости простоев.

Если выделять конкретный сегмент рынка, в котором наша компания работает, то считается, что основная доля аварийных событий приходится на воздушные линии электропередачи (ВЛ). Диагностика ВЛ, как правило, выполняется «вручную» путем плановых проверок, иногда с использованием измерительного диагностического оборудования по типу тепловизионных, ультразвуковых камер, для оценки состояния изолирующих подвесок, контактных соединений и прочего. В целях повышения наблюдаемости, автоматизации мониторинга изоляции наша компания разработала систему бесконтактной диагностики высоковольтной изоляции на ВЛ и ПС до 110 кВ (включительно). Данная система позволяет производить онлайн-мониторинг изоляции, что является важным преимуществом в условиях высокой аварийности и дефицита обслуживающего персонала.

— *Как меняется модель взаимодействия заказчика и подрядчика: готовы ли предприятия переходить от разовых обследований и раз в несколько лет к сервисным контрактам «диагностика и мониторинг по подписке» с элементами предиктивного обслуживания?*

Самат Тукаев: Формат «подписка» на сервисы и системы в электроэнергетике встречается редко, но он давно напрашивается к повсеместному использованию, и не только в диагностике, а, например, еще и в определении мест аварий в сети, мониторинге климатических параметров, выявлении воровства электроэнергии и во многих других потребностях, которые с разной степенью приоритетности есть у производителей электроэнергии и сетевых компаний. Однако данный формат на текущий момент сложно реализуем, т.к. заказчики, как правило, работают по схеме: закупить оборудование и научиться самостоятельно с ним работать; в ином случае применить формат «подписка»

не удается из-за отсутствия нормативной базы.

— *Насколько сильно за последние два-три года изменились требования заказчиков к составу диагностических услуг: что становится «гигиеническим минимумом» (без чего уже не рассматривают подрядчика), а какие опции остаются премиальными и выбираются только крупными клиентами?*

Борис Зиборов: За последние два-три года требования заказчиков к диагностике электрооборудования заметно изменились. Если раньше во многих случаях было достаточно стандартной электролаборатории, тепловизионного контроля и итогового протокола, то сейчас заказчики все чаще оценивают подрядчика по способности закрывать риски простоя оборудования.

Поэтому «гигиенический минимум» постепенно смещается от отдельных измерений к более комплексной инженерной услуге. Для предприятий с непрерывным производством важны не только диагностика и отчет, но и возможность оперативно предложить дальнейшие действия при выявлении дефекта.

Один из таких критериев — наличие подменного фонда или доступа к запасным частям для критичных узлов. В условиях увеличения сроков поставки комплектующих заказчик не всегда может ждать замену месяцами. Поэтому от подрядчика ждут не только выявления неисправности, но и понимания того, как быстро обеспечить работоспособность оборудования.

Еще одно важное требование — компетенции в обратной инженерии. Когда производитель может быть недоступен, а документация отсутствует или неполная, диагностика не может заканчиваться только рекомендацией «заменить у производителя». От сервисной компании все чаще требуется способность анализировать устройство по фактическому состоянию, восстанавливать логику его работы и подбирать технически применимые решения.

Еще один элемент новой базы — цифровой мониторинг. Для части заказчиков разовые измерения уже недостаточны. Всё чаще востребованы временные или постоянные системы онлайн-мониторинга: контроль частичных разрядов, температуры контактных соединений, состояния приводов и других параметров. Такой подход позволяет видеть динамику состояния оборудования, а не только фиксировать результат проверки на конкретную дату.

Премиальный сегмент связан с более сложной инженерной и цифровой экспертизой. Сюда относятся цифровые модели подстанций или распределительных

сборок, предиктивная аналитика, прогнозирование остаточного ресурса узлов на основе данных мониторинга. Такие решения в первую очередь востребованы у крупных промышленных заказчиков, для которых стоимость простоя значительно выше стоимости диагностики.

Еще один премиальный формат — сервисные контракты полного жизненного цикла, где подрядчик берет на себя расширенные обязательства по поддержанию технической готовности оборудования. В этом случае диагностика становится не разовой услугой, а частью долгосрочной системы управления надежностью.

Отдельное направление — проверка и входной контроль компонентов, включая проверку на контрафакт, адаптацию и стендовые испытания. Для крупных предприятий это важно, поскольку снижает риск установки неподходящих или некачественных комплектующих.

При этом ключевым фактором остается квалификация персонала. Даже наличие оборудования, цифровых систем и подменного фонда не дает результата без инженеров, способных быстро выехать на площадку, корректно интерпретировать данные и предложить работоспособное решение. Поэтому заказчики все чаще оценивают не только бренд лаборатории, но и реальные компетенции команды.

В целом рынок движется от формальной диагностики к управлению техническими рисками. Заказчикам все чаще нужен не просто протокол измерений, а подрядчик, который поможет снизить вероятность отказа, простоя и дополнительных затрат.

Самат Тукаев: Основные требования, появившиеся за последнее время, заключаются в интеграции системы в технологический контур клиента (размещение программного обеспечения для сбора и обработки данных исключительно на сервере клиента, иногда без возможности контроля работы системы производителем/подрядчиком; интеграции системы с SCADA/АСУТП) и обеспечении необходимых условий информационной безопасности. Также, разумеется, заказчики не готовы рассматривать диагностические решения без внятных критериев «норма/предварительное состояние» контролируемого оборудования.

— *Как внедрение цифровых решений (онлайн-мониторинг, аналитические платформы, интеграция со SCADA/АСУТП, ИИ-аналитика) перераспределяет роли на рынке: кто усиливается: производители оборудования, ИТ-компании, инженеринговые интеграторы или независимые сервисные фирмы?*

Самат Тукаев: Цифровизация усилила позиции тех игроков, которые умеют объединять оборудование, каналы связи и аналитику в цельное решение. Это компании, предлагающие не только оборудование, но и всю систему мониторинга «под ключ».

Думаю, что развитие ИИ-инструментов и их внедрение в процесс создания систем дадут большее преимущество производителям оборудования, т.к. у них есть самое главное, на чем строится любой комплекс диагностики, — измерительные устройства, разработка которых требует очень узких компетенций; создать платформу для мониторинга в их случае с применением ИИ — это вопрос времени.

— *Какие ключевые барьеры сейчас тормозят более массовое внедрение продвинутой диагностики на предприятиях (цены, дефицит квалификации, недоверие к новым технологиям, отсутствие четких нормативных требований, позиция собственников) и как рыночные игроки реально работают на преодоление этих барьеров?*

Самат Тукаев: Ключевые барьеры можно разделить на экономические и кадровые. Экономический — неготовность собственников вкладываться в продвинутые системы диагностики без ярко выраженной статистики аварий. Кадровый — нехватка специалистов, которые умеют не только собирать данные, но и корректно интерпретировать их для принятия решений.

На практике эти барьеры преодолевают через пилотные проекты, где заказчику показывают конкретное снижение числа отключений, отказов или объема аварийных ремонтов за счет постоянной диагностики.

Андрей Кудрявцев: Основной барьер — экономический. То есть стоимость мониторинга не должна быть выше, чем ущерб от технологических нарушений, которые он предотвращает.

Так как мониторинг — это дорогостоящее дело, то часто технически хорошие системы не могут найти своего применения именно по этой причине, а именно — высокой стоимости исполнения.

— *Какие типичные «болевые точки» вы видите в системах электрооборудования на стороне потребителя (распределительные сети внутри предприятия, ГРЩ, резервные источники, ИБП, ДГУ), которые большинство регламентных проверок по-прежнему не выявляет вовремя?*

Борис Зиборов: Плановые проверки систем электроснабжения не всегда

позволяют вовремя выявить скрытые дефекты. Формально требования могут быть выполнены, заключение — выдано, но риск аварии при этом сохраняется. Одна из причин — ограниченность стандартных методов диагностики.

Одна из типичных зон риска — кабельные линии. При их осмотре часто ограничиваются измерением сопротивления изоляции мегаомметром и визуальным контролем. Но такие методы не всегда позволяют выявить микротрещины, частичные разряды и локальные перегревы. Дефект может развиваться незаметно: сопротивление изоляции остается в норме, а затем возникает короткое замыкание или возгорание.

Еще одна проблема — контактные соединения. Даже при правильной затяжке болтов контакт со временем может ослабевать из-за вибрации и температурных колебаний. Особенно это характерно для алюминиевых проводников: металл деформируется под давлением, а оксидная пленка на поверхности увеличивает переходное сопротивление и может вызывать нагрев. Внешне такое соединение может выглядеть исправным вплоть до критического перегрева.

Отдельный риск связан с автоматическими выключателями. Их иногда подбирают «с запасом», чтобы избежать ложных срабатываний. Но это снижает эффективность защиты: при перегрузке кабель может долго нагреваться без отключения. Если нагрузка на объекте выросла, например после подключения нового оборудования, прежний номинал автомата может уже не соответствовать фактическим условиям эксплуатации. В аварийной ситуации это также может привести к отключению всей системы вместо поврежденного участка — из-за несогласованности защитных устройств.

В системах бесперебойного питания слабым местом остаются аккумуляторные батареи. Со временем они теряют емкость из-за сульфатации пластин, а их внутреннее сопротивление растет. Формальные проверки — измерение напряжения и короткий тест автономной работы — не всегда позволяют выявить эту проблему.

Похожие риски есть в системах учета. Счетчики и измерительные трансформаторы со временем могут снижать точность показаний, особенно в сетях с высоким уровнем искажений. Это способно приводить к финансовым потерям из-за некорректного учета электроэнергии.

Отдельное направление — качество электроэнергии. Распространение нелинейных нагрузок, таких как частотные преобразователи, ИБП и светодиодные светильники, приводит к гармоническим искажениям. Высшие гармоники могут вызывать перегрев нейтральных

проводников, вибрации в трансформаторах и помехи в цепях управления. При этом стандартные проверки часто не включают анализ спектра тока и напряжения, поэтому проблема остается незамеченной до выхода оборудования из строя.

Также риски могут быть связаны с конструктивными недостатками распределительных щитов: недостаточной вентиляцией, неправильным разделением цепей, отсутствием маркировки. Такие проблемы могут долго не проявляться, но при повышенной нагрузке увеличивают вероятность аварии.

Нельзя исключать и человеческий фактор: неправильное обслуживание, игнорирование предупредительных сигналов, работа по устаревшим инструкциям. Эти ошибки могут снизить надежность даже качественного оборудования.

Чтобы повысить надежность электроснабжения, плановые проверки стоит дополнять тепловизионным контролем контактных соединений, анализом качества электроэнергии, включая измерение уровня гармоник, тестированием защитных устройств в моделируемых аварийных режимах и комплексным аудитом систем учета.

Такие меры помогают выявлять скрытые дефекты на ранней стадии, снижать риск аварий, сокращать простой и затраты на ремонт, а также повышать безопасность эксплуатации электроустановок.

Самат Тукаев: Наиболее часто встречающиеся проблемы возникают с высоковольтной изоляцией ВЛ и ПС. На предприятиях, работающих в условиях сильного атмосферного загрязнения природного и промышленного характера нормы и регламенты проверок изолирующих подвесок, опорных изоляторов попросту не дают должного эффекта. Обслуживающий персонал в целях недопущения аварий в таких случаях ориентируется не на регламенты, а, например, на количество тарельчатых изоляторов в гирлянде, которые вышли из строя ввиду пробоев, чтобы вовремя успеть заменить всю изолирующую подвеску.

Андрей Кудрявцев: На мой взгляд, основными «болевыми точками» остаются четыре.

а) Естественное старение (деградация) системы электроснабжения. Этот процесс происходит постепенно, и часто нет технической возможности выявить степень этого старения и приближение к уровню, когда вероятность отказов становится «не равной нулю».

б) Достоверный расчет остаточного коммутационного ресурса коммутационных аппаратов.

в) Фактическое состояние силовой электроники в инверторно-выпрями-

тельной технике, — отказ происходит всегда внезапно.

г) Достоверный прогноз состояния кабельных линий любого класса напряжения (пока не всегда достижим).

— В каких сегментах промышленной и коммерческой энергетики (тяжелое производство, пищевка, складская логистика, ЦОДы, офисная недвижимость) вы наблюдаете наибольший спрос на продвинутые системы онлайн-мониторинга и предиктивной диагностики и чем это объясняется?

Самат Тукаев: Наибольший спрос сегодня сформировался в сегментах с высокой стоимостью простоя: тяжелое производство, нефтегазовая промышленность, передача электроэнергии. Для них даже кратковременное нарушение электроснабжения приводит к серьезным потерям, поэтому инвестиции в онлайн-диагностику окупаются быстрее. В энергетике повышенный интерес вызывают решения для воздушных линий и подстанций, позволяющие дистанционно контролировать состояние изоляции и коммутационного оборудования.

Андрей Кудрявцев: В любой отрасли, где стоимость ущерба от технологического нарушения является соизмеримой со стоимостью мониторинга.

Но, конечно, в первую очередь — для капиталоемких и энергоемких сегментов промышленности.

— Как вы оцениваете качество нормативной базы, регулирующей диагностику электроустановок потребителей (ПУЭ, ПТЭЭП, профильные ГОСТ и СТО): где нормы реально помогают главному инженеру аргументировать решения, а где, наоборот, тормозят внедрение современных технологий мониторинга?

Борис Зиборов: Один из спорных вопросов — определение номинального напряжения.

С одной стороны, нормативная база задает базовые ориентиры. ГОСТ 32144–2013 указывает, что в электрических сетях низкого напряжения стандартное номинальное напряжение определяется по ГОСТ 29322–2014. В ГОСТ 29322–2014 для трехфазных четырехпроводных и трехпроводных систем указано значение 230/400 В.

ГОСТ 32144–2013 также устанавливает допустимые отклонения напряжения в точке поставки: положительные и отрицательные отклонения не должны превышать 10% номинального или согласованного значения напряжения в течение 100% времени интервала за одну неделю. Для сети 230/400 В это

означает диапазон 207–253 В по фазному напряжению и 360–440 В по линейному напряжению.

При этом в нормативных документах сохраняются указания на сети с номинальным напряжением 220/380 В. В ГОСТ 32144–2013 есть примечание, согласно которому в находящихся в эксплуатации системах с номинальным напряжением 220 В и 380 В, а также в системах с сочетанием 220/230 В и 380/400 В допустимые отклонения определяются исходя из значений 220 и 380 В. В ГОСТ 29322–2014 под таблицей А.1 также указано, что значение 200 или 220 В используется в некоторых странах.

В результате остается неопределенность: как правильно классифицировать номинальное напряжение конкретной сети при проведении анализа? Не прописаны четкие критерии, по которым можно определить, какое значение принимать за основу — 220/380 В или 230/400 В.

На практике это может приводить к спорным ситуациям между сетевыми организациями и потребителями электроэнергии. В зависимости от выбранного номинального значения может возникать более широкий диапазон трактовки допустимого фазного напряжения — от 198 до 253 В. Это ухудшает условия для потребителей и создает путаницу при оценке качества поставляемой электроэнергии.

Кроме того, одновременное наличие в одной стране номинальных напряжений 220 В и 230 В ставит потребителей

в разные условия и усложняет подбор и эксплуатацию электрооборудования.

Эта ситуация существует давно, однако последние правки в указанных ГОСТах не позволили окончательно устранить эту неопределенность. На мой взгляд, возможны два варианта: либо исключить из стандартов упоминание напряжения 220/380 В, либо прописать четкие критерии, по которым конкретная сеть относится к номиналу 220/380 В или 230/400 В.

Самат Тукаев: Действующие документы описывают базовые требования к эксплуатации и регламентным испытаниям, и это помогает главным инженерам обосновывать минимально необходимый объем работ, связанных с диагностикой оборудования. При этом нормативная база все еще в основном ориентирована на периодические измерения и испытания, а не на постоянный онлайн-мониторинг и предиктивную диагностику. В результате многие современные технологии мониторинга внедряются по инициативе самих предприятий и их внутренних стандартов, а не как ответ на прямое нормативное требование.

Андрей Кудрявцев: Часто нормативная база не успевает за развитием мониторинга. Потому что мониторинг — это часто 100% новое техническое решение, ранее не применяемое, и поэтому не описанное в нормативной документации. Это нормальная ситуация. Надо просто актуализировать «нормативку», включая в нее успешные практики.

— Какие технологические тренды в диагностике систем электроснабжения промышленных и коммерческих объектов вы считаете определяющими на ближайшие три-пять лет?

Самат Тукаев: Определяющими станут несколько связанных между собой направлений:

1. Переход от точечных измерений к постоянному распределенному онлайн-мониторингу элементов сети с накоплением истории параметров;
2. Использование накопленных данных в аналитических платформах и цифровых двойниках для оценки остаточного ресурса оборудования и прогнозирования рисков;
3. Распространение относительно недорогих автономных устройств диагностики, которые можно массово устанавливать на линиях и подстанциях без сложной инфраструктуры;
4. Усиление роли алгоритмов ИИ, которые будут не только сигнализировать о выходе параметров за порог, но и классифицировать тип дефекта и предлагать оптимальные действия по обслуживанию с учетом реального состояния сети и экономических ограничений.

Андрей Кудрявцев: Не хочу выделить какой-то один тренд. Использоваться должны любые мониторинговые системы, применение которых экономически обосновано. И диагностировать необходимо всё, что приносит заметные убытки. Ничего не будет пропущено.

Российская Энергетическая Неделя 2026

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
ЦВЗ «Манеж»

ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТЭК
Гостиный двор

МОСКВА, РОССИЯ
14-16 ОКТЯБРЯ 2026 г.

Правительство Российской Федерации | Министерство Энергетики Российской Федерации | Правительство Москвы

QR-код:

Подробнее на сайте

Онлайн-мониторинг как инструмент перехода к диагностике изоляции по фактическому состоянию

Линейная изоляция воздушных линий электропередачи остается одним из наиболее уязвимых элементов ВЛ. На нее воздействует совокупность факторов: загрязнения промышленного и природного происхождения, влажность, температурные колебания, гололедные явления. При этом условия эксплуатации со временем изменяются: появляются новые источники загрязнений, развивается транспортная инфраструктура, фиксируются климатические изменения, включая увеличение числа переходов температуры через 0°C .

Практика эксплуатации показывает, что проблемные участки носят локальный характер: порядка 15–17% протяженности ВЛ формируют до 80% трудозатрат эксплуатационного персонала. Это определяет необходимость более точной и адресной диагностики состояния изоляции.

Руководящими документами предусматривается проведение осмотра воздушных линий электропередачи с периодичностью один раз в шесть лет. В то же время на участках с повышенным уровнем загрязнений и частыми отключениями эксплуатирующие организации, как правило, увеличивают частоту обходов, опираясь на собственный опыт и особенности эксплуатации конкретных ВЛ.

Традиционные методы контроля позволяют выявлять дефекты, однако носят периодический характер и не обеспечивают непрерывной наблюдемости. В этих условиях развитие получили системы онлайн-мониторинга, позволяющие перейти к оценке состояния изоляции на основе фактических данных.

Онлайн-мониторинг как инструмент диагностики

В основе онлайн-мониторинга лежит контроль токов утечки по гирляндам изоляторов. Этот параметр отражает совокупное влияние загрязнения, увлажнения и внешних воздействий на изоляцию. Непрерывная регистрация токов утечки позволяет фиксировать не только текущее состояние, но и динамику его изменения. Это дает возможность выявлять опасные режимы эксплуатации до возникновения перекрытия и своевременно принимать меры.

Практика применения: подтвержденные эффекты

Выявление критических режимов (температура около 0°C)

В ходе эксплуатации системы мониторинга на ВЛ 110 и 220 кВ были получены данные, позволившие выявить ранее неочевидную закономерность.

Установлено, что при температуре окружающего воздуха в диапазоне от $-2,1$ до $+1,5^{\circ}\text{C}$ наблюдается резкий рост токов утечки до 4 раз по сравнению с другими температурными режимами. По характеру это поведение полностью повторяет режимы, наблюдаемые в летний период при росе (июль–август), когда также фиксируются отключения ВЛ. Таким образом, мониторинг позволил инструментально подтвердить причину части отказов, ранее относимых к «невъясненным».

Влияние осадков и эффект самоочистки

Наблюдения на ВЛ 220 кВ, проходящей вдоль автодороги с приме-

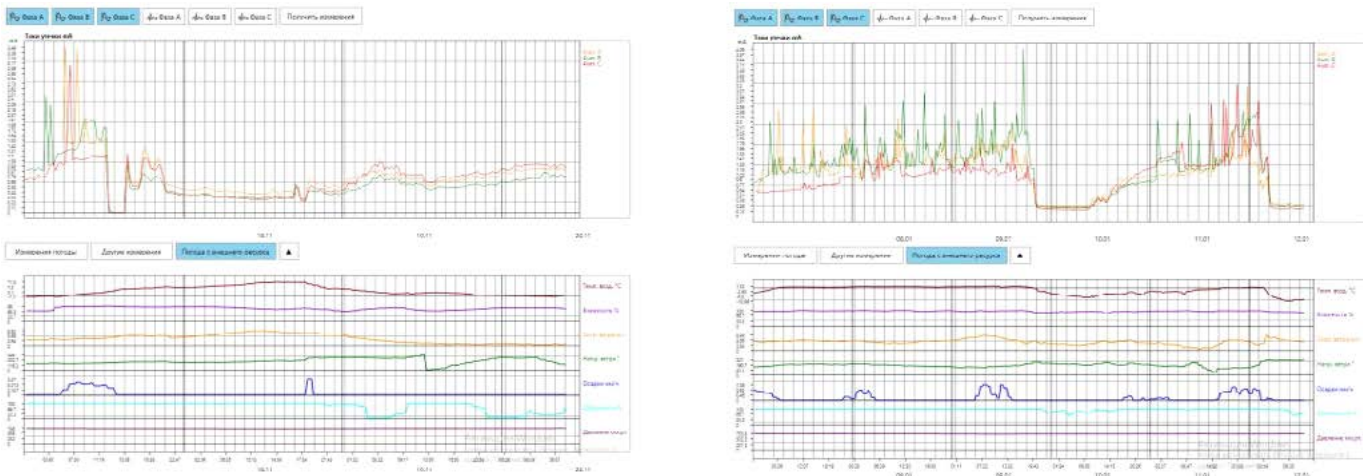
нием реагентов, показали характерную зависимость состояния изоляции от погодных условий. В летний период при регулярных осадках фиксировалось снижение токов утечки, что свидетельствует о частичном самоочищении изоляторов. Однако в засушливые периоды происходило накопление загрязнений.

Наиболее опасной оказалась ситуация начала осадков: загрязнения увлажняются, но еще не смываются. В этот момент фиксируется резкий рост токов утечки и увеличивается вероятность перекрытия. Этот эффект ранее учитывался лишь эмпирически, тогда как мониторинг позволил подтвердить его инструментально.

Управление обслуживанием: кейс промышленного объекта

Основной задачей Системы является не допущение самого факта перекрытия изоляции. Так на металлургическом Комбинате Система начала работу в октябре 2023 г. На участке ВЛ 110 кВ до внедрения Системы мониторинга наблюдались отключения по вине изоляции 2–3 раза в год, а срок службы изоляции не превышал 4 лет из-за интенсивных загрязнений.

После внедрения системы (с 2023 года) обслуживание стало проводиться по фактическому состоянию. Первое мероприятие — замена изоляции в 2024 году — привело к снижению токов утечки в 23 раза. В дальнейшем была выработана практическая схема обслуживания — два цикла обмыва и затем замена изоляции. (Рис. 1)



Обмыв изоляции на ВЛ-110 кВ с контролем эффективности мероприятия (17.11.2025 г.)

Эффект обмыва изоляции ВЛ-110 кВ 17.11.2025 г. исчерпан. Решение о замене изоляции (январь 2026 г.)

Рис. 1. Проведение оперативных мероприятий по обслуживанию изоляции по данным Системы

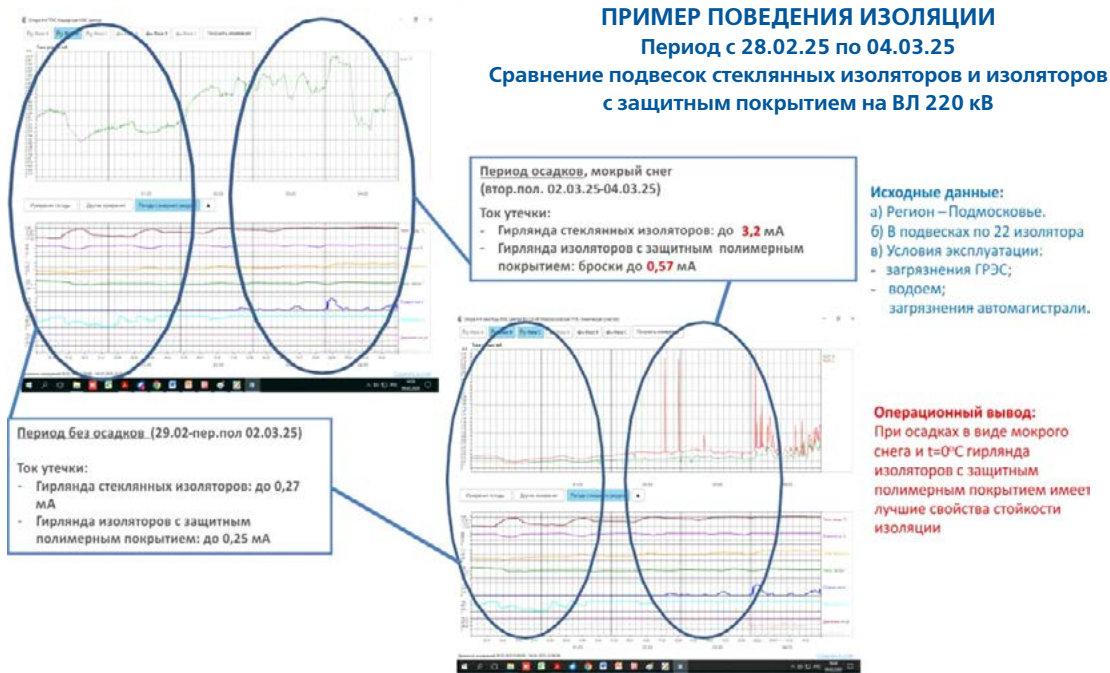


Рис. 2. Сравнительные испытания изоляции разного типа на ВЛ 220 кВ

Например:

- после обмыва (ноябрь 2025 г.) наблюдалось снижение токов утечки,
- к началу 2026 г. эффект был исчерпан,
- в марте 2026 г. принято решение о замене изоляции.

Таким образом, мониторинг состояния изоляции позволил перейти от регламентного обслуживания к управляемому, сократить аварийность и обособить каждое вмешательство.

Сравнительная эксплуатация изоляторов

В рамках опытной эксплуатации на ВЛ 220 кВ в условиях комплексных загрязнений (реагенты, выбросы ГРЭС, высокая влажность) была организована сравнительная оценка различных типов изоляторов:

- стандартные стеклянные изоляторы,
- стеклянные изоляторы с увеличенной длиной пути утечки (ПС70Л, ПС120Л),
- стеклянные изоляторы с защитным полимерным покрытием (ПСВ120БГ).

По результатам первого года наблюдений установлено:

- изоляторы с покрытием имеют **в 6 и более раз меньшие токи утечки** по сравнению со стандартными;
- характер изменения токов утечки при этом сохраняется (одинаковая динамика);
- все новые типы изоляторов показывают лучшие результаты по сравнению с ранее установленными.

Таким образом, система мониторинга позволяет проводить **инструмен-**

тально подтвержденные сравнительные испытания непосредственно на действующих ВЛ. (Рис. 2)

Диагностическая ценность мониторинга

Практика применения показала, что онлайн-мониторинг существенно расширяет возможности диагностики.

Он позволяет:

- фиксировать динамику изменения состояния изоляции,
- выявлять скрытые режимы эксплуатации,
- количественно оценивать уровень загрязнения,
- принимать решения на основе данных, а не предположений.

Фактически происходит переход от эпизодической диагностики к **непрерывному контролю и анализу состояния изоляции.**

Куда будет развиваться мониторинг изоляции

Развитие мониторинга состояния изоляции представляет собой сложную задачу, так как требует нахождения баланса между техническими возможностями и экономической целесообразностью. Сложные технические решения, как правило, сопровождаются высокой стоимостью, что может нивелировать экономический эффект от их внедрения.

В настоящее время можно выделить два ключевых направления дальнейшего развития:

- развитие систем прогнозирования состояния изоляции с учетом изменения внешних негативных условий эксплуатации;
- создание систем мониторинга для воздушных линий постоянного тока,

что на сегодняшний день остается нерешенной задачей, в том числе и на международном уровне.

Оба направления являются технически сложными и требуют дальнейших исследований.

Применение системы онлайн-мониторинга позволяет перейти к новому уровню диагностики линейной изоляции, основанному на непрерывной наблюдаемости и анализе данных.

Практика эксплуатации подтверждает, что данный подход повышает надежность работы ВЛ, снижает эксплуатационные затраты и позволяет обоснованно выбирать технические решения. Таким образом, Система становится ключевым элементом перехода к управлению состоянием изоляции на основе фактических данных, что соответствует современным требованиям развития электросетевого комплекса.

Развитие онлайн-мониторинга соответствует ключевым направлениям развития электросетевого комплекса — цифровизация и переход к управлению активами на основе данных.

Система уже получила практическое признание:

- включена в **Технический реестр ПАО «Россети» (2024 г.)**,
- отмечена на Международном форуме «Электрические сети России» (МФЭС-2025), где заняла **1 место в конкурсе перспективных разработок.**

Об авторе

Андрей Александрович Кудрявцев
Советник генерального директора по техническим вопросам АО «ЮАИЗ»
Главный инженер ООО «Экспертный центр» (г. Екатеринбург)



22-24
ОКТАБРЯ
2026

РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА



МЕСТО ВСТРЕЧИ
ЛИДЕРОВ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

12+

ФОРУМ-ВЫСТАВКА 2025 В ЦИФРАХ:

14 000
УЧАСТНИКОВ

350
ЭКСПОНЕНТОВ

560
СПИКЕРОВ

38
РЕГИОНОВ

СООРГАНИЗАТОРЫ:



Минпромторг
России



ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



УЧАСТИЕ
ПРИНЯТЬ

ОПЕРАТОР ФОРУМА:

EXPOFORUM

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ | КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

PROMEXPO.EXPOFORUM.RU

КОРОС: 100 лет инноваций и надежности в электротехнике

Компания КОРОС — признанный мировой производитель электротехнических изделий с вековой историей. Основанная в 1926 году в Чехословакии, сегодня она предлагает передовые решения для строительства, промышленности и инфраструктуры, сочетая традиции качества с инновационными технологиями.

Путь длиною век: от истоков до международного признания

История КОРОС началась с производства **металлических подрозетников и гофрированных труб**. Несмотря на трудности военного периода, компания смогла перезапустить производство в послевоенные годы, перенеся производственную площадку в город **Колин** (современная Чехия).

Настоящий прорыв произошёл в **1960-е годы**, когда холдинг:

- организовал собственные цеха по переработке гранулята ПВХ;
- провел масштабное переснащение и модернизацию оборудования;
- запустил линии по выпуску **пластиковых кабельных каналов** и труб всех основных типов;
- начал производство **электромонтажных коробок**.

Этот этап стал переломным: КОРОС не просто расширил ассортимент, но и заложил фундамент для будущего технологического лидерства. Компания чутко реагировала на рыночные изменения, совершенствуя конструкции изделий с учетом:

- ужесточающихся требований нормативных документов;
- растущих запросов потребителей;
- развития строительной отрасли.

В **1997 году** КОРОС запустил производство **двустенных труб** в г. Колин. Старт был непростым: первоначальные объемы составляли всего **12 км в сутки**. Сегодня же суточный выпуск достиг **72 км** — рост в шесть раз демонстрирует не только производственные возможности компании, но и высокий спрос на её продукцию.

КОРОС в России: стабильность в любых условиях

С **2000 года** интересы холдинга в РФ представляет компания **«Копос Электро»**. На протяжении многих лет она удерживала лидирующие позиции в отдельных сегментах электромонтажных изделий благодаря:

- безупречному качеству продукции;
- соответствию российским и международным стандартам;
- продуманным конструктивным решениям;
- ориентации на потребности российских клиентов.

В **2022 году**, когда многие европейские компании покинули российский рынок, КОРОС сохранил присутствие в РФ. Поставки были оперативно переориентированы через официального дистрибьютора — компанию **«Амперииом»**, что позволило обеспечить бесперебойное снабжение клиентов качественной электротехнической продукцией.

«Амперииом»: партнерство, основанное на доверии и экспертизе

«Амперииом» — молодая, динамично развивающаяся компания, работающая на рынке с **2019 года**. Ее ключевая миссия — не просто оптовые поставки электротехнической, кабельной и инженерной продукции, а комплексное решение задач клиентов.

Что отличает «Амперииом»?

- **Глубокое понимание рынка.** Компания активно собирает и анализирует обратную связь от клиентов, что позволяет оперативно реагировать на изменения спроса и предлагать актуальные решения.

- **Оптимизация монтажных узлов.** Специалисты «Амперииом» разрабатывают решения, которые:

- упрощают процесс монтажа;
- сокращают время выполнения работ;
- снижают затраты на реализацию проектов без потери качества.

- **Индивидуальный подход.** Для каждого клиента компания готова предложить адаптированные решения, учитывая специфику объекта и бюджет.

Перспективные направления: планы на 2025 год

В 2025 году «Амперииом» выходит на новый уровень развития, расширяя ассортимент и осваивая инновационные направления:

- 1. Производство аксессуаров для монтажных, распределительных и установочных изделий.** Разработка комплектующих, которые повышают удобство монтажа и эксплуатации.
- 2. Модернизация фасадных систем монтажа электроустановочных изделий.** Создание решений для современных ар-

хитектурных проектов с повышенными требованиями к эстетике и надежности.

- 3. Расширение линейки электротехнических и инженерных трубных коммуникаций.** Включение в ассортимент инновационных материалов и конструкций для сложных условий эксплуатации.

- 4. Развитие направления организации рабочих мест — напольные системы лючков.** Разработка эргономичных и безопасных решений для офисных и промышленных помещений.

Почему выбирают КОРОС и «Амперииом»?

Продукция КОРОС — это сочетание проверенных временем традиций и современных технологий. Ее ключевые преимущества:

- **Соответствие стандартам.** Вся продукция отвечает строгим требованиям ГОСТов и международных нормативов.

- **Надежность.** Изделия рассчитаны на длительную эксплуатацию в сложных условиях.

- **Удобство монтажа.** Конструктивные решения продуманы до мелочей, что сокращает время и трудозатраты на установку.

- **Адаптивность.** Ассортимент регулярно обновляется с учетом изменений на рынке и новых технических требований.

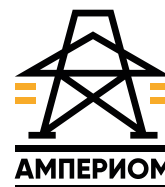
- **Экологичность.** Использование перерабатываемых материалов соответствует современным трендам устойчивого развития.

Сотрудничество с «Амперииом» дает дополнительные преимущества:

- стабильные поставки электротехнической продукции в РФ;
- доступ к инновационным решениям и новинкам ассортимента;
- техническую поддержку и консультацию экспертов;
- гибкие условия сотрудничества для партнеров.

КОРОС и «Амперииом» — надежность, проверенная временем, и инновации, ориентированные на будущее.

Доверьте свои проекты профессионалам: мы поможем подобрать оптимальное решение для любых задач!



ООО «Амперииом», г. Москва,
тел.: +7 495 141 000 6
www.amperiom.ru

Пожарная безопасность на промышленных объектах: комплексные решения ОКЛ СИСТЕМА КМ®



Согласно официальной статистике МЧС России, в 2025 году на территории РФ зарегистрировано 317 311 пожаров. Из них 1 784 случая пришлось на производственные объекты. На практике это означает, что каждый день на промышленных предприятиях страны возникает около пяти пожаров.

В большинстве таких происшествий выявляется одна и та же проблема: уже в первые минуты пожара перестают работать системы оповещения, дымоудаления и аварийного освещения. Причина простая: огонь повреждает кабели. Нет питания — нет сигнала тревоги, гаснут указатели эвакуации, люди теряют драгоценное время.

Для промышленных объектов эта ситуация усугубляется масштабами кабельной инфраструктуры: километры силовых и контрольных кабелей, распределительные узлы, щиты управления. Время сохранения работоспособности стандартной кабельной системы при пожаре не превышает 15–30 минут. При этом нормативные требования к системам противопожарной защиты — не менее 90 минут. Это время, необходимое для эвакуации людей и прибытия пожарных подразделений.

В первой половине 2025 года в стране заработало более 200 новых промышленных объектов: от нефтехимических комплексов до фармацевтических производств. Каждый такой объект — сложная техническая среда с большими площадями, высокой пожарной нагрузкой и своей спецификой распространения огня. И на таких объектах до сих пор можно встретить стандартные кабельные решения в системах противопожарной защиты. Дело не в экономии. Дело в том, сработают ли эти системы в реальном пожаре.

Правильное решение — комплексное. Оно заключается в использовании сертифицированных огнестойких

кабельных линий (ОКЛ). Такие линии сохраняют питание и управление в условиях пожара в течение необходимого времени.

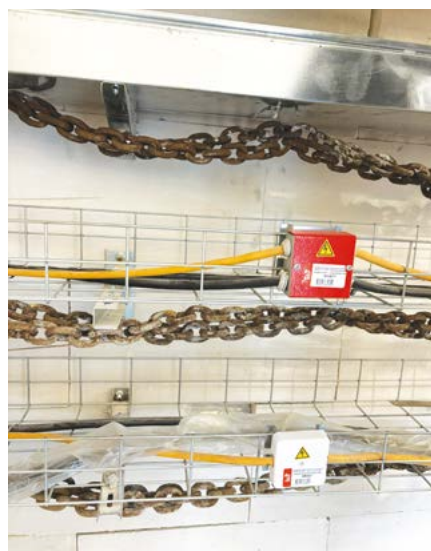
В этой статье рассмотрим ОКЛ как обязательный компонент комплексной противопожарной защиты промышленных объектов на примере оборудования СИСТЕМА КМ®.

Что такое огнестойкая кабельная линия (ОКЛ)?



Согласно Федеральному закону № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», кабельные линии должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения критических функций систем безопасности.

ОКЛ — это не просто кабель с маркировкой FR. Это комплексная инженерная система, состоящая из взаимосвязанных компонентов, каждый из которых должен быть спроектирован, сертифицирован, испытан и смонтирован как единое целое.



Время сохранения работоспособности открытой электропроводки систем противопожарной защиты определяется по ГОСТ Р 53316. Подтверждающий документ — сертификат по результатам испытаний, выданный аккредитованной лабораторией и органом по сертификации.

Обязательные компоненты ОКЛ СИСТЕМА КМ®



Реальную защиту и гарантию работоспособности линии в условиях пожара обеспечивает только совокупность обязательных элементов ОКЛ:

1. Металлические лотки СИСТЕМА КМ® — основа системы. Оцинкованные или нержавеющие лотки (листовые, лестничные, проволочные) сохраняют целостность и несущую способность при высоких температурах до 120 минут.
2. Монтажные опорные системы — металлические стойки, консоли и профили. Предотвращают обрушение трассы при пожаре и обеспечивают интеграцию с другими коммуникациями.
3. СТРАТ-система — усиленные С-образные профили для магистральных трасс и энергообъектов. Отличаются высокой прочностью, устойчивостью к деформациям и быстрой сборкой.
4. Огнестойкие распределительные коробки FIREFORT® — защищают узлы соединений и ответвлений. Корпус из ПВХ с антипиренами или стали. Керамические клеммы со стальными контактами не оплавляются при нагреве, сохраняя цепь до 120 минут.
5. Огнестойкие гофрированные трубы FIREFORT® — безгалогенные из

ПНД или самозатухающие из ПВХ, оснащены зондом для быстрой проверки кабеля.

6. Крепеж и метизы — болты, гайки и анкеры повышенной прочности. Обеспечивают надежность соединений при нагреве и предотвращают обрушение конструкции.

Технико-эксплуатационные характеристики ОКЛ

- Специальное исполнение элементов в горячем цинке или из нержавеющей стали дает усиленную защиту от коррозии и агрессивных сред.
- Конструкции рассчитаны на значительные статические и динамические нагрузки: вес кабелей, вибрации от оборудования.
- Все компоненты системы испытаны как единая система в аккредитованных лабораториях по ГОСТ Р 53316.
- Сохранение свойств в широком диапазоне температур, включая экстремально низкие.
- Модульный принцип и унификация сокращают сроки монтажных работ до 30% по сравнению с подбором комплектующих по отдельности.

Реальные кейсы внедрения ОКЛ СИСТЕМА КМ

Норильская ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2

При модернизации энергообъектов Заплярья специалисты СИСТЕМА КМ разработали и поставили огнестойкие кабеленесущие системы, адаптированные к экстремальному климату региона.

Особенности решения:

— Полная разработка документации и испытания ОКЛ под конкретный объект

— Индивидуальный сертификат ОКЛ с учетом проектных особенностей

— Лотки из стали с горячим цинкованием — коррозионная стойкость на весь срок службы

Результат:

- работоспособность кабельной линии на время, необходимое для эвакуации;
- защита от механических повреждений, коррозии и вибраций;
- исключение перегрева кабелей;
- удобный сервисный доступ для обслуживания и ремонта;
- гарантированный срок службы с учётом нагрузок Крайнего Севера.

Рублёво-Архангельская линия метрополитена

В местах массового скопления людей цена отказа противопожарной защиты особенно высока. Стандартные

распределительные коробки плавятся через 5–10 минут, размыкая цепь. Решение — металлические огнестойкие коробки FIREFORT®.

Что дает их применение:

- Огнестойкость в составе ОКЛ до 120 минут — керамические клеммы и стальные контакты сохраняют цепь по ГОСТ Р 53316;
- Защита IP65 — корпус герметичен против пыли и воды;
- Стальной корпус с порошковым покрытием не горит и не распространяет пламя;
- Пожарный сертификат подтверждает соответствие нормам;
- Универсальный монтаж на стандартном крепеже для простой интеграции в любую систему.

Итог: герметичное, безопасное и надежное соединение на сложнейшем инфраструктурном объекте Москвы.

Комплексный подход СИСТЕМА КМ

Решения СИСТЕМА КМ на основе металлических лотков и огнестойких компонентов подходят для объектов с особыми условиями эксплуатации: АЭС и ТЭС, нефтегазовые комплексы, транспортная инфраструктура, места массового пребывания людей.

Компания имеет более 15 сертификатов с ведущими кабельными заводами, производящими огнестойкие кабели всех основных назначений. Разработано много вариантов крепления: к сэндвич-панелям, дереву, гипсокартону, металлическому тросу, а также к бетону с помощью монтажного пистолета. Это сокращает время монтажа кабельной линии. Огнестойкие монтажные коробки FIREFORT® позволяют создать систему со степенью защиты от IP41 до IP65 и выполнить необходимые соединения.

Для ускорения работы проектировщиков огнестойких кабельных линий разработан комплекс сервисных инструментов, позволяющих подобрать сертифицированную конфигурацию ОКЛ и интегрировать её на всех этапах — от расчета до монтажа.

Инструменты для автоматизации процесса разработки проекта:

- Калькулятор подбора сертификатов ОКЛ
- ПО для проектировщиков: библиотеки динамических блоков, базы данных, BIM-модели
- Электронные чертежи в формате DWG с готовыми шаблонами
- Технические регламенты и инструкции по монтажу

Подробнее ознакомиться с ассортиментом огнестойких решений СИСТЕМА КМ® можно на сайте km1.ru. Все сервисы для проектирования доступны в разделе «Тех.поддержка».



Почему ОКЛ СИСТЕМА КМ гарантируют работоспособность при пожаре?

1. Системный подход. Гарантию даёт только совокупность правильно подобранных и смонтированных элементов, испытанных как единая система.

2. Испытания по ГОСТ в аккредитованной лаборатории. Это позволяет выпускать индивидуальные сертификаты ОКЛ под конкретный проект — с учетом климата, нагрузок, способов прокладки и даже нестандартных узлов.

3. Всё от одного производителя. Лотки, огнестойкие комплектующие, крепеж — полный набор элементов без необходимости дособирать недостающее у других поставщиков.

Если готового решения нет, команда СИСТЕМА КМ® проведет специализированные испытания, оформит сертификат по ГОСТ Р 53316 и возьмёт на себя полный цикл: от подбора компонентов совместно с производителем кабеля до разработки технического решения и получения документа.

Выбирая ОКЛ СИСТЕМА КМ®, вы получаете готовое решение для защиты жизни людей и сохранности критической инфраструктуры.



МО, Красногорск, пгт Нахабино,
пер. Вокзальный, д. 6а
8 (800) 300 68 23 | km1.ru

ОГНЕСТОЙКИЕ ПРОДУКТЫ СЕРИИ FIREFORT®

НАДЁЖНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ОБЪЕКТАХ ЛЮБОГО НАЗНАЧЕНИЯ

- Огнестойкость материалов:
от 60 до 240 минут
- Усиленная стойкость к коррозии
и агрессивным средам
- Предотвращают распространение
дыма и огня
- Сертифицированные компоненты
для ОКЛ
- Большой выбор типоразмеров



📍 ДОСТАВКА ПО ВСЕЙ РОССИИ
☎ 8800 300 68 23
🌐 KM1.RU



ПРОДУКТЫ
СЕРТИФИЦИРОВАННЫ
В СОСТАВЕ ОКЛ



Защита кабеля от повреждений, влаги и пыли



Заполнение пустот и деформационных швов



Огнезащита кабельных и инженерных
проходов через перекрытия

**FIREFORT® КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА
КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ
КОММУНИКАЦИЙ ОТ ОГНЯ**

Глаза электротехники: как датчики меняют управление электросистемами

■ Андрей Метельников

Почему сенсоры стали отдельной отраслью

Двадцать лет назад слово «датчик» в электротехнике означало вполне конкретную вещь — кусок металла или керамики, подключенный двумя проводами к какому-нибудь прибору, который снимал с него сигнал и показывал стрелкой на циферблате. Биметаллическая пластина в реле защиты двигателя. Платиновый резистор в шкафу подстанции. Поплавков в баке для измерения уровня масла трансформатора. Простые механические, тепловые, электромагнитные принципы. Дешево, надежно, понятно.

К 2026 году датчик в электротехнике — это совершенно другая категория устройств. Микроэлектромеханическая система размером с рисовое зерно, способная одновременно измерять ускорение по трем осям, температуру и магнитное поле, с собственным микропроцессором, беспроводной связью и автономной батареей на десять лет. Распределенный волоконно-оптический датчик длиной 50 километров, который превращает каждый сантиметр обычного телекоммуникационного кабеля в точку измерения температуры. Электронный счетчик электроэнергии, который в реальном времени снимает 4096 отсчетов в секунду с каждой фазы, считает гармоники до 50-го порядка и передает это через NB-IoT в облако сетевой компании.

Сенсорные технологии перестали быть служебной функцией электротехники. Они стали отдельной индустрией, отдельным языком и, что важнее всего, новой философией управления электросистемами. Раньше энергетический объект работал по принципу «эксплуатируем до отказа, потом ремонтируем». Сейчас — «непрерывно мониторим, прогнозируем отказы, вмешиваемся до того, как что-то сломается». И эта смена парадигмы возможна только за счет массового внедрения сенсоров — на каждом узле, на каждом подшипнике, на каждой обмотке, на каждом контакте.

В этом обзоре — попытка собрать в одну картину состояние сенсорных технологий в электротехнике на май 2026 года. Какие физические принципы

стали определяющими, какие производители доминируют, что закрыто российским импортозамещением, а что нет, и куда сдвигается рынок на горизонте 2027–2030 годов.

Цифры рынка: масштаб, который определяет всё

Чтобы понять масштаб происходящего, начну с базовых рыночных цифр.

Мировой рынок промышленных датчиков по оценкам Spherical Insights и Mordor Intelligence в 2025 году составил около 22–24 млрд долларов, к 2030 году прогнозируется рост до 40 млрд долларов при среднегодовом темпе CAGR 9,2%. Это один из самых быстрорастущих сегментов мировой электроники — быстрее, чем общая электроника, быстрее, чем рынок процессоров, быстрее, чем рынок дисплеев.

Внутри этого рынка сегмент МЭМС-датчиков (микроэлектромеханические системы) — около 17–18 млрд долларов в 2025 году. МЭМС-датчики давления отдельно — 2,4 млрд долларов с устойчивым ростом 7–8% годовых. МЭМС-инерциальные датчики (акселерометры, гироскопы) — около 7 млрд долларов, и темп их роста особенно высок благодаря лавинному распростра-

нению в смартфонах, носимых устройствах, автономных машинах, дронах.

Российский рынок промышленных датчиков, по оценкам отраслевых аналитиков, в 2025 году составил порядка 65–80 млрд рублей, с прогнозом роста на 12–15% в 2026 году. Цифра, которая отдельно может показаться скромной, но в контексте общего технологического запроса со стороны промышленности, ЖКХ, энергетики и транспорта — это значимый сегмент.

Сегмент российского промышленного интернета вещей (IIoT) — около 144,5 млрд рублей в 2025 году с прогнозом роста до 188,9 млрд рублей к 2026 году, по оценкам HireHi и аналогичным источникам. Сегмент NB-IoT (узкополосного интернета вещей, ключевой технологии для дешевых распределенных сенсорных сетей) — рост с 1,1 млрд рублей в 2023-м до 6,3 млрд рублей в 2026-м. Темпы — кратные, и это редкое явление для российского технологического рынка.

В отдельных направлениях электротехники картина еще более выраженная. Рынок «умных» счетчиков электроэнергии в России — несколько миллионов устройств в год, к 2030 году доля интеллектуальных счетчиков в общем парке должна превысить 80%. Рынок предиктивного обслуживания



электрооборудования растет двузначными темпами уже четвертый год подряд. Сегмент решений на базе edge computing для энергетики — с десятков до сотен миллионов рублей в год.

Всё это формирует следующий тезис: сенсорные технологии больше не категория компонентов, которые покупает инженер-проектировщик в каталоге. Это самостоятельная техническая дисциплина с собственными производителями, исследовательскими центрами, протоколами обмена данными, программными платформами и кадровым рынком.

Физические принципы: что стало основой современных датчиков

Прежде чем переходить к рынку и приложениям, нужно понимать, на каких физических принципах построены датчики, которые сегодня определяют направление развития электротехники.

Эффект Холла. Открыт в 1879 году, но в массовое производство как сенсорная технология вошел в 1980-х. Принцип: при пропускании тока через тонкую полупроводниковую пластину в магнитном поле возникает поперечное напряжение, пропорциональное величине поля. Современные интегральные датчики Холла — это сложные микросхемы, в которые встроены сам сенсорный элемент, аналоговый интерфейс, цифровая обработка, иногда — даже температурная компенсация и микропроцессор. Применение: датчики тока (бесконтактное измерение силы тока через измерение магнитного поля вокруг проводника), датчики углового положения, датчики приближения, бесщеточные двигатели.

Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Технология, в которой механические элементы (мембраны,

Сенсорные технологии перестали быть служебной функцией электротехники

балки, гребенки, маятники) изготавливаются методами полупроводниковой литографии на кремниевой подложке. Размеры — от единиц до сотен микрон. На основе МЭМС делают акселерометры (по принципу пьезорезистивного или емкостного измерения смещения подвижной массы), гироскопы (по эффекту Кориолиса для вращающейся системы), датчики давления, микрофоны, оптические переключатели, сканирующие микрзеркала. Главное преимущество — массовое производство по полупроводниковым технологиям, что снижает себестоимость на порядки и позволяет встраивать датчики в каждое устройство.

Катушки Роговского. Тип трансформатора тока без ферромагнитного сердечника, в котором обмотка образует тонкий гибкий пояс, охватывающий измеряемый проводник. Принцип: ЭДС, наводимая в обмотке, пропорциональна производной тока по времени; для получения значения тока сигнал интегрируют электронным интегратором. Преимущества перед классическими ТТ: отсутствие насыщения сердечника, малая собственная индуктивность, линейность во всем диапазоне измерения, возможность измерять токи от единиц ампер до сотен килоампер одной и той же катушкой, гибкость монтажа на действующем оборудова-

нии. Применение: учет электроэнергии в распределительных сетях, релейная защита, измерение импульсных токов короткого замыкания.

Волоконно-оптические датчики. Технология, в которой измерительным элементом является само оптоволокно. Внутри волокна меняются интенсивность, длина волны, фаза или поляризация света в зависимости от внешних воздействий — температуры, деформации, магнитного поля, тока. На основе оптоволокон строят: распределенные датчики температуры (DTS — Distributed Temperature Sensing), способные измерять температуру в каждой точке по длине волокна на расстояниях до 50–80 километров; распределенные датчики деформации и акустики (DAS — Distributed Acoustic Sensing); датчики тока на основе эффекта Фарадея, в которых ток измеряется по вращению плоскости поляризации света; точечные датчики на основе волоконных брэгговских решеток.

Резистивные и пьезорезистивные датчики. Изменение электрического сопротивления чувствительного элемента под воздействием физической величины — температуры (термосопротивления Pt100, Pt1000, термисторы), деформации (тензодатчики), давления, влажности. Классическая, отработанная технология, остающаяся основной для большинства промышленных применений.

Термоэлектрические датчики (термопары). Эффект Зеебека: при разности температур между двумя соединениями разнородных металлов возникает термоЭДС. Простейшая и надежная технология для измерения высоких температур (до 1700 °С и выше), широко применяется в энергетическом машиностроении, металлургии, сжигающих устройствах.

Ёмкостные датчики. Изменение электрической емкости конденсатора при изменении расстояния между обкладками, площади перекрытия или диэлектрической проницаемости среды. Основа сенсорных экранов, многих МЭМС-устройств, датчиков уровня и приближения.

Радарные mmWave-сенсоры. Миллиметровые радары — относи-



тельно новая технология для гражданского применения. Излучают слабый радиосигнал в диапазоне 60 или 77 ГГц и анализируют отраженный сигнал. Способны фиксировать не только перемещение, но и микродвижения (дыхание, сердцебиение), что критически важно для современных систем умного дома и присутствия. К 2026 году mmWave-датчики начали массово вытеснять классические PIR-датчики движения в премиальных решениях.

Электрохимические датчики. Используются для измерения концентрации газов, ионов, кислотности (рН) среды. Принцип основан на электрохимических реакциях на чувствительном электроде, который формирует электрический сигнал, пропорциональный концентрации измеряемого компонента.

Оптические и инфракрасные датчики. Для измерения освещенности, температуры (пирометры), концентрации газов (по спектру поглощения), наличия дыма (фотоэлектрические извещатели), идентификации объектов (камеры машинного зрения).

Каждая из этих физических основ — отдельная глубокая дисциплина с десятилетиями развития. И сегодня в любом серьезном электротехническом проекте используется одновременно по четыре-шесть разных физических принципов измерения, объединенных в единые системы.

Учет электроэнергии: от механического счетчика к интеллектуальной системе

Самый массовый сенсор в электротехнике — это счетчик электроэнергии. И именно в этом сегменте произошла, пожалуй, самая глубокая технологическая революция последних двадцати лет.

Классический индукционный счетчик, разработанный еще в начале XX века, работал на принципе вращающегося алюминиевого диска под действием магнитного поля от обмоток тока и напряжения. Простая электромагнитная конструкция, без электроники, работающая десятилетиями. Один параметр — общее потребление энергии. Снятие показаний — визуально, человеком.

Сегодня типичный «умный» счетчик электроэнергии — это сложное цифровое устройство, в котором функция измерения — лишь одна из многих. По данным производителей («Энергомера», «Тайпит-ИП», «Меркурий», «Инкотекс», НПО «МИР», «Пульсар», «Квант»), современный счетчик умеет:

— Измерять активную и реактивную энергию в обоих направлениях по нескольким тарифным зонам (1–4);

— Фиксировать качество электроэнергии — отклонения напряжения, частоты, симметрию фаз, гармоники;

— Хранить детальную историю потребления и событий за длительный срок (от одного года до пяти лет);

— Дистанционно отключать потребителя при превышении лимита или невыплате;

— Передавать данные по нескольким каналам связи — RS-485, PLC (по силовой линии), радиоканалу 433/868 МГц, GSM/GPRS, NB-IoT, LoRaWAN;

— Работать в составе АИИС КУЭ (Автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии) или АСКУЭ.

С 1 июля 2020 года в России по ФЗ № 522-ФЗ устанавливать интеллектуальные счётчики в МКД обязаны застройщики (для новостроек) и энерго-сбытовые компании (для действующего жилого фонда). К 2026 году в новых жилых комплексах в крупных городах России 100% приборов учета — интеллектуальные, в действующем фонде темп замены растет, но всё еще не покрывает потребности.

Принципиальное технологическое отличие современного учета — переход от дискретного снятия показаний к непрерывному мониторингу качества электроэнергии. Современный счетчик класса точности 0,5S снимает мгновенные значения тока и напряжения с частотой несколько килогерц на каждую фазу, рассчитывает действующие значения, активную и реактивную мощность, коэффициент мощности, гармоники до 50-го порядка. Это уже не просто учет, а полноценный мониторинг сети.

Для проектировщика и эксплуатанта это означает, что распределительная электросеть здания, района, города превращается в наблюдаемую систему.

Аварии и аномалии видны в реальном времени, локализуются с точностью до конкретного фидера, в идеале — до конкретного потребителя. Сетевая компания может оптимизировать режимы, балансировать нагрузку между фазами, выявлять хищения электроэнергии, прогнозировать перегрузки.

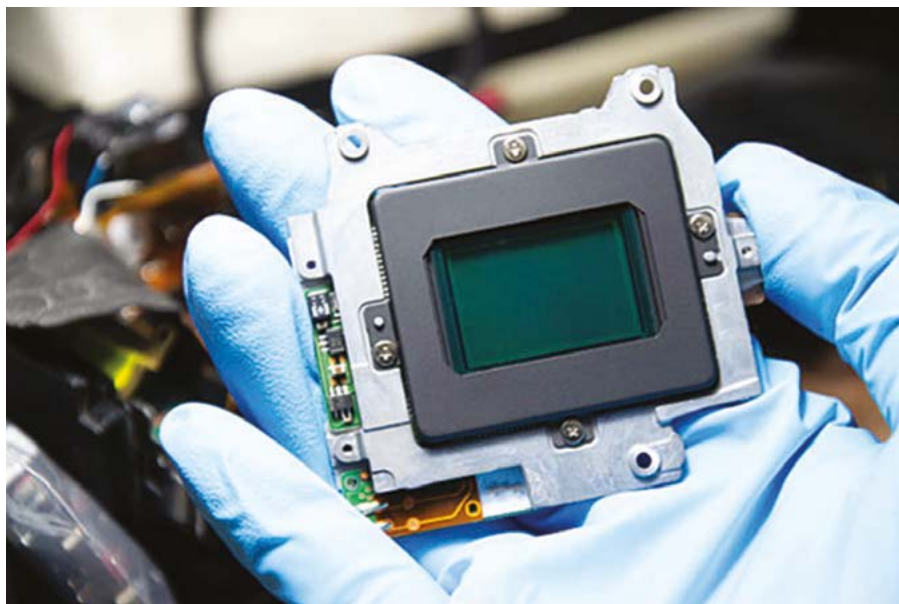
Российские производители доминируют в массовом сегменте однофазных и трехфазных бытовых счетчиков. В премиальном промышленном сегменте по-прежнему присутствуют импортные позиции — Iskra, ZIV, Itron, Landis+Gyr через параллельный импорт, китайские бренды Hexing, Holley, Sanxing.

Отдельная тема — высоковольтные счетчики для подстанций 6–35 кВ и выше. Здесь измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН) являются неотъемлемой частью сенсорной системы. Современные ТТ на катушках Роговского постепенно вытесняют классические индукционные ТТ — благодаря компактности, отсутствию насыщения и линейности в широком диапазоне токов.

Цифровая подстанция: МЭК 61850 как новая парадигма

Если на уровне распределительной сети сенсорная революция уже произошла, то на уровне магистральных и распределительных подстанций она в самом разгаре.

Концепция цифровой подстанции (ЦПС) появилась в начале 2000-х годов и закрепилась в международном стандарте МЭК 61850 (IEC 61850), который описывает архитектуру обмена данными между электронными устройствами подстанций. Суть в следующем. Раньше каждое реле, каждый прибор, каждое



УЗО, каждый счетчик подключались к измерительным трансформаторам аналоговыми проводными линиями. На крупной подстанции — десятки километров медной проводки, тысячи клеммных соединений, сложнейшие схемы согласования.

В цифровой подстанции эти аналоговые цепи заменяются цифровыми. На входе стоят так называемые сливающие модули (Merging Units), которые оцифровывают сигналы измерительных трансформаторов и передают потоки выборок (Sampled Values) по Ethernet всем потребителям этой информации — устройствам релейной защиты и автоматики (РЗА), счетчикам, регистраторам аварий, АСУ ТП. Управляющие сигналы передаются по тому же Ethernet протоколом GOOSE (Generic Object Oriented Substation Events).

Что это дает? Радикальное уменьшение объема медной проводки. Возможность гибкого изменения логики работы без перерезки кабелей. Высокую точность временной синхронизации (по протоколу IEEE 1588 PTP). Самодиагностику всей системы. Унификацию интерфейсов между оборудованием разных производителей.

Российский рынок цифровых подстанций активно развивается с середины 2010-х годов. Крупнейшие проекты — на объектах «Россетей», особенно в МЭС Центра и МЭС Урала. Активные российские разработчики: «Релематика» (Чебоксары, входит в группу «Россети»), «ЭКРА» (Чебоксары), «РТ-Софт» (Москва, входит в группу «РУС-ЭЛПРОМ»), «Радиус Автоматика», «ИНБРЭС», «ПАРМА» (Санкт-Петербург), «ЭМ-Релейная Защита и Автоматика», «Тавернас», «Прософт-Системы», «Энергомашвин». Производство микропроцессорных терминалов РЗА серий «Бреслер», «Сириус», «АГАТ», «Алтей» — в подавляющем большинстве отечественное.

После 2022 года, когда крупные международные игроки (Siemens, ABB, Schneider Electric, Hitachi Energy, GE Grid) либо полностью ушли с российского рынка, либо существенно сократили присутствие, рынок цифровых подстанций столкнулся с задачей замещения. К 2026 году отечественные производители закрывают практически весь номенклатурный ряд для уровней напряжения 6, 10, 35, 110 и 220 кВ. Для уровней 330–750 кВ остаются некоторые позиции, требующие либо параллельного импорта, либо китайских аналогов (NR Electric, Sieyuan, Pinggao).

Сенсорная сторона цифровой подстанции — это:

— Цифровые трансформаторы тока и напряжения (на катушках Роговского, оптические, на эффекте Фарадея, ёмкостные);

— Распределенные датчики температуры (DTS) для контроля термического режима силовых трансформаторов и кабельных вводов;

— Датчики частичных разрядов для диагностики состояния изоляции;

— Датчики вибрации и акустической эмиссии для предиктивного обслуживания;

— Газовые датчики для систем газовой защиты трансформаторов (контроль состояния изоляционного масла, обнаружение водорода и других газов растворения).

Каждая из этих сенсорных систем работает в режиме непрерывного мониторинга и интегрируется в общую систему управления подстанцией.

Релейная защита и автоматика: микропроцессорный стандарт

Релейная защита (РЗА) — старейшая дисциплина электроэнергетики, в которой сенсорная революция произошла, пожалуй, наиболее радикально. Если 30 лет назад типовое реле защиты было электромеханическим (с подвижными контактами, пружинами, ферромагнитным сердечником), то сегодня это микропроцессорное устройство, в котором сама логика защиты — программная.

Переход на микропроцессорную РЗА в России начался в 1990-х, к 2010-м стал нормой для новых объектов и реконструкций, к 2026 году доля микропроцессорных терминалов в общей парке защит уже превысила 70% и продолжает расти.

Преимущества микропроцессорной РЗА с точки зрения сенсоров:

— Одно устройство выполняет десятки функций (МТЗ, ТО, дистанционная защита, дифференциальная, АПВ, АВР, регистратор аварий, осциллограф);

— Гибкая настройка уставок без замены оборудования;

— Самодиагностика — устройство постоянно проверяет собственную работоспособность и сигнализирует о проблемах;

— Регистрация всех событий и аварий с высоким разрешением (выборки 4–32 кГц);

— Интеграция в АСУ ТП и системы верхнего уровня;

— Удаленный доступ для настройки, мониторинга, обновления прошивок.

Главные производители микропроцессорных терминалов РЗА на российском рынке: «Релематика» (серии TOP 200, TOP 300, БМРЗ), «ЭКРА» (серия БЭ), «РадиусАвтоматика» (серия Си-

риус), «РТСофт», «ИНБРЭС», «ПАРМА» (Санкт-Петербург — серии АГАТ, А-30, А-40), «ИЦ Бреслер». В премиальном сегменте 220 кВ и выше остаются позиции иностранных производителей через параллельный импорт.

Сенсорная сторона современного РЗА — это в первую очередь работа с цифровыми потоками данных от измерительных трансформаторов. На цифровой подстанции терминал РЗА получает Sampled Values от сливающего модуля, обрабатывает данные в реальном времени (типичный цикл — 1–4 мс), принимает решение о наличии или отсутствии повреждения, передает GOOSE-команду на отключение выключателя. Время от возникновения короткого замыкания до отключения — десятки микросекунд, в современных терминалах — менее 25 мс.

Датчики тока и напряжения: новое поколение для электроники мощности

Отдельный быстрорастущий сегмент — датчики тока для силовой электроники. Это область, в которой за последние 10–15 лет произошла полная замена технологий.

Раньше для измерения тока в инверторах, частотных преобразователях, преобразователях постоянного тока, импульсных источниках питания использовались либо классические трансформаторы тока (для переменного тока), либо токовые шунты с гальванически изолированным усилителем (для постоянного и переменного). У каждой технологии — свои ограничения. Трансформатор тока имеет нижнюю границу частоты и не измеряет постоянный ток. Шунт греется на больших токах и создает потери.

Современный стандарт для силовой электроники — датчики тока на эффекте Холла в исполнении flip-chip, такие как ACS712 и аналогичные от Allegro Microsystems, LEM, TI, Vishay. В одном корпусе SO-8 или SOIC-8 объединены: датчик Холла, медный проводник на 5–200 А с очень низким сопротивлением (менее 1 мОм), аналоговый сигнальный тракт, температурная компенсация, в премиальных моделях — цифровой интерфейс SPI или I2C. Гальваническая изоляция до 3600 В rms за 60 секунд. Универсальность — один датчик измеряет постоянный, переменный, импульсный ток. Возможность работы в широком температурном диапазоне.

Эти датчики стали неотъемлемой частью каждого современного ча-

стотного преобразователя, инвертора фотовольтаической системы, зарядной станции электромобиля, источника бесперебойного питания, импульсного блока питания мощностью свыше 100 Вт.

Параллельно развивается и отечественное производство. Российский производитель НПО «Горизонт Плюс» (Москва) выпускает серийные датчики тока на эффекте Холла и катушках Роговского, преобразователи измерения напряжения серии ПИН, внесенные в Госреестр СИ. Производятся датчики для измерения постоянного, переменного и импульсного токов в диапазонах от единиц до десятков килоампер.

Российский МЭМС-производитель НИИФИ (Пенза) разрабатывает и производит микромеханические модули датчиков давления, акселерометров, гироскопов. Компания «Совтест АТЕ» предлагает МЭМС-акселерометры с диапазонами измерений до ± 15 g и ± 30 g, гироскопы с диапазонами до $\pm 499^\circ/\text{с}$. Это решения для специальных применений — авиация, оборонная промышленность, точная робототехника, специализированные системы вибродиагностики.

«Висом» — отечественный производитель датчиков ускорения и вибропреобразователей серии ДМ, внесенных в Госреестр средств измерений.

В то же время массовый коммерческий сегмент МЭМС-датчиков в России почти полностью покрывается импортом из Bosch Sensortec, Murata, ST Microelectronics, Goertek, Amphenol Advanced Sensors, Honeywell, Sensata, теперь — с большим участием китайских игроков (Senodia, Suzhou XYW).

Предиктивное обслуживание: где сенсорика становится экономикой

Если выделить одну сферу, где сенсорные технологии создают самый прямой и измеримый экономический эффект, это предиктивное обслуживание (Predictive Maintenance, PdM) электрооборудования.

Логика проста. Раньше энергетический объект обслуживался по одному из двух подходов: либо по факту отказа («сломалось — ремонтируем»), либо по регламенту («каждые N часов наработки — ТО независимо от состояния»). Оба подхода неэффективны. Первый ведет к незапланированным простоям, аварийным ремонтам, потере оборудования. Второй — к избыточным затратам, лишним остановкам, преждевременной замене работающих узлов.

Предиктивное обслуживание — третий путь. На оборудование устанавливаются сенсоры, непрерывно измеряющие ключевые параметры: вибрацию, температуру, ток, напряжение, гармоники, частичные разряды, шум, состав масла. Данные передаются на edge-устройство или в облако, где их обрабатывают алгоритмы машинного обучения. Модели обнаруживают тренды и аномалии, которые предвещают будущий отказ — задолго до того, как этот отказ произойдет. Регламент обслуживания становится адаптивным: оборудование останавливают именно тогда, когда состояние действительно требует вмешательства.

Экономический эффект на промышленных объектах — впечатляющий. Кейсы, описанные в специализированных источниках:

— На нефтехимическом предприятии с компрессором 45 кВт, работаю-

щим 24/7, установка датчиков вибрации на критичные подшипники позволила предсказывать износ за две-три недели до отказа. Экономия — около 1,8 млн рублей в год только на одном агрегате (избежание аварийного простоя плюс замена подшипника по плану, а не по факту).

— На бумажных фабриках предиктивное обслуживание прокатных систем позволило увеличить выпуск на 5–8% за счет сокращения внеплановых остановок.

— В лифтовом хозяйстве крупных бизнес-центров мониторинг состояния приводных систем снизил аварийные отключения на 60–70% и продлил межремонтные интервалы.

— На трубопроводах магистрального транспорта распределенные акустические датчики (DAS) на основе волоконно-оптических кабелей позволяют локализовать утечки за минуты, тогда



как при классическом обходе линий процесс занимал часы и дни.

Технологически предиктивное обслуживание в 2026 году опирается на следующие сенсорные технологии:

Вибродиагностика. Главный метод для электродвигателей, насосов, вентиляторов, компрессоров, всего вращающегося оборудования. Современный пьезоэлектрический или МЭМС-акселерометр измеряет вибрацию по трем осям с частотой выборки 10–25 кГц. Анализ спектра вибрации (FFT) выявляет дисбаланс ротора, износ подшипников, перекос валов, проблемы с фундаментом, кавитацию в насосах.

Термография и тепловизионный мониторинг. Сетевые тепловизионные камеры, установленные в электрощитах, серверных, машинных залах, в реальном времени отслеживают температурное поле оборудования. Локальный перегрев — индикатор плохого контакта в шине, износа подшипника, перегрузки фидера. Современные системы автоматически обнаруживают горячие точки и формируют тревоги.

Мониторинг электрических параметров. Гармоники, симметрия фаз, провалы напряжения, переходные процессы. Каждая аномалия — потенциальный диагностический признак. Например, рост гармоник тока в обмотке двигателя — признак начинающегося межвиткового замыкания.

Мониторинг частичных разрядов. Для высоковольтного оборудования (трансформаторы, КРУ, кабели 35 кВ и выше) частичные разряды в изоляции — главный предвестник пробоя.

УВЧ-датчики, акустические датчики, емкостные датчики позволяют обнаруживать частичные разряды задолго до их перерастания в короткое замыкание.

Газовая хроматография в трансформаторном масле. Online-мониторинг состава растворенных газов — водорода, метана, этилена, ацетилена — позволяет диагностировать развивающиеся дефекты внутри силового трансформатора, не вскрывая его.

Состав изоляционного масла. Содержание влаги, кислотного числа, диэлектрические потери. Сенсоры устанавливаются непосредственно в маслопровод и непрерывно передают данные.

Edge computing и IoT: где данные обрабатываются

Один из ключевых технологических сдвигов последних пяти лет — изменение архитектуры обработки сенсорных данных. Раньше типичная схема выглядела так: датчик → проводная линия → ПЛК → SCADA-сервер → центральная база данных. Все вычисления — в ядре системы, на верхнем уровне.

К 2026 году эта модель уже не работает. Объемы данных, генерируемых современными сенсорными сетями, таковы, что передавать всё в облако или центральный сервер — нерационально по нескольким причинам. Слишком большой объем трафика. Слишком высокая задержка для критических управляющих воздействий. Зависимость от связи. Высокая стоимость хранения.

Решение — edge computing, или граничные вычисления. Часть обработки данных переносится на устройства, расположенные физически близко

к источникам данных. По разным оценкам, к 2025 году 75% всех данных IoT уже создавалось и обрабатывалось вне центральных дата-центров — на границе сети.

Технически современный edge-узел в энергетике — это:

- Микропроцессорный терминал РЗА (выполняет защитные функции в реальном времени, цикл 1–4 мс);
- Концентратор данных АСКУЭ (агрегирует данные от десятков и сотен счетчиков);
- Сенсорный шлюз IIoT (принимает данные от датчиков по различным протоколам, делает первичную обработку, передает в облако только агрегированные значения и аномалии);
- Контроллер цифровой подстанции (выполняет логику ССПИ, передает данные в АСУ ТП);
- Встроенные edge-вычислительные модули в современных контроллерах автоматизации.

Российский рынок промышленных edge-устройств активно развивается. Главные игроки: ОВЕН (программируемые логические контроллеры серий ПЛК110, ПЛК160, ПЛК210, СПК — сенсорные панельные контроллеры со встроенной обработкой), КонтрАвт (Нижний Новгород), Прософт-Системы (Екатеринбург), «Профсектор», «Эра-1», «Реалтайм», «Системы реального времени». Российские ПЛК ОВЕН ПЛК210 включены в Реестр Минпромторга России и используются как стандартное оборудование на объектах ЖКХ, инженерных систем зданий, малой и средней автоматизации.

Параллельно растет сегмент промышленных edge-серверов с поддержкой контейнеризации (k3s, micro-k8s), что позволяет развертывать сложные приложения предиктивной аналитики прямо на границе сети. К 2026 году такие архитектуры почти стандартизировались для крупных промышленных объектов.

Беспроводные технологии передачи сенсорных данных стали отдельной критической дисциплиной. Основные стандарты:

— **NB-IoT (Narrowband IoT)** — узкополосный мобильный стандарт для дальней связи маломощных устройств. Радиус действия — единицы километров, скорость — десятки килобит в секунду, потребление настолько низкое, что батарея работает 5–10 лет. Применение: «умные» счетчики, удаленные датчики на ЛЭП и подстанциях, датчики в ЖКХ.

— **LoRaWAN** — открытый стандарт дальнедействующей связи в нелицензируемых диапазонах. Аналогичен NB-IoT по применению, не требует мобильного оператора.



Переход на микропроцессорную РЗА в России

начался в 1990-х

— **Zigbee** — сетевая радиотехнология ближнего радиуса (десятки метров) с mesh-топологией. Главный стандарт для устройств умного дома, локальных сенсорных сетей в зданиях.

— **Wi-Fi** (включая Wi-Fi HaLow на 900 МГц) — широко используется для устройств средней сложности.

— **Bluetooth Low Energy (BLE)** и **BLE Mesh** — для очень близкого взаимодействия и носимых устройств.

— **Thread и Matter** — следующее поколение стандартов умного дома, обеспечивающее интероперабельность устройств разных производителей.

— **5G-RedCap, 5G Industrial** — индустриальные модификации 5G для широкополосной передачи в промышленной среде, медленно входят в эксплуатацию.

Умный дом: сенсоры в каждой комнате

Если в промышленной сфере сенсорная революция идет около 15 лет, то в жилом сегменте она в самом разгаре именно сейчас. По данным Domu.ai на 2025–2026 годы, шесть из десяти жителей многоэтажек в России используют хотя бы одно устройство категории «умный дом». По данным ВЦИОМ, среди молодых пользователей одобрение этой категории технологий достигает 77%.

Типичный набор сенсоров в современной квартире класса «комфорт» с минимальной автоматизацией:

— Датчики движения (PIR — пирозлектрические инфракрасные) — для управления освещением в коридорах, санузлах, подъездах, кладовых;

— Датчики присутствия (mmWave-радарные) — следующее поколение, отличающие реальное присутствие от случайного движения, работающее даже когда человек неподвижен;

— Датчики освещенности — для автоматической регулировки яркости искусственного света в зависимости от естественного;

— Датчики температуры и влажности — для систем климат-контроля;

— Датчики качества воздуха (CO₂, летучие органические соединения, мел-

кие частицы PM2.5) — для управления приточной вентиляцией;

— Датчики дыма и угарного газа — обязательные элементы пожарной безопасности;

— Датчики протечки воды — устанавливаются в санузлах, на кухне, в зонах под стиральными машинами и посудомоечными машинами; срабатывание триггерует автоматическое перекрытие воды через моторизованный шаровый кран;

— Датчики открытия дверей и окон — охранные функции и интеграция с климат-контролем (выключение отопления при открытом окне);

— Камеры видеонаблюдения с функциями распознавания.

Главный технологический сдвиг последних двух лет — переход на mmWave-радары вместо классических PIR-датчиков движения. PIR-датчик реагирует только на тепловой контраст между движущимся объектом и фоном. Если человек сидит неподвижно (читает, спит, работает за компьютером), для PIR его не существует — свет погаснет. Радар миллиметрового диапазона видит микродвижения (дыхание, сердцебиение), поэтому фиксирует реальное присутствие. Это меняет философию автоматизации: свет действительно горит, пока в комнате есть человек, а не когда он перемещается.

Стандарт Matter, разработанный Connectivity Standards Alliance и поддерживаемый Apple, Google, Amazon, Samsung, постепенно становится отраслевым в умном доме. Главное преимущество Matter — совместимость устройств разных производителей в единой сети поверх Wi-Fi и Thread. К 2026 году поддержка Matter — обязательное требование в спецификациях современного оборудования умного дома.

Российский рынок устройств умного дома сложился из нескольких сегментов. Массовые потребительские бренды — «Яндекс» (через колонки и устройства экосистемы «Алиса»), «Сбер» (платформа «Сбер»), «Эра», ROXIMO, Aqara, Xiaomi. Профессиональные системы для премиальной недвижимости — KNX, Crestron, Lutron,

Control4 (через дистрибьюторов и параллельный импорт). Локализованные российские решения для МКД — ЕКФ (собственная линейка устройств с шоу-румом), отдельные продукты «Спутник», «ОВЕН» с применением в инженерных системах зданий.

Сенсорная начинка отечественных устройств — в подавляющем большинстве китайская (Honeywell, ESP, Espressif, Realtek, Tuya, BroadLink), модули собираются в России с локальной прошивкой и интеграцией в российские облачные платформы.

Здания и инженерные системы: BMS и сенсорная сеть

В коммерческих и общественных зданиях сенсорики — это не отдельные устройства умного дома, а часть единой Building Management System (BMS) или СМИ (Системы мониторинга и управления инженерным оборудованием). К 2026 году BMS — стандартный элемент любого современного бизнес-центра класса А, торгового центра, гостиницы, премиального жилого комплекса.

Что входит в типовую BMS с точки зрения сенсорики:

— Датчики температуры (тысячи единиц на крупном объекте) — в зонах, в каналах вентиляции, в трубопроводах, на оборудовании;

— Датчики влажности — для систем климат-контроля и зон с особыми требованиями (серверные, склады, музеи);

— Датчики качества воздуха — CO₂, ЛОС, мелкие частицы;

— Датчики давления — в воздуховодах, гидравлических контурах, на насосных группах;

— Датчики расхода — для учета тепла, холода, воды по контурам;

— Датчики уровня — в резервуарах, баках, емкостях;

— Датчики дыма и пожарной автоматики — отдельная категория с собственной нормативной базой;

— Датчики движения и присутствия — для управления освещением, климатом, безопасностью;

— Видеокамеры с компьютерным зрением — для безопасности и аналитики потоков;

— Электрические датчики — счетчики на отдельные потребители, мониторинг качества питания, ток в фидерах.

Современный бизнес-центр класса А с площадью 50–80 тыс. м² — это до 10–15 тысяч сенсорных точек, объединенных в единую сеть. Платформы BMS — российская Lerex, международные Honeywell EBI, Siemens Desigo, Johnson Controls Metasys, Schneider

EcoStruxure (через параллельный импорт), китайский Echelon, открытые решения на базе Niagara Framework.

Протоколы передачи данных в BMS — наследие десятилетий: BACnet, Modbus, LonWorks, KNX. Современный стандарт — переход на Ethernet-уровень для магистрального обмена и интеграцию через open API.

Сенсорные технологии в современной BMS дают конкретный экономический эффект:

- Снижение энергопотребления на 15–30% по сравнению со зданием без BMS (за счет автоматической оптимизации режимов климата, освещения, насосных групп);
- Снижение эксплуатационных расходов на 10–20% за счет раннего обнаружения проблем и предиктивного обслуживания;
- Повышение комфорта пользователей и арендной привлекательности.

Класс энергоэффективности А и А+ современных бизнес-центров в России — это, как правило, здания с глубокой автоматизацией на уровне BMS с тысячами сенсорных точек.

Сенсоры на ЛЭП: распределенные системы мониторинга

Линии электропередачи — особый объект для сенсорных технологий. Их протяженность огромна, доступ затруднен, погодные условия экстремальны, а отказы влекут серьезные последствия. Поэтому именно ЛЭП — одно из самых интересных полей применения распределенных сенсорных систем.

Главная технология последних лет здесь — волоконно-оптические дат-

чики. На высоковольтных линиях электропередачи с 1980-х годов вместо обычного грозозащитного троса всё чаще применяется оптический кабель, встроенный в грозотрос (ОКГТ). Изначально его задача — обеспечение связи и передачи данных вдоль линии. Но та же оптика может работать и как распределенный сенсор.

Технологии распределенного волоконно-оптического мониторинга ЛЭП:

Distributed Temperature Sensing (DTS) — измерение температуры по всей длине кабеля с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$ и пространственным разрешением один-два метра на дистанции до 50–80 км. Применение: мониторинг термического режима силовых кабелей в кабельных каналах, обнаружение горячих точек, предупреждение перегрузов, выявление пожароопасных ситуаций.

Distributed Strain Sensing (DSS) — измерение деформации. Позволяет отслеживать механические воздействия на кабель, выявлять провисания, обнаруживать землетрясения, оползни, подвижки грунта.

Distributed Acoustic Sensing (DAS) — измерение акустических колебаний. Каждая точка волокна по сути становится микрофоном. Применяется для мониторинга трубопроводов, ЛЭП, периметровой охраны. Способно обнаруживать движение людей и техники вдоль линии, выявлять несанкционированные работы, локализовать утечки в трубопроводах.

Фарадеевские датчики тока — измерение тока в проводе на основе эффекта вращения плоскости поляризации света в волокне под действием магнитного поля тока. Преимущества перед классическими ТТ: полная гальваническая изоляция, отсутствие насыщения, линейность в широком диапазоне.

Российские компании, работающие в этом сегменте: «Светопровод», «Тейкс Инжиниринг», «Перевал-Тельком», «Оптикаласс», крупные институты — «ВНИИЭ», ЦНИИС, ФТИ им. Иоффе.

Дополнительные сенсорные технологии для воздушных ЛЭП:

- Датчики гололедной нагрузки — измерение веса наледи на проводе через тензодатчики на опорах или индукционные катушки в гирляндах изоляторов;
- Датчики ветрового плеса — фиксация колебаний проводов с амплитудой выше критической;
- Метеостанции в полосе ЛЭП — температура, влажность, ветер, осадки;
- Камеры с компьютерным зрением — обнаружение посторонних объектов на линии, мониторинг состояния опор и арматуры.

К 2026 году крупные сетевые компании (Россети, региональные сетевые) активно внедряют интегрированные системы мониторинга, объединяющие все эти сенсорные технологии в единую информационную картину состояния сети.

Импортозамещение в сенсорных технологиях

После 2022 года российский рынок сенсоров для электротехники прошел через серьезную проверку на устойчивость. Что получилось и что нет — критически важный вопрос для понимания ближайшей перспективы.

Закрыто практически полностью:

— Счетчики электроэнергии всех типов и классов точности — российских производителей хватает с избытком, экспорт.

— Микропроцессорные терминалы РЗА для уровней 6–110 кВ — закрытие на 100%, для 220 кВ — на 80–90%, для 330 кВ и выше — частично.

— Контроллеры автоматизации (ПЛК, ПР, СПК) — российские ОВЕН, КонтрАвт, Прософт-Системы, AMOS — закрывают значительную часть массового сегмента.

— Датчики температуры (термопары, термосопротивления Pt100, Pt1000) — десятки российских производителей.

— Датчики уровня жидкости, кондуктометрические, поплавковые, ультразвуковые. — Сенсорные панельные контроллеры и операторские панели массового сегмента.

— Базовые датчики для умного дома (движения, протечки, температуры, открытия) — несколько российских брендов плюс китайское производство.

Закрыто частично:

— МЭМС-датчики специального применения (АО НИИФИ, «Совмест



После 2022 года российский рынок сенсоров для электротехники прошёл через серьёзную проверку на устойчивость

АТЕ», «Висом») — закрывают спецсегмент (оборонка, авиация, точная робототехника), но массовый коммерческий сегмент остается за импортом.

— Датчики тока на эффекте Холла — НПО «Горизонт Плюс» выпускает серийную продукцию, но премиальные позиции с интегрированной цифровой обработкой по-прежнему импортируются.

— Газовые анализаторы для контроля состояния силовых трансформаторов — частично российские (Серпухов, Подмосковье), частично импортные. — Сенсоры частичных разрядов — ДИМ-РУС закрывает существенную долю, но премиальные позиции — импорт. — Промышленные счетчики и измерительные комплексы класса 0,2S — частично импортные.

Импортозависимо:

— МЭМС-датчики массового потребительского сегмента (микрофоны, акселерометры, гироскопы в смартфонах) — поставляются почти исключительно от Bosch Sensortec, ST Microelectronics, Murata, Goertek, частично — китайскими альтернативами.

— Прецизионные датчики с метрологическими характеристиками выше отечественного уровня. — Сенсорная элементная база для специальных применений (космос, оборонные системы высшей категории).

— Волоконно-оптические компоненты для распределенных датчиков — частично импортируются. — Силовая сенсорика для электротранспорта и промышленных применений — частично замещается, но премиум зависит от импорта.

Государственные меры поддержки. В 2026–2028 годах правительство планирует направить на развитие электронной промышленности свыше 250 млрд рублей из федерального бюджета. Часть этих средств идет на создание производств элементной базы датчиков, в том числе МЭМС-производств. Однако фундаментальное препятствие — отсутствие в России развитой полупроводниковой фабрики с топологическими нормами на уровне современных требований (28–7 нм). Большая часть МЭМС-датчиков сегодня производится на технологиях 90–130 нм, и здесь

российские мощности есть (Микрон, НИИМЭ, Ангстрем), но их объем и качество пока не позволяют обеспечить массовый рынок.

ИИ и анализ сенсорных данных

Любое количество сенсоров само по себе не создает ценности — ценность создается в том, как анализируются собранные данные. И именно здесь произошел главный технологический сдвиг последних трех-четырёх лет.

Раньше анализ сенсорных данных был достаточно простым. На каждый параметр устанавливался порог (или диапазон допустимых значений). При выходе значения за порог — формировалась тревога. Это работало для простых случаев, но имело существенные ограничения. Большинство аномалий не превышают порогов до момента отказа. Многомерные паттерны не выявляются. Контекст (время суток, режим работы, сезон) не учитывается.

К 2026 году стандартом становится анализ сенсорных данных с использованием алгоритмов машинного обучения:

— Нейронные сети для распознавания паттернов в многомерных данных. Применение — обнаружение аномалий в работе оборудования, классификация типов отказов, прогноз времени до выхода из строя.

— Алгоритмы временных рядов (LSTM, Transformer) для прогнозирования значений сенсоров на горизонте часов и дней вперед.

— Кластерный анализ для выявления групп объектов со схожим поведением.

— Каузальный анализ для определения причинно-следственных связей между измеряемыми параметрами.

Российские разработки в области ИИ-аналитики сенсорных данных активно развиваются. Главные направления — предиктивное обслуживание промышленного оборудования, цифровые двойники энергетических объектов, оптимизация режимов работы сетей. Платформы — «Цифра» (промышленный ИИ), «Группа компаний Цифро-

вая Энергия», «РТСофт», ряд решений Сбера, Яндекс, ВТБ для своих внутренних задач.

Главное условие эффективного применения ИИ — наличие исторических данных для обучения. На объектах, где сенсорные системы работают год и более, накапливается достаточно данных для построения моделей. На новых объектах сначала собирается «золотой стандарт» нормальной работы, потом постепенно накапливается база отклонений.

К 2026 году в крупных сетевых компаниях, нефтехимических холдингах, металлургических предприятиях ИИ-аналитика сенсорных данных перестала быть экспериментом и стала производственным инструментом. Однако в массовом сегменте — на средних промышленных предприятиях, в ЖКХ, в коммерческой недвижимости — ее внедрение по-прежнему в начальной фазе.

Тренды и направления развития на 2027–2030 годы

Несколько ключевых направлений, в которых сенсорные технологии в электротехнике будут развиваться в ближайшие четыре-пять лет.

Первое — массовая миниатюризация. Появление сенсоров с интегральной размерностью порядка миллиметров, способных встраиваться в обмотки двигателей, в шины подстанций, в кабельную изоляцию, в саму материю строительных конструкций. Это создает инфраструктуру, в которой каждый узел знает о собственном состоянии.

Второе — самопитающиеся сенсоры (energy harvesting). Малые датчики с потреблением микроватт уже могут работать от энергии вибрации, температурных градиентов, электромагнитного поля сети, света. Это снимает основное ограничение — необходимость замены батарей и протяжки питающих линий. К 2030 году значительная часть распределенных сенсоров на ЛЭП и подстанциях будет питаться от паразитных полей сети, без отдельных источников.

Третье — интеграция сенсоров и ИИ на уровне чипа. Edge AI ускорители (специализированные нейропроцессоры для встраиваемых систем) дают возможность выполнять сложную аналитику непосредственно на устройстве, без передачи данных в облако. Это решает три проблемы — задержку, объем трафика, безопасность.

Четвертое — стандартизация. К 2030 году многие нынешние «зоопарки» протоколов и платформ сведутся к нескольким открытым стандартам, как уже происходит с Matter в умном доме. Для промышленной сенсорики это означает, что устройства разных производителей

действительно смогут работать в единой системе без сложных интеграционных проектов.

Пятое — увеличение плотности измерений в распределенных системах. Современные распределенные волоконно-оптические системы дают пространственное разрешение около метра. Через пять лет — десятки сантиметров. Через 10 лет — сантиметры. Линия электропередачи или трубопровод превратятся в фактически сплошной сенсор по всей длине.

Шестое — биометрические сенсоры в зданиях. Камеры с распознаванием эмоций, mmWave-радары с распознаванием медицинских состояний (нерегулярность дыхания, остановка сердца), запаховые сенсоры. К 2030 году здание будет «знать» о состоянии находящихся в нем людей в широком диапазоне параметров — со всеми этическими и правовыми вопросами, которые это поднимает.

Седьмое — нанопотребление и десятилетняя автономность. Современные NB-IoT датчики обещают 10 лет работы от одной батарейки. К 2030 году появятся датчики с автономностью 20–30 лет за счет энергоэффективных чипов и оптимизированных протоколов передачи.

Восьмое — рост требований к информационной безопасности. Каждый сенсор в сети — потенциальная точка атаки. К 2030 году обязательной станет криптографическая защита сенсорных данных от точки измерения до точки обработки, аутентификация каждого устройства, изоляция сегментов сети. Это сильно усложнит проектирование сенсорных систем и потребует новых компетенций.

Девятое — стандартизация требований к сенсорам в государственной

нормативной базе. Сегодня в ПУЭ, СП, ГОСТах требования к сенсорным системам прописаны фрагментарно. К 2030 году появится система стандартов, регулирующая обязательные сенсорные функции в разных типах электроустановок — особенно высоковольтных, общественных зданий, объектов критической инфраструктуры.

Десятое — углубление интеграции сенсоров в системы управления качеством электроэнергии. По мере роста доли мощной нелинейной нагрузки (преобразователи частоты, инверторы, импульсные источники питания), мониторинг гармоник, провалов напряжения, перенапряжений становится критической функцией. Современные сенсоры качества электроэнергии — это не отдельные устройства, а интегрированные функции в счётчиках, терминалах РЗА, в системах автоматизации.

Что в итоге

Сенсорные технологии в электротехнике совершили за последние 15–20 лет тот же путь, который классические электротехнические системы прошли за столетие. От механических устройств — к электронике, от электроники — к микропроцессорам, от микропроцессоров — к интегральным системам с собственным интеллектом, от автономных устройств — к сетевым архитектурам с распределенным принятием решений.

К 2026 году датчик в электротехнической системе — это самостоятельный технологический мир. Микроэлектромеханические устройства, волоконно-оптические распределенные системы, датчики на эффекте Холла со встроенной цифровой обработкой, миллиметровые

радары с распознаванием микродвижений, распределенные сенсорные сети с собственными протоколами обмена. Всё это работает одновременно и в одной системе.

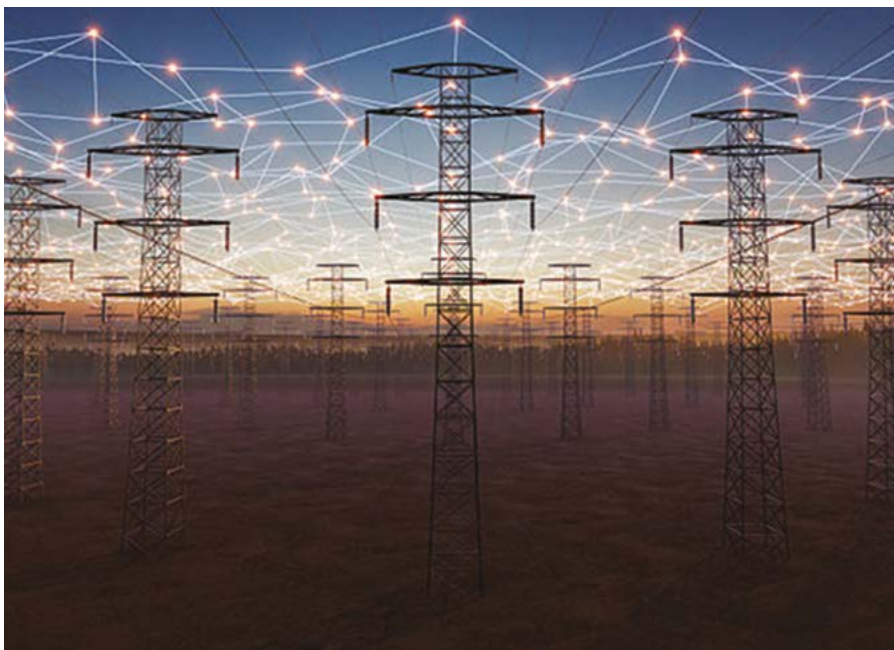
Главное смысловое смещение последних лет — переход от управления электротехникой по принципу «реагируем на отказы» к управлению по принципу «непрерывно знаем состояние всего». Эта смена парадигмы возможна только за счет сенсоров, которые фактически становятся нервной системой современной электротехники.

Для российской отрасли картина двойственная. С одной стороны — сильные позиции в ряде категорий: счётчики электроэнергии, микропроцессорная РЗА, контроллеры автоматизации, базовые промышленные датчики. С другой — глубокая зависимость от импорта в массовом сегменте МЭМС, в премиальной измерительной аппаратуре, в специальной сенсорной электронике. Программы импортозамещения дают результаты, но скорость закрытия дефицита здесь меньше, чем в кабельной продукции или массовой коммутационной аппаратуре.

Тренд, который определит ближайшие пять лет, — стирание различий между «сенсором» и «системой». Сегодняшний сенсор — это уже самостоятельная распределенная вычислительная единица с собственной логикой, связью, безопасностью. Завтрашний — будет частью распределенной нейроразнообразной сети, в которой каждый узел и измеряет, и анализирует, и принимает локальные решения, и общается с соседями. Это не маркетинг и не футурология — это просто следующий технологический шаг, к которому приведет текущая траектория развития.

Для электротехники в широком смысле — от энергетики до зданий, от транспорта до бытовой техники — это означает фундаментальную перестройку всей архитектуры. Управление по правилам, прописанным человеком, постепенно уступает место управлению на основе данных, которое формирует сама система. И главный вопрос на горизонте до 2030 года — готова ли отрасль вырастить достаточное количество специалистов, способных проектировать, эксплуатировать и осмысливать такие системы. Сенсоры есть. Платформы есть. Алгоритмы есть. Кадров, способных собрать это вместе и сделать работающим, — гораздо меньше, чем требуется.

Но именно в этом направлении движется электротехника. И тот, кто сегодня воспринимает датчик как мелочь, кусок металла с двумя проводами, рискует оказаться в эксплуатируемом, а не эксплуатирующем поле этой технологической трансформации. Сенсор — это уже не часть системы. Это и есть система.



Здание под током: как меняется электротехника в современном строительстве

■ Евгений Белый

Лет двадцать назад при разговоре о проектировании жилого или коммерческого здания электроснабжение считалось скучной служебной функцией. Архитектор рисовал фасады, конструктор считал монолит, отопленички и вентиляционщики делили шахты, и где-то в конце этой цепочки появлялся электрик — нарисовать схему щитов, развести розетки, подобрать сечения кабелей. Раздел ЭС в проектной документации проходил по принципу «без замечаний», часто даже без серьезного прочтения экспертом.

К 2026 году эта картина изменилась радикально. Электроснабжение современного здания — это не вспомогательная инженерия, а одна из несущих систем. Жилой комплекс класса «комфорт» сегодня закладывает по 10–15 кВт на квартиру минимум. Класс «бизнес» — от 20 кВт. На каждую парковочную ячейку — 10–22 кВт зарядной мощности по новым московским требованиям. Бизнес-центр класса А — от 80 до 200 Вт/м² расчётной электрической нагрузки. Дата-центр на этаже бизнес-центра — мегаватты на стойку. И весь этот мощностной баланс нужно увязать с городской сетью, которая в большинстве районов уже работает на пределе.

Электрика перестала быть мелочью еще по одной причине. Современное здание стало многослойной кибер-физической системой. Бытовое потребление, освещение, климат, безопасность, лифты, парковка, зарядки, серверная, общедомовые нужды — каждая из этих систем имеет собственную электрическую подсистему со своими требованиями к качеству питания, резервированию и управлению. Между ними проходят шины автоматизации (KNX, DALI, BACnet, Modbus), интегрированные с сетями передачи данных, с системами учета, с диспетчерскими центрами управления зданием. От того, насколько грамотно спроектирована вся эта электротехническая часть, зависят и реальный класс энергоэффективности здания, и капитальные затраты на эксплуатацию, и то, насколько здание окажется приспособлено к новым задачам через 10–15 лет.

В этом обзоре — попытка собрать в единую картину состояние российской электротехники в строительстве на май 2026 года: нормативная база, проектные подходы, технологические тренды, рынок оборудования, ключевые узкие места и направления, в которых отрасль будет меняться ближайшие три-пять лет.

Нормативная основа: где стоит и куда сдвигается рамка

Любой разговор о проектировании электросетей в здании в России начинается с одного и того же набора документов. Понимание того, что в этом наборе обязательно, что рекомендательно и что уже устарело, — базовая компетенция любого проектировщика.

ПУЭ — Правила устройства электроустановок, действуют седьмое издание с дополнениями. Документ, который пережил уже десятки правок и который во многом устарел технологически, но юридически остается фундаментом. Глава 7.1 — электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий — основной справочник проектировщика.

СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» — действующая редакция, нормы по которой считают эксперты Главгосэкспертизы и региональных экспертиз. Документ конкретизирует требования ПУЭ для зданий гражданского назначения.

СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства» — общие требования к электрооборудованию.

СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» — нормирование освещенности в помещениях, требования к источникам света и системам управления.

СП 6.13130 «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные» — обновлённая редакция утверждена приказом МЧС от 29 декабря 2025 года № 1263 и в 2026 году заменяет ранее действовавшую версию 2013 года. Это принципиальный документ, который существенно ужесточает требования к электроустановкам в части пожарной безопасности — особенно в зданиях с массовым пребыванием людей, высотных зданиях, социальных объектах.

ГОСТ 31565–2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» — классификация кабелей по



пожароопасности, обязательная для применения при проектировании. От него идет привычное разделение кабелей на категории нг-LS, нг-FRLS, нг-HF, нг-FRHF и так далее.

ГОСТ Р 53316—2009 «Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара» — методика испытаний кабелей совместно с кабеленесущими системами. Принципиально важна для проектирования систем противопожарной защиты, аварийного освещения, дымоудаления.

Постановление Правительства РФ № 1628 от 27 сентября 2021 года — Правила установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений. Документ, который определяет класс энергоэффективности здания.

Федеральный закон № 522-ФЗ от 27 декабря 2018 года — закон о развитии систем учета электроэнергии в РФ. Установил с 1 июля 2020 года обязанность электросетевых и энергосбытовых организаций обеспечивать установку и эксплуатацию интеллектуальных приборов учёта.

Постановление Правительства РФ № 861 от 27 декабря 2004 года — Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств. Действующая редакция — с правками февраля 2026 года. Основной документ, регулирующий взаимоотношения застройщика с сетевой организацией.

Это — обязательный минимум. К нему добавляются десятки СП, ГОСТов, СанПиНов, нормативных документов Минстроя, ФАС, Ростехнадзора, региональных властей. Объем действующей нормативной базы такой, что ни один специалист не держит ее в голове целиком — современный проектировщик работает в связке с информацион-

Главное, что нужно понимать про нормативную

ситуацию 2026 года — она находится в активной фазе

обновления

но-справочными системами «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт».

Главное, что нужно понимать про нормативную ситуацию 2026 года, — она находится в активной фазе обновления. Минстрой, МЧС, Минэнерго и Ростехнадзор последовательно пересматривают документы, накопленные за десятилетия, приводят их в соответствие с современными технологиями. С 2025 года вступили в силу новые требования к энергоэффективности (постепенное повышение класса), новые ГОСТы по кабельной продукции, новая редакция СП 6.13130 по пожарной безопасности электроустановок. Для проектировщика это означает, что справочную базу нужно проверять буквально на каждом проекте.

Расчетная нагрузка: цифры, на которые опирается проект

Стартовая точка любого проекта электроснабжения здания — определение расчетной электрической нагрузки. На основании этой цифры формируются технические условия от сетевой организации, проектируются вводно-распределительные устройства (ВРУ), главные распределительные щиты (ГРЩ), сечения питающих кабелей. Ошибка в расчете на этой стадии — это либо перепла-

та за избыточную мощность на десятки миллионов рублей, либо хронически перегруженная сеть через пять-семь лет эксплуатации.

В жилых домах расчет ведется по СП 256.1325800.2016 и ведомственным методикам. Базовые цифры удельной электрической нагрузки на одну квартиру:

— квартиры с электроплитой: 8–10 кВт расчетной нагрузки на одну квартиру в массовом сегменте, 12–15 кВт в бизнес-классе;

— квартиры с газовой плитой: 6–8 кВт в массовом сегменте, 10–12 кВт в бизнес-классе;

— класс «премиум» и «элит» с продумыванием полной электрификации — от 20 кВт на квартиру и выше, с учетом теплого пола, климатического оборудования, инфракрасной сауны, бытовых сценариев умного дома.

На общедомовые нужды — лифты, освещение мест общего пользования, насосные группы, противопожарные системы, ИТП — добавляется от 15 до 30% расчетной нагрузки на жилую часть в зависимости от этажности и оснащения.

Жилой дом на 200 квартир бизнес-класса с электроплитами и подземным паркингом сегодня потребляет расчетно 1,8–2,5 МВт. Десять лет назад тот же объект закладывал максимум 1–1,2 МВт. Разница — рост бытового потребления, появление мощных бытовых приборов, индукционных плит, посудомоечных и стиральных машин, кондиционеров, серверных стоек в квартирах фрилансеров, зарядок для электромобилей.

В коммерческих зданиях логика сложнее. Бизнес-центр класса А рассчитывается с удельной нагрузкой 100–200 Вт/м² арендуемой площади, торговый центр — 80–150 Вт/м², гостиница — 100–180 Вт/м² (включая кухонные блоки и спа-комплекс). Дата-центр класса Tier III–IV — это совсем другая категория: 8–15 кВт на стойку при средней плотности и до 30–50 кВт на стойку для высокоплотных вычислений.

Особенность последних трех-четырех лет — резкий рост так называемой технической нагрузки, не связанной с прямым потреблением людьми. Это серверная инфраструктура внутри бизнес-центров, оборудование для криптовалютных и блокчейн-операций (где разрешено), станции зарядки электро-



мобилей, телекоммуникационное оборудование 5G-готовности. На стадии проектирования всё это нужно либо закладывать сразу, либо предусматривать существенный резерв в питающих линиях.

Технологическое присоединение: главное узкое место

Получение электрической мощности от городской сети — отдельный квест, который во многом определяет реальную возможность построить и ввести в эксплуатацию объект.

Правила технологического присоединения регулируются постановлением правительства № 861 от 27 декабря 2004 года, в действующей редакции с правками февраля 2026-го. Документ за двадцать лет существования пережил более тридцати редакций — это сигнал того, что зона регулирования живая и подвижная.

Для физических лиц с мощностью до 15 кВт процедура максимально упрощена: типовый договор, фиксированная стоимость (для большинства регионов в 2026 году — 0,5–1,5 тыс. рублей при первой подаче), срок исполнения — до полугода. Для нежилых объектов, многоквартирных домов, коммерческих зданий и любых заявителей с мощностью свыше 15 кВт — процедура существенно сложнее.

Стандартный кейс для застройщика. Жилой комплекс на 1500 квартир, расчетная нагрузка 12–14 МВт. Ближайшая подстанция 35/10 кВ имеет свободной мощности 4 МВт. Решение от сетевой организации: либо застройщик финансирует строительство новой распределительной подстанции 110/10 кВ (от 350 до 800 млн рублей в зависимости от региона и схемы), либо ждет включения объекта в инвестпрограмму сетевой компании (от трех до семи лет), либо строит подключение через несколько действующих подстанций с прокладкой кабельных линий 10 кВ длиной несколько километров (от 80 до 250 млн рублей). Чаще всего комбинируется первый и третий варианты с частичным софинансированием.

Эти расходы и сроки сегодня — один из главных факторов, влияющих на проектирование. Опытный застройщик знает: переплачивать за избыточную мощность нельзя, недоплатить — обречь объект на проблемы в эксплуатации. Поэтому появляются явления, которые еще десять лет назад казались странными:

— деление крупных объектов на очереди с раздельным присоединением каждой; — проектирование собственных трансформаторных подстанций глубо-

кого ввода с подключением напрямую к 35 или 110 кВ; — включение в проекты собственной резервной и аварийной генерации с возможностью покрытия пиковых нагрузок; — заключение договоров на присоединение с резервированием по двум независимым фидерам от разных подстанций при первой категории надежности.

Особенность многоквартирных домов — технологическое присоединение нежилых помещений в МКД может осуществляться только после технологического присоединения общих систем электроснабжения дома. Это создает логические зависимости: на этапе сдачи дома часть нежилых помещений уже должна быть запитана, иначе их сложно реализовать на рынке.

Категорийность и резервирование

Категория надежности электроснабжения — одна из тех вещей, которые на стадии проекта часто оптимизируют, а потом сильно жалеют об этом в эксплуатации. ПУЭ определяет три категории:

Первая — два независимых взаимно резервирующих источника питания, перерыв в питании допустим только на время автоматического восстановления (АВР). Особая группа первой категории — добавляется третий независимый источник (обычно ДГУ).

Вторая — два независимых источника, допустим перерыв на время действий дежурного персонала или выездной бригады.

Третья — один источник питания, перерыв до 24 часов.

В современной практике для жилого многоквартирного дома обязательна как минимум вторая категория для общедо-

мовой части (лифты, аварийное освещение, насосные группы, узлы учета). Первая категория — для систем противопожарной защиты, дымоудаления, аварийного освещения путей эвакуации, медицинских блоков.

Высотные жилые здания (свыше 75 м) и здания класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 повышенной этажности — первая категория для существенной части систем. Это сразу определяет проектную схему: два кабельных ввода от разных секций РТП, две панели ввода в ГРЩ, АВР, резервный дизель-генератор для систем противопожарной защиты.

Коммерческие здания — категория определяется типом потребителей. Офисный центр класса А — вторая категория для общих систем, особая группа первой категории для серверной и узлов связи. Торговый центр — первая категория для холодильных установок, эскалаторов, систем безопасности. Гостиница — особая группа первой категории для лифтов, медицинского пункта, систем оповещения, кухонного блока.

Дата-центр — отдельный мир. Уровни надежности по классификации Uptime Institute Tier I–IV определяют не только электрическую схему, но и архитектуру всего здания. Tier III — это, как минимум, схема N+1 для ИБП и ДГУ, два независимых тракта питания каждой стойки, возможность параллельного проведения ремонтных работ без остановки. Tier IV — резервирование по схеме 2N или 2(N+1), полная отказоустойчивость всех систем электропитания. По данным правительства, совокупная мощность российских коммерческих ЦОД к началу 2026 года превысила 3,6 ГВт при загрузке около 90%, и каждый новый объект — это сложная электротехническая задача.



Внутреннее распределение: ВРУ, ГРЩ, этажные щиты

После того как заведено основное питание в здание, начинается распределение энергии внутри. Ключевые узлы:

ВРУ — вводно-распределительные устройства. Принимают питание от ТП и распределяют по магистральным линиям внутри здания.

ГРЩ — главные распределительные щиты. Узел, на котором собираются все вводы и от которого идет распределение по основным потребителям.

Этажные распределительные щиты (ЩРЭ) — раздают питание по квартирам в жилых домах, по арендаторам в коммерческих.

Квартирные / групповые щитки — собирают конечную нагрузку отдельной квартиры или помещения.

К ВРУ и ГРЩ предъявляются жесткие требования по СП 256.1325800.2016 и ПУЭ. Электрощитовые помещения нельзя располагать под санузлами, ванными, душевыми, кухнями (кроме кухонь самих квартир), мойками, парильными — везде, где есть мокрые технологические процессы. Это ограничение часто становится головной болью архитектора и заставляет в плотных городских проектах изобретать решения с двойной гидроизоляцией.

Современная тенденция в проектировании ВРУ и ГРЩ — переход на типовые НКУ (низковольтные комплектные устройства) заводского изготовления с высокой степенью защиты, испытанные на токи короткого замыкания до 50–80 кА. Сборка щитов «на коленке» из набора компонентов на объекте уходит в прошлое — пожарные надзорные органы и эксперты требуют документального подтверждения испытаний и сертификации НКУ как готового изделия.

Российский рынок НКУ распределен между несколькими сотнями производителей, среди которых выделяются крупные: «Электротех-Самара», «КЭАЗ» (Курск), «Эстерс», АBB Россия (после реструктуризации), Systeme Electric (бывший Schneider Electric Russia, локализован под российским брендом), а также сотни средних и малых сборочных предприятий по всей стране. Компоненты — в подавляющем большинстве отечественные (IEK, EKF, КЭАЗ, ТДМ Электро, DEKraft, ASD) или китайские (Chint, Andeli, CHNT), премиальные позиции — Systeme Electric, АBB, Hyundai, Legrand.

Этажные щиты в жилых домах — типовой ассортимент IEK, EKF, АBB, Systeme Electric с встроенным оборудованием поквартирного учета. Внутри квартирных щитков — модульная автоматика (автоматические выключатели категорий В, С, реже D), УЗО, дифференциальные автоматы, ограничители перенапряжений.

Тренд последних четырех-пяти лет — переход на щиты с интеллектуальным учетом и связью. Каждый прибор учета в МКД новой постройки оснащен модулем передачи данных, входит в АСКУЭ (автоматизированную систему коммерческого учета электроэнергии), интегрируется с ГИС ЖКХ. Это не пожелание, а законодательное требование: с 1 июля 2020 года все приборы учета в новостройках устанавливают застройщики, и они должны соответствовать критериям интеллектуальной системы.

Кабели и проводка: пожарная безопасность как новая норма

Кабельная продукция — одна из тех областей электротехники в строительстве, где требования за последние пять

семь лет ужесточились наиболее заметно. И это не маркетинг производителей, а реальная корректировка стандартов под отраслевую статистику пожаров.

Ключевая классификация задана ГОСТ 31565–2012. Кабели по огнестойкости делятся на категории:

- **нг** — не распространяющие горение при групповой прокладке;
- **нг-LS** (Low Smoke) — с пониженным дымообразованием;
- **нг-HF** (Halogen Free) — без галогенов в составе изоляции (не выделяют токсичных коррозионных газов при горении);
- **нг-FRLS** (Fire Resistant Low Smoke) — огнестойкие, с пониженным дымообразованием, сохраняют работоспособность в условиях пожара;
- **нг-FRHF** — огнестойкие, без галогенов;
- **нг-FRSLTx** — расширенный набор требований, в том числе по пониженной токсичности продуктов горения.

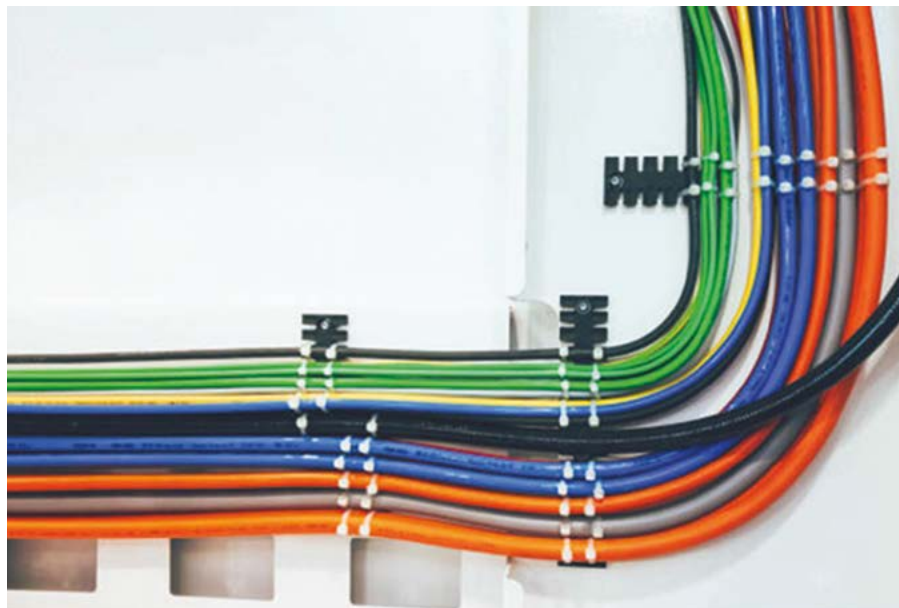
Для современного жилого дома типовая схема выглядит так:

— Магистральные линии в стояках и вертикальных шахтах — кабель типа ВВГнг-LS или (для зданий повышенной этажности) ВВГнг-FRLS. — Линии аварийного освещения, противопожарных систем, дымоудаления, пожарных насосов — обязательно огнестойкие кабели ВВГнг-FRLS, ППГнг-FRHF, рассчитанные на сохранение работоспособности при +750 °С не менее 90 минут (для большинства систем) или 180 минут (для систем повышенной важности). — Внутриквартирная проводка — ВВГнг-LS, реже NYM. — Слаботочные линии (домофон, СКС, охранка) — ПВСнг-LS, кабели категорий 5е и 6 в негорючем исполнении.

ГОСТ Р 53316–2009 регламентирует методику испытаний кабельных линий совместно с кабеленесущими системами — лотками, коробами, металлорукавами. Это принципиально, потому что в реальном пожаре работоспособность сохраняется не только за счет кабеля как такового, но и за счет способа его прокладки.

Новая редакция СП 6.13130, утвержденная приказом МЧС в декабре 2025 года, ужесточает требования к питанию электроприемников систем противопожарной защиты, к электропроводкам линий связи и электрооборудованию ПЗ. Для социальных объектов (школы, больницы, торговые центры, высотные дома) теперь обязательны кабели категории нг-FRLS Tx, сохраняющие работоспособность при +750 °С в течение трех часов с коэффициентом дымообразования не более 40 %.

Российский рынок огнестойкой кабельной продукции хорошо развит. Крупнейшие производители —



«Камкабель» (Пермь), «Севкабель» (Санкт-Петербург), «Кавказкабель», «Саранскабель-Оптика», «Электрокабель Кольчугинский», «Промкабель» (Москва), «Эникс», «Москабельмет», «Подольскабель», «Угличкабель». Качество на уровне европейских стандартов, дефицита нет, ассортимент превышает 1500 артикулов в каждом крупном каталоге.

Отдельная тема — материал жилы. Долгое время в России действовал прямой запрет на алюминиевую проводку в жилых зданиях, заложенный в ПУЭ. С 2017 года этот запрет был фактически отменен приказом Минэнерго № 968 от 16 октября 2017 года, после чего алюминиевые сплавы новой модификации с улучшенными механическими свойствами (8030, 8176) допущены к применению. На практике медь остается доминирующим материалом в коммерческом и премиальном жилом сегменте, алюминий — в массовом жилье эконом-класса как способ снижения себестоимости. Дискуссия о допустимости и безопасности алюминия в проводке продолжается, и до конца десятилетия скорее всего она еще закончится новыми корректировками нормативки.

Защитная аппаратура: УЗО, дифавтоматы, ограничители перенапряжений

Десять лет назад в обычной квартире стоял один автомат на 25–32 А с тепловым и электромагнитным расцепителем, и этого считалось достаточно. Сегодня квартирный щит — это сложный комплекс защитной аппаратуры.

Базовый набор для квартиры площадью 60–80 м² по современному проекту:

- Вводной автоматический выключатель — 40–63 А (характеристика С);
- Устройство защитного отключения (УЗО) общее — 40–63 А с током срабатывания 100–300 мА (защита от пожара по утечке);
- Автоматические выключатели групповых линий — 16 А (розетки) и 10 А (освещение);
- УЗО на отдельные группы — 30 мА (защита от поражения электрическим током) или 10 мА для зон повышенной опасности (ванная, кухня);
- Дифференциальные автоматические выключатели (АВДТ или дифавтоматы) — комбинация автомата и УЗО в одном корпусе, используется в группах с одиночными мощными потребителями (электроплита, бойлер, стиральная машина);
- Ограничитель импульсных перенапряжений (УЗИП) — защита от грозовых и коммутационных перенапряжений;

— Реле напряжения — отключает нагрузку при выходе напряжения за допустимые пределы;

— Реле тока (опционально) — отключает по сверхтоку для защиты конкретного оборудования.

Это уже не пожелание — это норма для качественной электроустановки в новостройке. Пункт 7.1.79 ПУЭ прямо предписывает в групповых сетях штепсельных розеток применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА. Производители — Systeme Electric, ABB (через локализованные структуры), IEK, EKF, КЭАЗ, DEKraft, TDM, ASD, Hyundai, Andeli. Сегментирование сложилось: премиальные и средне-верхние — Systeme Electric и ABB, средние — IEK и EKF, бюджетные — DEKraft, TDM, ASD. Для коммерческого строительства класса А и спецобъектов (медицина, образование, госорганы) предпочитают Systeme Electric, ABB, Legrand.

Ограничители перенапряжений (УЗИП, SPD по международной терминологии) — отдельный сегмент, который растет двузначными темпами с 2022 года. Причины — массовое распространение чувствительной бытовой электроники (плазменные ТВ, мониторы, серверы, индукционные плиты), реальные грозовые перенапряжения в сельской местности и пригородах, а также коммутационные броски при работе мощных потребителей. Производители — Phoenix Contact, OBO Bettermann, Schneider/Systeme Electric, IEK, EKF.

Освещение: LED как стандарт, DALI и Smart Light как тренд

Светотехническая часть электропроекта за последнее десятилетие пережила полную перестройку. Двадцать лет назад

главным выбором были лампы накаливания 60–100 Вт, в коммерческих помещениях — люминесцентные трубки Т8 и Т5 с электромагнитными или электронными балластами, в местах общего пользования жилых домов — компактные люминесцентные лампы. Светодиоды считались экзотикой, дорогой и редкой.

К 2026 году ситуация перевернулась полностью. Светодиодное освещение — стандарт во всех типах зданий и помещений. Лампы накаливания мощностью более 25 Вт в России запрещены к продаже с 2011 года, компактные люминесцентные постепенно вытесняются — частично из-за содержания ртути, частично из-за того, что LED стали дешевле в эксплуатации в любом сценарии.

Современный LED-светильник для общественных и коммерческих помещений — это:

- Эффективность 130–180 лм/Вт у светильников верхнего сегмента, 80–110 лм/Вт у бюджетных;
 - Срок службы 50 000–100 000 часов при сохранении 70% начального светового потока (L70 B10/B20);
 - Индекс цветопередачи Ra ≥ 80 для большинства помещений, ≥ 90 для медицинских, учебных, выставочных пространств;
 - Коэффициент пульсации не более 5% (стандартное требование), 1% и менее для зон длительного зрительного напряжения;
 - Цветовая температура — 3000 К для жилых пространств, 4000 К для офисных, 5000–6000 К для производственных и спортивных помещений;
 - Управляемость — драйверы 0–10 В, DALI, DALI-2, режиссеры DMX-512 для архитектурной подсветки.
- Российский рынок LED-светильников — один из самых конкурентных в строительной электротехнике. Крупнейшие производители: «Световые Технологии», «БЛ Групп» (бренды Galad



и Световые приборы), «АтомСвет», «Лидер Свет», «Технониколь Свет», «Barton», «Vatra», «Эколайт». В премиальном архитектурном сегменте — российские бренды Arlight (с собственным дизайн-бюро), а также представительства международных Philips/Signify, Osram, ERCO, iGuzzini, Zumtobel.

Тренд последних трех-четырех лет — массовый переход на системы управления освещением. В простых случаях это датчики движения и присутствия в подъездах, на лестничных клетках, в санузлах общего пользования. В сложных проектах — полноценные системы на протоколе DALI или DALI-2 с центральным контроллером, групповым адресованием, сценариями работы, диммированием, циркадным управлением (цветовая температура и яркость меняются в течение дня в соответствии с биологическими ритмами).

Циркадное освещение (human-centric lighting) — отдельная категория, активно растущая в школьных и медицинских проектах. Утром свет холодный и яркий, чтобы поддержать активность и концентрацию. Днем — нейтральный. К вечеру — теплый и приглушенный, готовящий организм к отдыху. Российский опыт пока в основном пилотный, но в крупных гимназиях и частных школах 2024–2025 годов такие системы уже устанавливаются массово.

Аварийное и эвакуационное освещение — отдельная категория со своими требованиями. По СП 52.13330.2016, на путях эвакуации должна обеспечиваться освещенность не менее 1 лк (по оси прохода) при отказе основного освещения. Питание — от аккумуляторного блока (ВАТ) в самом светильнике или от центральной батареи (СBS) с автоматическим переключением. Срок работы в аварийном режиме — от одного до трех часов в зависимости от типа здания. К светильникам аварийного освещения

предъявляются требования по работоспособности при пожаре — кабельные линии огнестойкие, светильники из материалов, не теряющих функциональность при высоких температурах.

Зарядки для электромобилей: новая инфраструктурная задача

С 2024–2025 годов в проектирование жилых и коммерческих зданий вошла принципиально новая нагрузка — зарядные станции для электромобилей. До этого тема рассматривалась как маргинальная: для России парк электромобилей был мал, проектные нормы ничего не требовали, застройщики делали по минимуму.

В 2025–2026 годах ситуация изменилась резко.

Москва ввела единые требования для жилых, муниципальных, производственных и коммерческих территорий: в 2025 году 5% всех парковочных мест в столице должны быть оборудованы зарядными устройствами для электротранспорта; в 2026 году — 10%; в 2027 году — 15%. Эти требования заложены в проектную документацию всех новых объектов в столице.

В федеральном масштабе Минстрой рекомендует выделять не менее 5% парковочных мест для электромобилей и гибридных авто. Многие региональные администрации (Санкт-Петербург, Татарстан, Свердловская область, Краснодарский край) принимают аналогичные нормативы.

Принят и развивается механизм установки зарядных станций в действующих ЖК: законодательно проработана процедура подачи обращения собственника в управляющую компанию, согласование на общем собрании собственников,

установка, ввод в эксплуатацию. Это снимает один из самых болезненных вопросов рынка — как поставить зарядку в уже построенном доме без согласия всех соседей.

Что это означает для проектировщика. В современный жилой комплекс с подземным паркингом теперь закладывается:

- Резервная мощность 10–22 кВт на каждое «электрозарядное» машиноместо (5–15% от общего числа);
- Отдельная кабельная линия с собственными системами защиты;
- Шкаф автоматки и управления зарядными станциями (часто с возможностью балансировки нагрузки между несколькими ЭЭС в режиме реального времени);
- Пожарная сигнализация и автоматическое отключение зарядки при срабатывании пожарной автоматки (особенно критично в закрытых подземных паркингах);
- Учет электроэнергии — отдельный для каждой ЭЭС, с интеграцией в общедомовую АСКУЭ или собственную систему биллинга оператора.

Зарядные станции — это либо переменного тока (АС) Mode 3 мощностью от 3,7 до 22 кВт, либо постоянного тока (DC) мощностью от 25 до 350 кВт. АС-станции — типовой выбор для жилых паркингов: дешевле, проще в установке, ночной режим зарядки автомобиля их полностью устраивает. DC — для коммерческих парковок при бизнес-центрах, торговых центрах, заправочных станциях.

На российском рынке зарядных станций сложилась специфическая ситуация. Из крупных международных игроков (ABB, Schneider, Siemens) — почти ушли с прямых поставок, но продолжают параллельные. Активно работают китайские бренды (Beny, Star Charge, EN Plus, EVE). Растет собственная российская промышленность — «Промкабель» (зарядные станции), «РусЭлектро» (контейнерные ЭЭС), «Парус Электро», Yablochkov, «Эпиа», «АвтоЗарядка», ENZA. По данным отраслевых источников, в 2025 году российский рынок зарядных станций для электромобилей вырос более чем в два раза по сравнению с 2024 годом и продолжает расти.

Принципиальное требование к проектированию ЭЭС в России — морозостойкость до –35 °С. Не все китайские модели ее обеспечивают, и при выборе оборудования это требование часто становится решающим.

Резервное и собственное генерирование: ИБП, ДГУ, ГПУ

Резервное электропитание в современных зданиях — давно не экзотика, а норма. И не только в больницах или



В BIM-проектировании все системы здания собираются в единую 3D-модель

ЦОДах. В коммерческой недвижимости, в торговых центрах, в гостиницах, в премиальных жилых комплексах резервная генерация и системы бесперебойного питания — стандартная часть проекта.

Источники бесперебойного питания (ИБП). Технологии классической онлайн-двойного преобразования (VFI-SS-111 class A по IEC 62040) — стандарт для критических нагрузок. ИБП ставятся для серверных и узлов связи (мощностью от одного до нескольких сотен кВт), для систем безопасности и видеонаблюдения, для пожарной автоматики (как ГОСТ 34700.2020 — Источники бесперебойного электропитания технических средств пожарной автоматики), для медицинского оборудования.

Российский рынок ИБП исторически опирался на международных производителей — APC by Schneider, Eaton, Vertiv, ABB, Riello, Socomec. После 2022 года ушедшие или частично ушедшие бренды заместились китайскими (Huawei, Delta, Zhongheng, Kehua), а также активно развиваются российские производители — «Связь Инжиниринг», «ИМПУЛЬС», «Парус Электро», «АСТРО-ИБП», «Энергия». Качество и надежность отечественных ИБП за последние три года заметно выросли, и в массовом сегменте они уже полностью закрывают рынок.

Дизель-генераторные установки (ДГУ). В современном здании ДГУ выполняет одну из двух функций: либо аварийный источник для систем противопожарной защиты и критических нагрузок (40–500 кВт), либо резервное питание всего здания (от 500 кВт до нескольких МВт). В ЦОДах ДГУ — обязательный элемент, обеспечивающий многочасовую автономную работу.

Производители ДГУ в России — ГК ТСС (Москва), «ПСМ» (Ярославль), «Звезда-Энергетика», «Электроагрегат», «Грузовая Механика», «ГрандМоторс», «АЗС Урал». Двигатели — Cummins, Volvo, Doosan, ЯМЗ, MTU, Baudouin, постепенно растёт доля китайских (Yuchai, Shangchai). Корпуса, генераторы (Stamford, Leroy Somer, российские Sincro, EleMaG), системы автоматизации — российские в подавляющем большинстве. Контейнерные ДГУ для дата-центров и крупных коммерческих объектов — отдельный быстрорастущий сегмент.

Газопоршневые установки (ГПУ).

Если для жилых зданий газопоршневая когенерация — пока экзотика, то для торговых центров, гостиниц, спорткомплексов с большой тепловой нагрузкой ГПУ становится разумной альтернативой централизованному отоплению и горячей воде. КПД использования топлива в когенерационной схеме — за 80%. Стоимость электроэнергии собственной генерации при доступности газа — 2,5–4 рубля за киловатт-час против 6–10 рублей сетевого тарифа в крупных городах. Сроки окупаемости — четыре-восемь лет в зависимости от тепловой нагрузки и режима работы.

Производители ГПУ — те же, что для АПК: ПСМ, ГК ТСС, «Звезда-Энергетика», «БарнаулЭнергоМаш». Двигатели — преимущественно импортные (MWM, Jenbacher, Caterpillar, Yuchai, MAN, постепенно растёт российская локализация на базе ЯМЗ и собственных разработок).

Микрогенерация: солнечные панели на крышах МКД

Тема, которая в 2025–2026 годах из лабораторной превратилась в практическую. И зависит от того, как именно будет принят соответствующий пакет поправок в закон «Об электроэнергети-

ке», который Госдума одобрила в первом чтении в феврале 2026 года.

Действующее законодательство — закон о микрогенерации 2019 года — разрешает физическим лицам устанавливать объекты генерации мощностью до 15 кВт, продавать излишки в сеть, не платить НДФЛ с дохода от продажи. Но владельцем такой установки может быть только потребитель — частное лицо либо юрлицо. Жильцы многоквартирных домов формально из этой схемы исключены.

В феврале 2026 года Госдума одобрила в первом чтении поправки, которые:

- снимают жесткий потолок 15 кВт для микрогенерации, давая правительству право гибко регулировать лимиты выдачи;
- разрешают установку коллективных солнечных панелей в многоквартирных домах на крышах и фасадах с распределением энергии между жильцами или направлением на общедомовые нужды.

Если эти поправки пройдут второе и третье чтения и будут приняты — а вероятность этого высокая — российский рынок солнечных установок для жилых зданий вырастет кратно. Уже сейчас отдельные жилые комплексы в Краснодарском крае, на Кубани, в Крыму, Ростове, Калмыкии тестируют схемы установки солнечных панелей на крышах с целью покрытия затрат на освещение мест общего пользования, работу лифтов в дневное время, заряд аккумуляторного буфера.

Для проектировщика микрогенерация — это новая задача с несколькими специфическими элементами:

- Двухнаправленный счетчик электроэнергии (учет потребления и выдачи);
- Гибридный инвертор с возможностью работы в сети и автономном режиме;



— Согласование с сетевой организацией — отдельная процедура технологического присоединения;

— Защитная аппаратура повышенной сложности — антиостровковая защита, чтобы при отключении сети инвертор не выдавал напряжение обратно в линию (риск для ремонтных бригад).

Бренды на российском рынке инверторов для микрогенерации — китайские Huawei, Growatt, Deye, Solis, японские Mitsubishi, отдельные европейские модели через параллельный импорт. Российских производителей с серийной продукцией пока единицы — «Парус Электро» с гибридными инверторами, «Хевел» с интеграционными решениями.

Цифровизация: BIM, AI, цифровые двойники зданий

Электротехническая часть проекта здания сегодня неотделима от общей цифровой среды строительства. Главный

тренд последних пяти лет — переход от 2D-проектирования к информационно-моделированию (BIM).

В классической схеме раздел ЭС в составе проектной документации существовал как отдельный комплект — однолинейные схемы, планы расстановки розеток, спецификации оборудования. Координация с архитектурой, конструкциями, вентиляцией, водоснабжением шла «по бумаге» — что давало классические коллизии: кабельный лоток проходит через балку, щитовое помещение оказывается под санузлом верхнего этажа, шахта силового кабеля пересекает воздуховод вытяжки.

В BIM-проектировании все системы здания собираются в единую 3D-модель, и коллизии выявляются автоматически до выхода на стройплощадку. Электротехническая часть моделируется отдельным дисциплинарным разделом (MEP — Mechanical, Electrical, Plumbing), интегрируется с архитектурной и конструктивной моделями, проверяется на пересечения, на соблюдение

нормативных расстояний, на доступность для обслуживания.

К 2026 году BIM-проектирование стало нормой для всех крупных проектов жилого и коммерческого строительства в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Краснодаре, Екатеринбурге, Новосибирске. Государственные заказы (школы, поликлиники, объекты соцкультбыта) выполняются в BIM в обязательном порядке. Программное обеспечение — раньше Autodesk Revit, после ухода в 2022 году — отечественные продукты: Renga (АСКОН), Pilot-BIM, nanoCAD BIM, а также Allbau Software, ZWCAD, Compas Energy. Идет долгий процесс становления единой среды российского BIM с собственными классификаторами, библиотеками компонентов, стандартами обмена.

Параллельно развивается направление цифровых двойников зданий. Это уже эксплуатационная стадия — здание после ввода в строй продолжает существовать в цифровой среде, с актуальными показаниями всех приборов учета, состоянием инженерных систем, протоколами обслуживания. В электротехнической части цифровой двойник связан с системами диспетчеризации энергопотребления, мониторинга качества электроэнергии, предиктивной аналитики отказов оборудования.

Тренд 2025–2026 года — внедрение ИИ-инструментов в проектирование и эксплуатацию. ИИ помогает оптимизировать прокладку кабельных трасс, рассчитывать оптимальные сечения с учетом будущих режимов, моделировать энергопотребление здания на сценариях разной заполненности, выявлять аномалии в потреблении в режиме реального времени. Российские разработки в этой области идут с отставанием от мировых лидеров, но крупные застройщики (ПИК, ЛСР, Самолет, Сбер с проектом smart-района) уже тестируют собственные AI-инструменты.



Умный дом и автоматизация: что закладывается на стадии проекта

По данным «Единого ресурса застройщиков», на февраль 2025 года в России насчитывалось 248 жилых комплексов с присвоенным классом «умный многоквартирный дом». По данным ВЦИОМ, опыт использования систем умного дома есть у 23% россиян, при этом среди молодых потребителей уровень одобрения доходит до 77%.

К 2026 году ситуация развивается дальше. По данным Doma.ai, шесть из десяти жителей многоэтажек уже используют хотя бы одно устройство категории «умный дом». Застройщики

массово интегрируют технологии умного дома в проекты от старта — это становится конкурентным преимуществом и обоснованием премии к цене.

Что закладывается на стадии электропроекта:

- Структура слаботочных сетей с возможностью развертывания управления (KNX, Modbus, ZigBee, WiFi, Matter);
- Питание контроллеров и устройств умного дома (низковольтное питание 12/24 В, размещение блоков питания, защита их от перегрузок);
- Резервные кабельные каналы для будущей модернизации (часто проектируется 30–50% запас по сечению и количеству трасс);
- Точки беспроводной связи (Wi-Fi 6/6E, в новых проектах — Wi-Fi 7, точки доступа BLE для маяков);
- Системы автоматизации общедомовых нужд (управление освещением подъездов, лифтами, насосами, вентиляцией, охраной периметра).

Главный технологический тренд — стандартизация. Долгие годы рынок умного дома был фрагментирован: ZigBee для одних устройств, Z-Wave для других, проприетарные протоколы — для третьих. С 2022 года стартовал глобальный стандарт Matter (разработан Connectivity Standards Alliance), который позволяет устройствам разных производителей работать в единой сети через Wi-Fi и Thread. К 2026 году Matter становится отраслевым стандартом, и в российских проектах его поддержка закладывается в спецификациях.

Российские игроки рынка умного дома для МКД — «Сбер» (платформа «Сбер» в проекте smart-района), «Яндекс» (через интеграции с устройствами «Алиса»), ЕКФ (собственная линейка устройств умного дома и шоурум), «Ростелеком», «Эра», «Эконод», «Технопарк», «Сферум». Сегмент развивается быстро, но проблема стандартизации до конца не решена — каждая крупная экосистема пытается зацепить пользователя в свою орбиту.

Для проектировщика важно следующее. Заложенная на этапе строительства электротехническая основа определяет, что возможно будет внедрить в эксплуатации. Если шахты слаботочных систем сделаны тесными, без резерва по количеству трасс, никакая последующая модернизация умного дома не сможет работать корректно. Современные проекты учитывают это с большим запасом — что повышает капитальные затраты, но окупается в эксплуатации.

Импортозамещение в электротехнике зданий

После 2022 года российский рынок электротехнического оборудования про-

шел через серьезную перестройку. К 2026 году картина сложилась следующая.

Закрото практически полностью:

— Кабельная продукция всех типов и категорий, включая огнестойкую. Уровень российского производства превышает потребности рынка, экспортируется в страны ЕАЭС. — Низковольтные комплектные устройства (НКУ) — щиты, шкафы, ВРУ, ГРЩ массового сегмента. — Бытовая модульная автоматика — автоматы, УЗО, дифавтоматы массового сегмента (IEK, ЕКФ, КЭАЗ, DEKraft). — Светотехническое оборудование общего назначения. Десятки крупных российских производителей. — Бытовые приборы учета электроэнергии (Энергомера, Тайпит, Инкотекс, Меркурий). — Контактная аппаратура для ВРУ и ГРЩ массового сегмента.

Закрото частично:

— Среднее напряжение (6–35 кВ) — российские производители КРУ, КСО, силовых трансформаторов закрывают существенную долю рынка, но премиальный сегмент по-прежнему за импортом (Siemens через параллельный импорт, китайские бренды, белорусские «Минский электротехнический»).

— Промышленная автоматика и системы управления — ОВЕН, КонтрАвт, Прософт-Системы, Триол, Веспер закрывают значительную часть, но премиум и специализированные сегменты по-прежнему импортируются.

— Источники бесперебойного питания — растет российская доля, но премиум-сегмент по-прежнему импортный или совместный с Китаем.

— Системы автоматизации зданий KNX, DALI — оборудование частично заменяется китайскими и российскими решениями, но мировые игроки (ABB i-Bus, Gira, Jung, Lutron) по-прежнему присутствуют через параллельные каналы.

Не закрыто или закрыто слабо:

— Премиальная коммутационная аппаратура низкого напряжения с прецизионными характеристиками (Siemens 3VA, ABB Tmax XT, Eaton NZM). — Силовые трансформаторы большой мощности (более 25 МВА). — Высокочастотные преобразователи и драйверы для специализированных применений. — Прецизионные приборы учета и измерительная аппаратура. — Современные системы учета электроэнергии для крупной коммерческой и промышленной электроэнергетики премиального сегмента.

Главное технологическое замечание — российский рынок электротехнических компонентов масс-маркета удивил всех своей готовностью к замещению. За три года объемы производ-

ства российских и евразийских производителей выросли двух- и трехкратно. Качество базовой продукции достигло уровня, при котором ее используют в том числе на престижных объектах. Бюджетные сегменты полностью закрыты, и в обозримой перспективе зависимости от импорта в массовом строительстве уже не возникнет.

Узкие места и направления развития

Подведу итог по тому, где сегодня сосредоточены главные проблемы и куда смещается рынок.

Сети. Сетевая инфраструктура многих городов России работает на пределе. Технологическое присоединение крупных строительных проектов — годы ожидания, сотни миллионов рублей на финансирование подстанций и кабельных линий. Эта ситуация определяет градостроительную политику: новые жилые комплексы строят там, где есть мощность, а не где это градостроительно осмысленно.

Категорийность. Растет доля объектов, требующих первой категории надежности — высотные здания, ЦОДы, медицинские центры, технопарки. Это создает спрос на двойное и тройное резервирование, на собственную генерацию, на сложные системы АВР.

Кадры. В отрасли остро не хватает квалифицированных проектировщиков и монтажников. Современный электротехнический проект — это нормативные требования из десятков документов, BIM-моделирование, расчет коротких замыканий, селективность защит, интеграция с системами автоматизации. Учебные программы вузов не успевают за технологиями, а внутренние программы крупных проектных институтов формируются медленно.

Документооборот и экспертиза.

Государственная экспертиза проектной документации — медленная, часто формальная, не всегда квалифицированная в части новых технологических решений. Прохождение экспертизы для крупного объекта может занимать 6–12 месяцев, что в условиях быстрого устаревания технологий — серьезный тормоз.

Стандарты. Несмотря на активную работу Минстроя и других ведомств по обновлению нормативки, ряд ключевых документов содержит устаревшие технические требования. Проектировщику регулярно приходится искать компромиссы между формальным соответствием СП и реальной технологической целесообразностью.

Импорт критических компонентов.

Силовая электроника высокого класса, прецизионная контрольно-измерительная аппаратура, специализированные системы автоматизации — здесь зависимость от импорта остается высокой, и быстрое замещение в обозримой перспективе не реалистично.

Эксплуатация. Качество эксплуатации электротехнических систем зданий в России — отдельная и часто болезненная тема. Управляющие компании не всегда располагают компетентным персоналом, способным грамотно эксплуатировать современные системы автоматизации. Это снижает реальную энергоэффективность зданий даже при хорошем проекте.

Что определит рынок на горизонте 2027–2030

Несколько направлений, которые с высокой вероятностью будут формировать электротехническую часть строительства в следующие четыре-пять лет.

Первое — массовое распространение зарядной инфраструктуры для электромобилей. Если темпы прироста парка электромобилей в России сохранятся, к 2030 году требования к проектированию ЭЭС в жилых и коммерческих объектах вырастут с нынешних 5–10% парковочных мест до 25–40%. Это потребует принципиальной перестройки магистральных кабельных сетей зданий, переосмысления электрических вводов, появления собственных трансформаторных подстанций глубокого ввода для крупных жилых комплексов.

Второе — рост сегмента микрогенерации в МКД, особенно после ожидаемого принятия поправок в закон об электроэнергетике. К 2030 году можно ожидать сотни тысяч квартир в МКД с долевым правом на коллективные солнечные установки.

Третье — переход на электроотопление в новых проектах. Газификация в крупных городах останется, но в средней полосе и на юге растет сегмент жилья с тепловыми насосами и инфракрасными системами обогрева. Это меняет всю расчетную нагрузку дома — добавляет 8–15 кВт на квартиру.

Четвертое — массовое внедрение интеллектуального учета электроэнергии. К 2030 году доля «умных» приборов учета в МКД должна приблизиться к 100%, что создаст основу для новых тарифных моделей (час-зональные тарифы, динамические тарифы, реер-to-реер обмен энергией между квартирами).

Пятое — углубление BIM-проектирования и переход к цифровым двойникам зданий, эксплуатируемым на протяжении всего жизненного цикла. Это потребует от электротехнических

Эксплуатация. Качество эксплуатации

электротехнических систем зданий в России —

отдельная и часто болезненная тема

проектировщиков владения IT-инструментами на уровне инженерных, а не вспомогательных компетенций.

Шестое — рост доли коммерческих ЦОДов в городском строительстве. К 2030 году совокупная мощность российских коммерческих ЦОД может удвоиться, и значительная часть новых объектов будет строиться непосредственно в составе бизнес-центров и технопарков. Это смешивает традиционные требования к коммерческому зданию с экстремальными требованиями к электроснабжению ЦОД, что создает новый, очень требовательный класс проектных задач.

Седьмое — постепенный отказ от наиболее опасных в пожарном отношении кабельных решений. К 2030 году в зданиях с массовым пребыванием людей применение даже кабелейнг-LS, вероятно, окажется недостаточным — нормативы будут двигаться в сторонунг-HF инг-FRHF как универсального стандарта.

Вместо заключения

Электротехника в строительстве — отрасль, в которой одновременно идут несколько разнонаправленных процессов. С одной стороны, фундаментальные подходы — расчет нагрузок, выбор сечений, проектирование защитной аппаратуры — за последнее столетие почти не изменились: те же законы Ома и Кирхгофа, те же ПУЭ как несущий документ, те же базовые принципы категоричности. С другой стороны, технологическая начинка зданий обновилась настолько радикально, что современный проект ЭС имеет с проектом двадцатилетней давности больше различий, чем сходства.

Ключевые изменения сводятся к нескольким векторам. Расчетные нагрузки растут — на квартиру, на квадратный метр, на парковочную ячейку. Категорийность ужесточается — больше объектов требуют первой и особой первой категории, больше резервирования, больше собственной генерации. Цифровизация проникает во все слои — от BIM-проектирования до цифровых двойников эксплуатируемых зданий. Энергоэффективность становится не пожеланием, а нормативным требованием с прогрессирующей шкалой.

Зарядная инфраструктура для электромобилей входит в обязательный набор. Микрогенерация выходит за пределы частных домов и заходит в МКД. Стандарты пожарной безопасности кабельной продукции и электроустановок ужесточаются каждые несколько лет.

При этом российская электротехническая промышленность в массовом сегменте к 2026 году доказала способность к замещению ушедших или ограничивших поставки западных производителей. Большая часть оборудования для строительства зданий гражданского назначения сегодня — отечественная или китайская при сохранении приемлемого качества. Премиальные и специализированные сегменты остаются проблемными, но они и составляют относительно небольшую часть рынка.

Главный нерешенный вопрос на горизонте до 2030 года — сможет ли отрасль вырастить достаточное количество квалифицированных проектировщиков, монтажников, эксплуатирующих специалистов под усложнившиеся технологические требования. Нормативная база может быть какой угодно современной, оборудование — каким угодно современным, но если в проектом институте не хватает компетентного главного инженера проекта, если на стройке монтаж выполняют люди, не понимающие отличий междунг-LS инг-FRHF, если в управляющей компании никто не знает, как калибровать систему DALI, — все технологические преимущества теряются на полпути.

Электротехника в строительстве больше не служебная инженерия. Это одна из самых сложных и быстро меняющихся технических дисциплин, в которой каждый год появляются новые задачи и новые инструменты. Тот, кто относится к ней по-старому, как к мелочи в конце проекта, рискует получить здание, которое технически устарело в момент сдачи. Тот, кто видит ее как стратегическую систему здания и проектирует с учетом перспектив следующих 15–20 лет, получает объект, способный эволюционировать вместе с временем. От этого выбора во многом зависит и качество жилищного строительства, и эффективность коммерческой недвижимости, и устойчивость городской инфраструктуры в целом.

Техническое обслуживание электротехнического оборудования: стратегии и решения

■ Борис Белов

В отрасли есть избитая формула: «Оборудование служит ровно столько, сколько за ним ухаживают». Звучит как банальность, но за ней стоит вполне конкретная статистика. Главный инженер любого крупного промышленного предприятия скажет одно и то же: 70–80% всех внеплановых простоев связаны не с заводским браком оборудования и не с ошибками проектирования, а с нарушениями режима технического обслуживания. Не вовремя сделали ППР. Не сменили масло в трансформаторе. Не протянули контактные соединения. Не проверили заземляющий контур после ремонта. Не убрали накопившуюся пыль из шкафа КРУ.

Каждое из этих «не» в отдельности — мелочь. Все вместе — это километры остановленных конвейеров, тонны невыпущенной продукции, миллионы рублей штрафов за невыполненные контракты, и в худших сценариях — травмы и смерти людей, пожары и техногенные катастрофы.

Поэтому стратегии технического обслуживания — это не «приложение» к эксплуатации, а ее сердцевина. Решение о том, по какой стратегии обслуживать конкретное оборудование, имеет финансовые последствия в горизонте десяти-двадцати лет. И, что важнее, последствия для безопасности — людей и окружающей среды.

К середине 2026 года российская индустрия техобслуживания электрооборудования подошла в ситуации, которую можно описать как «ускоренное взросление под внешним давлением». С одной стороны — быстро ужесточающиеся регуляторные требования (ПТЭЭП в редакции 2023 года, новые стандарты профессиональной аттестации, контроль Ростехнадзора). С другой — острая нехватка квалифицированных кадров и параллельно идущая цифровая трансформация, в которой Россия движется одновременно с глобальным рынком, но в собственном темпе.

Попробуем разобраться, какие стратегии ТО работают сегодня, что

меняется в инструментарии и куда движется отрасль.

Базовая классификация: четыре стратегии, которые надо различать

Любой разговор о техническом обслуживании начинается с понимания того, какие подходы к нему вообще существуют. Их четыре, и каждый имеет свои плюсы и минусы.

Эксплуатация до отказа (Run-to-Failure, RTF). Самая древняя стратегия и самая дешевая на CAPEX. Оборудование работает до тех пор, пока не сломается, потом его чинят или заменяют. Никаких профилактик, никаких регламентов. Применяется до сих пор — для расходных и недорогих устройств, поломка которых не несет серьезных последствий: электроустановочная фурнитура, типовые лампы, простые выключатели в малозначимых цепях. Для серьезного электрообору-

дования RTF неприемлема, потому что цена внепланового отказакратно превышает стоимость профилактики. Но как фоновый режим для расходников она существует, и это нормально.

Планово-предупредительный ремонт (ППР). Классическая советская и постсоветская стратегия, до сих пор лежащая в основе нормативной базы для большинства электрооборудования. Ремонт и обслуживание планируются по календарю или по наработке, независимо от фактического состояния оборудования. Раз в год — текущий ремонт, раз в три года — средний, раз в пять-восемь — капитальный. Все объемы прописаны в типовых регламентах и корпоративных стандартах. Главное достоинство ППР — предсказуемость затрат и понятность планирования. Главный недостаток — расход ресурса оборудования впустую: если трансформатор в идеальном состоянии, мы его всё равно выводим в ремонт «по графику», теряя деньги на работах и простоях. И наоборот: если оборудо-



вание деградирует быстрее регламента, ППР это пропустит, и отказ все-таки случится.

В настоящее время стратегия ППР продолжает использоваться на многих предприятиях, в первую очередь для ответственного оборудования и оборудования, выход которого из строя может представлять опасность для окружающей среды, здоровья и жизни человека. Это нормально: там, где речь идет о безопасности, экономия на профилактике — плохая идея.

Обслуживание по состоянию (Condition-Based Maintenance, CBM). Стратегия, которая стала возможной благодаря развитию диагностических методов: тепловизионного контроля, вибродиагностики, хроматографии масла, регистрации частичных разрядов. Логика проста: оборудование непрерывно или периодически контролируется, и когда параметры начинают выходить за норму, тогда и проводится обслуживание. До этого момента — работает себе и работает. Преимущество — рациональное использование ресурса оборудования и снижение объема ненужных работ. Недостаток — требуется развитая диагностическая инфраструктура и квалифицированный персонал, способный правильно интерпретировать данные.

Обслуживание по надежности (Reliability-Centered Maintenance, RCM). Концептуально самая продвинутая стратегия, разработанная в авиационной промышленности в 1960-х и распространившаяся затем на промышленность, энергетику,

В настоящее время стратегия ППР продолжает использоваться на многих предприятиях

нефтегазовый сектор. RCM строится на инженерном анализе вероятных причин отказов и определении безопасного уровня обслуживания «по минимуму». Каждый элемент оборудования сначала тщательно анализируется по критичности, режимам отказов и их последствиям, и только после этого принимается решение о стратегии обслуживания именно для этого элемента. RCM — не «одна стратегия на всё», а методология выбора стратегии для каждого узла в отдельности. Многие эксперты рассматривают эту систему как самую эффективную в отношении затрат, потому что она позволяет точно балансировать между стоимостью обслуживания и стоимостью отказа.

Параллельно существует **TPM (Total Productive Maintenance)** — японская концепция «всеобщего ухода за оборудованием», в которой ответственность за профилактику и базовое обслуживание возлагается на самих операторов оборудования, а не только на ремонтные службы. И **Lean Six Sigma** — методология, которая в части ТО фокусируется на устранении потерь и минимизации вариативности процессов.

Нормативная основа выбора стратегии в России — ГОСТ Р 57329–2016, в котором под стратегией ТОиР понимается комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание эксплуатационных характеристик оборудования в соответствии с производственными требованиями. Документ задает рамку — не диктует, как именно обслуживать, но требует осознанного выбора подхода.

Реалистичная картина в российской промышленности на 2026 год: гибридная. Ответственное оборудование с потенциальной угрозой жизни и экологии — ППР по корпоративным стандартам (часто — на основе СТО 34.01–24–002–2018 «Организация технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики»). Условно-ответственное оборудование — постепенный переход к CBM с применением современных методов диагностики. Расходники и неотвеченная фурнитура — RTE. Полноценные RCM-программы — пока редкость, в основном на крупных промышленных и энергетических объектах с зарубежными корнями (или изначально проектированных по западным стандартам).

ППР в новой реальности: что обновилось в нормативке

Главный регуляторный сдвиг последних лет — обновленные Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) в редакции приказа Минэнерго № 811 от 12 августа 2022 года, вступившие в силу 7 января 2023-го. К маю 2026-го отрасль с ними более или менее свыклась, но ряд изменений напрямую касается стратегии ТО и заслуживает напоминания.

С 2023 года ответственный за электрохозяйство должен быть штатным сотрудником организации из числа административно-технического персонала — передавать эту функцию подрядчику запрещено. На практике это серьезная перестройка для среднего бизнеса, где ответственный нередко работал по совместительству от обслужи-



вающей компании. Аутсорсинг самой эксплуатации остался — нельзя только аутсорсить ответственность.

Проверка знаний электротехнического персонала, выполняющего наладку, монтаж, ремонт и профилактические испытания, обязательна не реже одного раза в 12 месяцев. Для административно-технического персонала и специалистов по охране труда, инспектирующих электроустановки, — не реже одного раза в три года. Эти сроки на практике задают ритм всей программы ТО: даже если по внутренним стандартам компании их можно было бы сместить, формальная аттестация не сместится.

Ответственный за электрохозяйство обязан не реже одного раза в три года сверять электрические схемы и чертежи установок с фактическим состоянием. Это требование прямо влияет на качество всех последующих работ по ТО: если документация не соответствует факту, ремонт идет в условиях неопределенности, что повышает аварийность.

Объемы и периодичность испытаний электрооборудования по-прежнему регламентируются РД 34.45–51.300–97 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» (шестое издание). Документ далеко не молодой, но он остается настольной книгой для электролабораторий и наладчиков. В нем впервые на нормативном уровне закреплены методы, не требующие вывода оборудования из работы: хроматографический анализ растворенных в масле газов, инфракрасная диагностика, регистрация частичных разрядов. Это — мост от классического ППР к стратегии СВМ, проложенный еще в 1990-х, но в полной мере востребованный только сейчас.

Дополнительный регуляторный фактор — обновленный СП 6.13130 «Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности», утвержденный приказом МЧС № 1263 от 29 декабря 2025 года. Старая редакция СП 6.13130.2021 действует до конца июня 2026-го, после чего полностью замещается новой. Документ задает расширенные требования к ТО электроустановок, входящих в системы противопожарной защиты — для эксплуатантов это означает дополнительный объем периодических проверок и переоформление программ испытаний.

Игнорирование требований ПТЭЭП по статье 9.11 КоАП РФ влечет административную ответственность вплоть до приостановки деятельности предприятия на срок до 90 суток. Это, кстати, единственный весомый рычаг, который в ряде случаев заставляет нерадивых эксплуатантов все-таки делать то, что полагается. Не из любви к надежности, а из страха перед инспектором — но результат тот же.

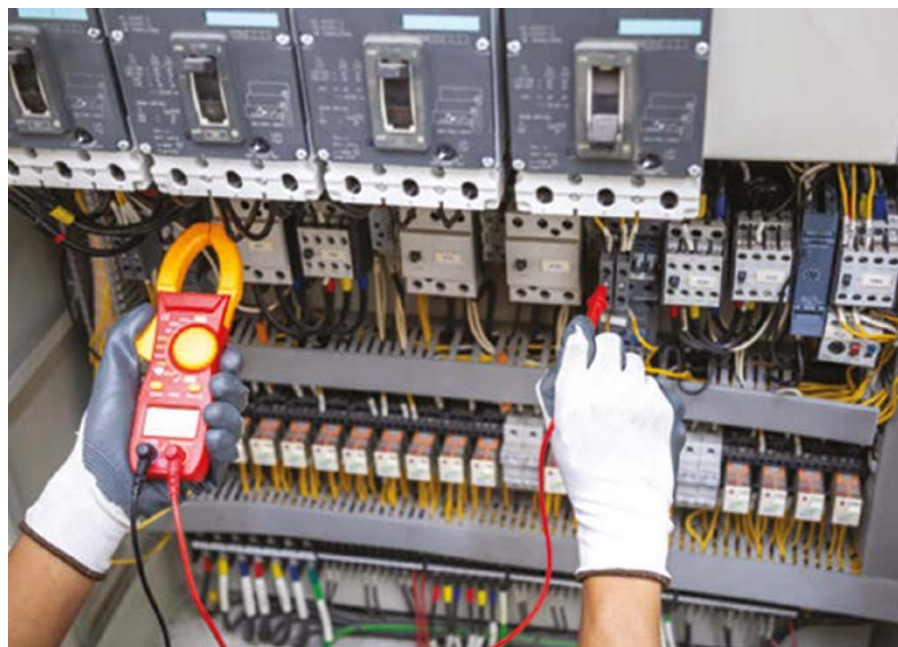
Где живет реальная экономика ТО

Любая стратегия обслуживания — это в конечном счете арифметика. Сколько стоит поддерживать оборудование в хорошем состоянии против того, сколько стоит позволить ему сломаться. Эту арифметику стоит делать честно — слишком часто ее делают только наполовину.

Стоимость отказа складывается из нескольких составляющих, а большинство расчетов учитывают только одну — стоимость самого ремонта. Между тем структура реальных потерь от неплановой остановки электрооборудования выглядит так. Ремонт или замена самого оборудования — обычно 10–25% общих потерь. Сопутствующие повреждения — короткие замыкания и аварии в электрооборудовании

имеют каскадный характер: сгорает не только дефектный элемент, но и соседние, защита которых не сработала или сработала с опозданием. Простой производства — основная составляющая, особенно на непрерывных процессах: пищевая промышленность, металлургия, химия, ЦБП. Один час простоя металлургического конвертера может стоить десятки миллионов рублей. Штрафные санкции по контрактам с потребителями — отдельная статья. Репутационный ущерб. Ущерб от пожара или травмы людей — там, где это происходит, разговор уже не про экономику, а про юридическую и моральную ответственность.

Если посчитать всё это вместе, типичная экономика выглядит так: качественное ТО стоит порядка 3–6% от стоимости оборудования в год. Стоимость одного серьезного отказа — от



двух до десяти годовых стоимостей ТО. Получается, что не делать ТО можно при условии, что отказы будут случаться не чаще одного раза в 30–80 лет. На практике для электрооборудования, прошедшего нормативный срок службы (а такого в России много: средний возраст оборудования российского электросетевого комплекса — около 35 лет), отказы случаются на порядок чаще.

Из этой арифметики выводится одно из ключевых положений современной концепции ТО: чем старше оборудование, тем выше окупаемость хорошей программы обслуживания. На новом оборудовании можно экономить на профилактике с меньшим риском. На пятидесятилетнем трансформаторе экономия на ТО почти гарантированно конвертируется в дорогостоящий отказ.

Вторая важная составляющая экономики — структура распределения

затрат между плановыми работами и аварийным ремонтом. На предприятии с выстроенным ТО соотношение «плановые/аварийные» работы — порядка 80/20 или 85/15. На проблемном предприятии — может быть 50/50 и хуже. И это не только вопрос технического состояния парка: это вопрос управленческой культуры. Аварийный ремонт почти всегда дороже планового — за счет сверхурочных часов, экстренных закупок, нарушения графиков других работ, давления на персонал. Сдвиг от 50/50 к 80/20 — это типичная экономия в 25–40% на годовых эксплуатационных расходах.

Аутсорсинг: что и кому передавать

К маю 2026 года российский рынок аутсорсинга технического обслужи-

вания электрохозяйства — это вполне зрелый сегмент с понятной структурой и устоявшимися практиками.

Передается непрофильная функция на сторону — это управленческое решение с понятной мотивацией. Эксплуатация электроустановок не приносит выручки напрямую — она обеспечивает работоспособность того, что ее приносит. Поэтому в концепции «фокус на основной бизнес» аутсорсинг электрохозяйства логичен. Профильная компания, занимающаяся обслуживанием десятков объектов, имеет более развитые компетенции, лучшее оборудование, отлаженные процессы и систему круглосуточной поддержки, чем штатный электрик одного отдельно взятого предприятия.

Что обычно передается на аутсорсинг. Плановое техническое обслуживание электрооборудования — регламентные работы по графику. Оперативно-техническое обслуживание — текущий контроль состояния, реагирование на инциденты, переключения. Ведение эксплуатационной документации — журналы, графики, отчеты, отслеживание сроков периодических испытаний. Подготовка и сопровождение проверок Ростехнадзора. Поиск и координация работы субподрядчиков на специализированные работы (высоковольтные испытания, ремонт трансформаторного масла, специфическая диагностика). Разработка инструкций, проведение инструктажей.

Что обычно не передается. Ответственность ответственного за электрохозяйство — по новым ПТЭЭП это запрещено законодательно. Стратегические решения о модернизации, замене оборудования, изменении схем электроснабжения — это компетенция собственника. Доступ к критическим системам безопасности — там, где есть требования по информационной безопасности и допускам к гостайне.

Структура аутсорсинговой компании, обслуживающей электрохозяйство, в типичном виде включает: оперативный диспетчерский центр с круглосуточной поддержкой, выездные бригады со специализированной техникой, собственную электроизмерительную лабораторию (ЭТЛ) или партнерскую — для проведения периодических испытаний, инженерный отдел для разработки решений и сопровождения проверок, систему управления заявками с мобильным приложением для работников.

Ценовой ориентир по российскому рынку: комплексное техническое обслуживание электрохозяйства типичного коммерческого объекта (офис, торговый центр среднего размера) — от 80 до 250 тысяч рублей в месяц в зави-



Любая стратегия обслуживания — это в конечном счёте

арифметика

симости от количества линий, мощности, наличия сложного оборудования. Промышленные объекты с трансформаторными подстанциями — от 200 тысяч и до миллионов рублей в месяц. На рынке работают как федеральные игроки (с филиалами в крупных регионах), так и сильные региональные компании. Среди клиентов крупных операторов аутсорсинга — известные холдинги, ритейл-сети, банковские структуры, объекты культуры и здравоохранения.

Главные риски, которые надо учитывать при выборе исполнителя: квалификация персонала (наличие собственной обученной команды, а не субподряд по факту), наличие действующего свидетельства о регистрации электролаборатории в Ростехнадзоре, реальный офис и оборудование (а не «компания-пустышка»), отзывы от существующих клиентов с возможностью верификации. Дешевый аутсорсинг электрохозяйства часто обходится очень дорого, когда выясняется, что обещанные работы фактически не делались, документация — формальность, а в момент аварии выехать некому.

Цифровая трансформация: EAM-системы и мобильный ТОиР

Если стратегия — это ответ на вопрос «Что делать?», то цифровые системы управления ТОиР — это ответ на вопрос «Как организовать выполнение?». В современной промышленной эксплуатации без специализированного программного обеспечения говорить о системном техобслуживании можно только в очень небольших масштабах.

Класс программного обеспечения, отвечающий за управление активами и техническим обслуживанием, в международной терминологии называется EAM (Enterprise Asset Management). В России также распространено название «системы ТОиР» — техническое обслуживание и ремонт. Функционально это одно и то же.

Что делает типичная EAM-система. Ведет реестр всех технических активов — от высоковольтного трансформатора до настольной лампы в кабине-

те директора, с привязкой к зданиям, помещениям, технологическим схемам. Хранит техническую документацию по каждому объекту — паспорта, схемы, инструкции, акты предыдущих ремонтов. Автоматически рассчитывает графики ППР по каждой единице оборудования с учетом регламентов и наработок. Управляет жизненным циклом нарядов на работу — от формирования заявки до закрытия наряда с отчетом

о выполненных работах. Связывает работы с потреблением ЗИП и расходных материалов, что позволяет планировать снабжение. Ведет историю отказов и ремонтов для каждой единицы оборудования. Формирует управленческую отчетность — КРІ ТОиР, уровень готовности оборудования, структуру затрат, тренды повреждаемости.

В современных системах добавляются модули предиктивной аналитики, интеграция с датчиками IoT, мобильные приложения для полевых работников, ВІМ-интеграция для крупных объектов, бизнес-аналитика на больших данных.

Российский рынок EAM-систем после 2022 года заметно перестроился. До ухода глобальных вендоров доминирующие позиции занимали SAP PM, IBM Maximo, HxGN EAM (бывший Infor EAM). Эти продукты были



глобальным стандартом для крупного бизнеса и активно внедрялись на больших российских предприятиях ТЭК, металлургии, химии.

После их ухода (или существенного ограничения поддержки) на освободившиеся позиции пришли отечественные продукты. Лидер локального рынка — «1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования» от компании «Деснол Софт» в редакциях для типовых и крупных предприятий. Продукт основан на хорошо знакомой российским пользователям платформе «1С: Предприятие 8», что радикально упрощает внедрение и интеграцию с существующими корпоративными системами учета. Конкурируют решения от IBS (модуль ЕАМ на платформе 1С), Naumen, ТУРБО ТОРО, ряда других вендоров. Свои разработки в этом классе разви-

вают также крупнейшие промышленные холдинги для собственных нужд.

Тренд цифровизации ТОиР в России характеризуется одной важной особенностью, которую отмечают все, кто работает в этой области: огромный разрыв между лидерами и основной массой. По различным экспертным оценкам, в России около 10% предприятий находятся на острие цифровой трансформации ТОиР — у них полноценные ЕАМ-системы, мобильные приложения, IoT-датчики, элементы предиктивной аналитики. Оставшиеся 90% не достигли даже базового уровня автоматизации: учет активов в Excel, наряды на работы — на бумаге, документация — в личных папках главного инженера.

Это означает, что для большинства российских предприятий задача цифровой трансформации ТОиР звучит не

как «внедрить ИИ для прогнозирования отказов», а как «навести порядок в базовых процессах, перенести их из бумаги и Excel в специализированную систему, а затем уже начинать строить аналитику и предиктивные модели». Это естественный путь, и сокращать его попытками сразу прыгнуть в Industry 4.0 — типичная ошибка управленцев, начитавшихся презентаций.

Отдельный важный сегмент цифровизации — мобильный ТОиР. Исследование 2025 года, проведенное одним из крупных российских интеграторов, показало: 50% предприятий считают наличие мобильного решения в процессах ТОиР критически необходимым. Логика проста: ремонтник работает не за компьютером в офисе, а на оборудовании. Заполнение бумажных нарядов, ведение журналов в тетрадях, последующий перенос данных в учетную систему — это потери времени и источник ошибок. Современный мобильный ТОиР дает работнику планшет или смартфон с приложением, в котором: видна назначенная работа, доступна вся документация по объекту, можно отметить выполненные операции, сфотографировать дефекты, заказать ЗИП. Данные синхронизируются с центральной системой в реальном времени.

Эффект от внедрения мобильного ТОиР: рост производительности персонала на 15–25%, сокращение времени оформления нарядов в разы, рост точности данных в управленческой отчетности, ускорение реакции на инциденты. Окупаемость — обычно в течение года. SaaS-архитектура, IoT, элементы AI/ML и AR/VR в мобильных решениях постепенно становятся стандартом, особенно у крупных вендоров.

Предиктивная аналитика: где она реально работает, а где нет

Самая модная тема последних лет в области ТО — предиктивное обслуживание. Идея простая и красивая: оборудование оснащается датчиками, данные с которых непрерывно анализируются алгоритмами машинного обучения, и система за недели или месяцы до фактического отказа сигнализирует «Здесь скоро сломается, готовьте ремонт». Между плановым обслуживанием и аварийным — третий путь, более рациональный, чем оба.

В теории всё работает, на практике — с оговорками.

Где предиктивная аналитика действительно дает результат на российской промышленности. Вращающееся оборудование с регулярной нагрузкой — электродвигатели, генераторы, насосы, вентиляторы, компрессоры.



Главный вызов — не Industry 4.0, а закрытие отставания от 90 % предприятий

Здесь основным методом является вибродиагностика. Датчики вибрации устанавливаются на корпусе оборудования, непрерывно или периодически снимают спектр вибраций, а аналитический алгоритм по характерным сигналам определяет состояние подшипников, дисбаланс роторов, расцентровку валов, дефекты обмоток электромашин, проблемы передач. Технология применяется в России десятилетиями — сначала на специальных диагностических обходах с ручными приборами, теперь всё чаще в виде стационарных систем непрерывного контроля.

Силовые трансформаторы — отдельная зрелая ниша. Хроматографический анализ растворенных в масле газов, контроль температуры обмоток и масла, мониторинг частичных разрядов, состояние высоковольтных вводов, индикаторы утечек. Системы непрерывного мониторинга трансформаторов от российских и партнерских поставщиков (БО-Энерго, ряд других) реально работают на крупных энергетических объектах, выявляя развивающиеся дефекты за месяцы до отказа.

Высоковольтные коммутационные аппараты — мониторинг параметров переключений, состояния контактов, оценка ресурса по числу циклов и интегральной нагрузке.

Где предиктивная аналитика работает плохо или не работает вовсе. Оборудование с резко переменной нагрузкой, не имеющее стабильного эталонного режима, — здесь алгоритмы машинного обучения часто не могут отличить нормальную работу от развивающегося дефекта. Простое оборудование, где стоимость датчика и системы обработки данных превышает стоимость самого оборудования — нет экономики. Объекты, где исторические данные об отказах не накоплены или их недостаточно для обучения моделей — алгоритмам просто не на чем учиться.

Главное ограничение, о котором говорят все практики, кто реально работает с предиктивной аналитикой: данные часто нерепрезентативны или механизм обучения несовершенен, корреляция в исторических данных не означает причинно-следственной связи, и предсказания часто имеют рекомендательный характер, без гарантий точного расчета. Поэтому ИИ в ТОиР —

это инструмент в руках инженера, а не его замена. Об этом говорят все, кто прошел через реальное внедрение; забывают только те, кто продает коробочные решения.

Стоимость полноценной системы предиктивного обслуживания на одну единицу крупного оборудования (силовой трансформатор, мощный электродвигатель, центробежный компрессор) — от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов рублей с учетом датчиков, аппаратной инфраструкту-

ры, программного обеспечения и аналитики. Окупается такая инвестиция при условии высокой стоимости отказа и достаточно большого парка однотипного оборудования, на котором можно отбить разработку моделей.

Хорошая новость: технологии становятся доступнее. Появляются недорогие IoT-датчики вибрации на основе MEMS-сенсоров с собственной обработкой данных, способные передавать диагностические сигналы по LoRaWAN или NB-IoT с многолетним питанием от батареи. Это меняет экономику предиктивного контроля для среднего сегмента оборудования, где раньше его внедрение было нерентабельно.

Кадры: первая проблема отрасли

Регуляторная сторона кадрового вопроса. ПТЭЭП требуют ежегодной проверки знаний электротехнического



персонала. Это формальное требование, но оно создает инфраструктуру переподготовки и аттестации, которая в среднем работает. Учебные центры, аккредитованные на обучение, есть в каждом крупном регионе. Программы повышения квалификации — десятки направлений. Формальный уровень компетенций персонала более или менее поддерживается.

Реальный уровень — другая история. Аттестационные процедуры далеко не всегда соответствуют декларируемой строгости. Часть учебных центров выдает удостоверение формально, без реального обучения. Часть работодателей это устраивает — главное, чтобы у сотрудника была корочка. В результате на рынке есть люди с пятой группой допуска, которые в реальной аварии не справятся, и люди с третьей группой, которые делают сложную работу лучше многих «пятерок».

Управленческий вывод: при выборе аутсорсингового партнера или формировании штатной службы стоит смотреть не столько на формальные группы допуска и сертификаты, сколько на реальную историю работы, конкретные кейсы, способность специалистов рассказать, как они работают, и желательно — отзывы предыдущих заказчиков, которые удалось верифицировать.

Прогноз: куда движется отрасль

Несколько ключевых направлений, по которым российская индустрия ТО электрооборудования будет развиваться в ближайшие три-пять лет.

Постепенный сдвиг от ППР к СВМ. Это движение идет уже несколько лет и продолжится. Драйверы: удешевление диагностического оборудования (тепловизоров, виброизмерителей, газоанализаторов), развитие диагностических компетенций электролабораторий, прямые

экономические аргументы для собственников. К 2028–2029 годам обслуживание по состоянию для значительной части промышленного электрооборудования станет нормой, а не исключением.

Цифровизация базовых процессов в среднем сегменте. Главный вызов — не Industry 4.0, а закрытие отставания от 90% предприятий. Внедрение типовых ЕАМ-решений (прежде всего «1С:ТОИР» как наиболее доступного и понятного для рынка) на средних и небольших предприятиях. К 2030 году доля российских предприятий с полноценной автоматизированной системой управления ТОиР может вырасти с текущих 10% до 30–35%.

Распространение мобильного ТОиР как стандарта. Это уже идет быстрыми темпами и завершится в течение трех-четырех лет: бумажные журналы и наряды на ремонт на крупных и средних предприятиях исчезнут.

Развитие предиктивных систем для крупного оборудования. Вместо «попыток применить ИИ ко всему подряд» — точечные внедрения там, где есть реальная экономка: силовые трансформаторы, мощные электродвигатели, ответственные приводы. Здесь уже сложилась проверенная методология, и ее применение будет расширяться.

Усиление аутсорсинговой модели в среднем сегменте. Эксплуатация электрохозяйства для среднего бизнеса — это область, где сила специализации играет однозначно за аутсорсинг. Тренд — на консолидацию рынка вокруг крупных профильных игроков с понятной репутацией и масштабом.

Решение кадрового вопроса через автоматизацию. Раз квалифицированных людей мало, путь — повышение производительности тех, кто есть. Автоматизация рутинных операций (формирование нарядов, сбор данных, отчет-

ность) высвобождает время инженеров для содержательной работы. Это будет одним из главных факторов конкурентоспособности эксплуатационных служб.

Дальнейшее ужесточение нормативного контроля. Ростехнадзор постепенно усиливает требования к документированию работ по ТО, к аттестации персонала, к обеспечению безопасности. Это работает в одном направлении с экономическими стимулами и подталкивает рынок к более качественной практике.

Вместо итогов

Техническое обслуживание электрооборудования — одна из тех областей, где разрыв между «как должно быть» и «как реально есть» в российской индустрии остается серьезным. На уровне передовых предприятий российское ТО ничем не уступает мировой практике: продвинутые ЕАМ-системы, мобильные решения, элементы предиктивной аналитики, качественная диагностика, обоснованный выбор стратегий. На уровне массового рынка ситуация существенно хуже — Excel, бумажные журналы, нерегулярные ППР, формальная отчетность, отсутствие реальной программы поддержания надежности.

Хорошая новость: разрыв медленно, но сокращается. Регуляторное давление, экономические стимулы, доступность отечественных программных решений и развитие культуры эксплуатации работают в одном направлении. Отстающие подтягиваются. Не быстро, но подтягиваются.

Из этого следует прагматический вывод для собственников и управленцев. ТО — не «обременение», а инвестиция с понятной доходностью. Качественная программа ТО электрооборудования стоит порядка 3–6% от стоимости активов в год. Стоимость одного серьезного отказа —кратно выше. Аутсорсинг непрофильной функции у грамотного партнера обходится дешевле и качественнее, чем штатная служба «на минимуме». Инвестиции в цифровизацию базовых процессов окупаются обычно в течение года-полтора. Предиктивная аналитика на крупном оборудовании — окупается в большинстве случаев.

Аргументов в пользу системного, осознанного подхода к техобслуживанию — больше, чем аргументов за то, чтобы сэкономить на нем. Тех, кто это понимает, на рынке становится больше с каждым годом. Тех, кто не понимает, — становится меньше. И так, постепенно, отрасль движется туда, где должна находиться: к разумному балансу между стоимостью обслуживания, риском отказа и реальной потребностью в работоспособности оборудования. Не быстро, но движется. И это, в общем, единственное, что от нее требуется.



Поле под напряжением: как электротехника перестраивает российский АПК

■ Андрей Метельников

Лет десять назад разговор об электрификации сельского хозяйства в России выглядел бы беседой про две разные вселенные. Энергетики жили своей жизнью — со штабами, реформами, инвестпрограммами и спорами о тарифах. Аграрии жили своей — с погодой, кредитами на семена и битвой за каждую копейку себестоимости. Пересекались эти миры в трех точках: тариф за киловатт-час, акт о технологическом присоединении и аварийная бригада, которая приехала или не приехала.

К 2026 году картина изменилась. И не потому, что кто-то так задумал, а потому, что иначе уже не работает.

Российский АПК последние три года показывает редкий по своим масштабам технологический сдвиг. Тепличные комбинаты, в которых ассимиляционное освещение съедает больше 90% всей электроэнергии. Молочные фермы, где доильные роботы требуют не просто «свет в коровнике», а гарантированной первой категории надежности. Зерносушилки, которые стоят на грани между мазутом и природным газом. Электротракторы, которые вышли из стадии «прототип на стенде» и попали в коммунальную эксплуатацию. Газопоршневые установки, которые покупают целыми пакетами, потому что внешняя сеть либо не подведена, либо подведена с такой третьей категорией, что лучше бы ее не было.

И параллельно — изношенные на 70–80% сельские распределительные сети, дефицит трансформаторных мощностей в самых аграрных регионах страны, очередь на технологическое присоединение длиной в годы и сезонный тариф, который иногда заставляет крупное хозяйство строить собственную подстанцию быстрее, чем оно строит силосную башню.

В этом обзоре — попытка собрать всё это в одну картину. Без приукрашивания и без апокалипсиса. Посмотреть, что происходит с электротехникой в агропромышленном комплексе на май 2026 года: какие технологии работают, какие только обещают работать, и куда вкладываются деньги — отраслевые, государственные и частные.

Часть первая. Цифры, на которые опирается всё остальное

Начну с пары цифр, без которых дальше разговор шел бы впустую.

Совокупное потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России по итогам 2025 года составило около 1,161 трлн кВт·ч — данные Системного оператора, опубликованные в январе 2026-го. Это на 0,8% меньше, чем годом ранее, что само по себе нетипично: последние десять лет ЕЭС стабильно росла. Снижение объясняют теплой зимой, замедлением в ряде энергоёмких секторов и эффектом высокосного дня.

Доля сельского хозяйства в этом общем котле традиционно небольшая — порядка 1,5–2%. Цифра обманчивая. Во-первых, она не учитывает электроэнергию, которую сельхозпредприятия покупают через свои головные структуры — переработка, логистика, холодильные мощности — и которая в статистике уходит в «промышленность» и «торговлю». Во-вторых, она не отражает географию: в нечерноземной полосе и на юге доля АПК в потреблении отдельных распределительных сетей доходит до 25–30%.

Главное другое: даже если общее потребление АПК растет скромно, его структура меняется быстро. Раньше тонна сахарной свеклы или литр молока производились с одним удельным потреблением электроэнергии, теперь — с принципиально другим. Прирост продукции на 1% в современных условиях дает прирост энергопотребления на 2–3%. Это не оценка двадцатилетней давности — это базовое уравнение, на котором работают все программы цифровизации и автоматизации. Чем глубже технология, тем больше киловатт-часов на единицу продукта.

Парк сельхозтехники, между тем, продолжает стареть. По данным аналитиков на начало 2025 года, российскому АПК не хватает порядка 62 тысяч тракторов и 34 тысяч комбайнов — это критический дефицит, который ставит под угрозу проведение сезонных полевых работ. Часть его закрывается импортом из дружественных стран, часть — наращиванием выпуска на



Ростсельмаше, Петербургском тракторном, Чебоксарском заводе силовых агрегатов и других площадках. Но сама структура парка такова, что обновление неизбежно идет через более электрифицированные машины — с электроприводом вспомогательных систем, с электромеханическими трансмиссиями, с бортовой электроникой, которая требует совершенно других стандартов качества питания.

Установленная мощность всех электростанций России на конец 2024 года, по данным Минэнерго, составила 255,6 ГВт. Из них на возобновляемые источники приходится около 6,5 ГВт без учета крупной гидроэнергетики — это меньше процента в общей выработке. Для АПК эта статистика важна по одной причине: вся розничная экономика сельского хозяйства строится на тарифах, которые формируются из цен оптового рынка и сетевой составляющей. И обе компоненты в 2025–2026 годах подросли существенно.

Тарифы на электроэнергию в 2026 году повысились дважды. С 1 января — техническая корректировка на 1,7% во всех регионах из-за повышения ставки НДС с 20% до 22%. Это не индексация, а просто пересчет. Основное повышение пройдет с 1 октября 2026 года — по распоряжению правительства от 31 октября 2025 года № 3081-р, его параметры утверждены приказом ФАС от 10 октября 2025 года № 790/25. По регионам разброс большой: где-то прирост окажется в пределах 7–9%, где-то — больше. Для аграриев это означает, что энергетическая составляющая себестоимости в 2026 году вырастет минимум на 9–11% за год, а в некоторых субъектах — заметно сильнее.

Именно эта арифметика — а не зеленая повестка и не модные слова про устойчивое развитие — гонит

Прирост продукции на 1 % в современных условиях

дает прирост энергопотребления на 2–3 %

сельхозпредприятия в собственную генерацию, энергосбережение и пересмотр всей электротехнической инфраструктуры.

Часть вторая. Сети: где рвется и почему

Любой разговор об электрификации АПК упирается в одну стену — сельская распределительная сеть. И стена эта не образная.

Совокупная протяженность сельских электрических сетей в России превышает 2,2 млн км. Цифра, после которой невольно делаешь паузу. Это сети напряжением 0,4–35 кВ, построенные в массе своей в 60–80-е годы прошлого века. Часть из них — на деревянных опорах, часть — на железобетонных, но в любом случае со столетним нормативным горизонтом мышления и реальным сроком службы, который во многих местах давно вышел.

Износ оценивают по-разному. ПАО «Россети Северо-Запад», например, признаёт средний износ своих мощностей на уровне выше 80%, особенно тяжелая ситуация — в сельской местности Новгородской и Псковской областей. По стране картина похожая, хотя цифры разнятся: где-то говорят про 60%, где-то про 75%. Принципиально это не меняет ничего — реновация не

успевает за старением. По оценкам экспертов, ежегодно аварийными признаются около 3% сетей, а обновляется не более 2%. Дельта в один процент каждый год превращается в физическое накопление аварийного фонда.

2025 год эту проблему обострил предельно. Зафиксировано более четырех тысяч аварий на российских энергообъектах. Часть отключений — следствие атак беспилотников на инфраструктуру, но основная причина банальна: износ. Теплая зима 2025/26 в европейской части России в каком-то смысле спасла отрасль: пиковые нагрузки оказались ниже расчетных, иначе аварийность ушла бы в красную зону.

Для сельхозпредприятия аварийная сеть — это не абстракция в годовом отчете. Это:

- ноль молока в течение восьми часов, потому что нет питания на охладитель и танки;
- замерзшая теплица в феврале, если котельная не успела перейти на резерв;
- срыв сушки зерна в осенне-уборочную кампанию, когда влажность урожая 25%, а до элеватора еще четыре километра;
- простой инкубатора на птицефабрике, после которого восстанавливать выводок придется не один цикл.

В 2025 году Группа «Россети» направила на инвестпрограмму 725 млрд рублей. На 2026 год запланировано порядка 900 млрд. Цифры внушительные, но даже они не закрывают накопленный дефицит модернизации. В апреле 2026 года Андрей Рюмин, выступая перед президентом, сообщил, что в 2025-м компания построила более 35 тысяч километров линий и присоединила к сети 340 тысяч новых потребителей. На общем фоне это много, но если перевести 35 тысяч километров на общую протяженность сетей и сравнить с темпом старения — арифметика остается жесткой.

Региональные программы выглядят чуть лучше. «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье» в 2025 году направили в 20 регионов более 65 млрд рублей на строительство и реконструкцию сетевой инфраструктуры. Среди приоритетов — строительство подстанций 110 кВ в Тверской и Курской



областях, ввод питающих центров 110 и 35 кВ в Воронежской области. Все три региона — крупные аграрные кластеры, и значительная часть новых мощностей пойдет под нужды АПК: перерабатывающих предприятий, тепличных комбинатов, молочных ферм нового поколения.

В Приморье, где работает Дальневосточная распределительная сетевая компания, программа обновления сетей, запущенная после катастрофического «ледяного дождя» пятилетней давности, вышла на финальную фазу. Аварийность за пять лет снизилась на 25% — это, пожалуй, лучший задокументированный пример того, что планомерная модернизация дает измеримый результат. Но Приморье — это исключение, а не правило. На большей части сельских территорий России ничего подобного не происходит, и крупные аграрные холдинги это знают.

Отсюда — два следствия, которые определяют сегодняшнюю стратегию электрификации АПК. Первое: технологическое присоединение к существующим сетям превратилось в долгий, дорогой и часто неудовлетворяющий по качеству процесс. Особенно когда речь идет о мощностях от 500 кВт и выше, которые нужны современным комплексам. Второе: всё больше игроков делают ставку на собственную генерацию. Не от любви к автономии, а от усталости от ожидания.

Часть третья. Технологическое присоединение: бутылочное горлышко

Правила технологического присоединения регулируются Постановлением Правительства № 861 от 27 декабря 2004 года, в действующей редакции — с поправками от февраля 2026-го. Документ, который пережил уже более тридцати редакций и при этом продолжает оставаться главным узким местом для развития производственной инфраструктуры в сельской местности.

Формально процедура выстроена логично: подача заявки, получение технических условий, проектирование, строительство, подача напряжения. Фактически каждая из этих стадий для аграрного объекта в глубинке превращается в самостоятельный проект. ТУ выдаются с условиями, которые предполагают строительство нового питающего центра, прокладку нескольких километров ЛЭП, монтаж трансформаторной подстанции — и всё это либо за счет заявителя, либо в рамках инвестпрограммы сетевой организации, которая может растянуться на три-пять лет.

Стандартный кейс. Фермерское хозяйство в Тамбовской или Воронежской области расширяет производство, строит откормочный комплекс на 5000 голов КРС с молочным блоком и роботизированным доением. Требуемая мощность — 1,2–1,5 МВт с гарантированной первой категорией надежности. Ближайшая подстанция 35/10 кВ — в восьми километрах. Свободной мощности на ней — 400 кВт. Решение: либо ждать модернизации подстанции (срок неопределенный), либо вкладываться в реконструкцию совместно с сетевой организацией (десятки миллионов рублей плюс время), либо строить собственный энергоцентр и заявлять минимальное присоединение для бытовых нужд.

Третий путь выбирают всё чаще. И именно поэтому рынок газопоршневых установок, дизель-генераторов резервного и основного питания, систем бесперебойного питания промышленного класса в АПК растёт двузначными темпами уже четвертый год подряд.

Часть четвертая. Собственная генерация: газовые поршни выходят на первый план

В марте 2024 года Минсельхоз сообщил о заключении соглашения с «Газпромом» по закупке аграриями газопоршневых установок. С тех пор тема собственной генерации в АПК перестала быть нишевой и стала мейнстримом — как для крупных холдингов, так и для средних хозяйств с собственным газоснабжением.

Логика простая. Газопоршневая электростанция (ГПУ) на природном газе при правильно подобранной мощности и режиме работы даёт стоимость

электроэнергии в 1,8–3,5 рубля за киловатт-час в зависимости от региона, цены газа и коэффициента использования. Сетевой тариф для предприятий АПК во многих регионах уже превышает 7–8 рублей за киловатт-час, а в восточных — доходит до 10–12 рублей. При наличии тепловой нагрузки (а у птицефабрик, свинокомплексов, тепличных и молочных хозяйств она почти всегда есть) ГПУ работает в режиме когенерации и параллельно покрывает потребности в тепле — то есть КПД использования топлива выходит за 80%, что в большой энергетике редкий показатель.

Российские производители — Группа компаний ПСМ из Ярославля, Группа ТСС, «Звезда-Энергетика», «Барнаульский завод энергетического машиностроения» — закрывают сегмент от 30 кВт до 5 МВт практически полностью. Импортные узлы остались в основном в двигателях большой мощности — Caterpillar, MWM, Jenbacher, но активно идет замещение на белорусские, китайские и собственные российские разработки. По состоянию на май 2026 года российский рынок ГПУ для АПК оценивается уже сотнями единиц в год, причем существенная часть машин уходит именно на сельхозпредприятия, удалённые от газовых магистралей не более чем на 5–8 километров.

Отдельная тема — биогазовая когенерация. С точки зрения экономики и экологии для крупного животноводства это идеальное решение: навоз и помет, которые иначе становятся объектом санитарной проблемы и штрафов Росприроднадзора, превращаются в сырье для биогазового реактора. Выход — биогаз с содержанием метана 55–70%, который сжигается в той же ГПУ. Параллельный продукт — биоудобрения, которые при правильной тех-



нологической схеме лучше и дешевле химических.

Первая российская биогазовая станция промышленного масштаба была запущена в 2009 году в Калужской области. С тех пор в Белгородской области введены станции «Лучки» и «Байнцуры» на базе свиноводческих комплексов. Сегодня в России действует более десятка крупных биогазовых установок, еще несколько строятся. Производители — НПО «БИОГАЗ», «БиоСфера», «АгроБиогаз», «Биогаз-Россия», «СельхозБиоГаз», «Биокомплекс». Установленная электрическая мощность — от 200 кВт до 3 МВт на одну станцию, тепловая — соответственно от 250 кВт до 3,5 МВт.

Цифры впечатляют только на бумаге. Доля биогаза в общем энергобалансе АПК России остается символиче-

ской — менее 0,1%. Причин несколько: высокая капиталоемкость (порядка 3–5 тыс. евро на установленный киловатт электрической мощности), длительный срок окупаемости (7–12 лет без специальных мер поддержки), сложность эксплуатации (требуется штат специалистов с биохимическим бэкграундом), отсутствие развитой системы зеленых сертификатов и долгосрочных тарифных гарантий. Биогазовые проекты в России живут либо там, где есть жесткая необходимость утилизации отходов (крупнейшие свинокомплексы), либо там, где есть энтузиазм собственника плюс региональная поддержка.

Дизельная генерация — отдельный мир. Это резерв, аварийный источник там, где сети либо нет вообще, либо она настолько ненадежна, что стро-

ить на ней критические процессы нельзя. Российский рынок ДГУ для АПК — это сотни установок ежегодно, в основном мощностью от 50 до 500 кВт. Производители — ТСС, ПСМ, «Электроагрегат», «Звезда-Энергетика», АЗС «Урал» и большое количество сборочных предприятий, работающих с двигателями Cummins, Volvo, ЯМЗ, Doosan, Baudouin. Тренд последних двух лет — заметное смещение спроса в сторону отечественных двигателей и систем управления, что связано как с санкционными ограничениями, так и с программой 1432 и другими мерами поддержки.

Часть пятая. Тепличные комплексы: фабрика света и тепла

Если в среднем по АПК электроэнергия — это 5–8% себестоимости, то в защищенном грунте — все 30–40%, а у самых высокотехнологичных тепличных комбинатов с круглогодичным светокультурным циклом доходит до 50% и выше. Тепличный комплекс — это самое энергоемкое производство в сельском хозяйстве по удельным показателям, и при этом — самое чувствительное к качеству электроснабжения.

Ассимиляционное (досветочное) освещение съедает в современной теплице больше 90% всей электроэнергии. Это означает, что любая экономия в десять процентов на освещении дает хозяйству эффект, которого другими мерами и за пять лет не достичь.

До недавнего времени отраслевым стандартом были натриевые лампы высокого давления (ДНАТ) мощностью 600–1000 Вт. Они дают много фотосинтетически активной радиации (PAR), но имеют принципиальные минусы: КПД по преобразованию электроэнергии в свет — около 30–35%, остальное уходит в тепло; срок службы — порядка 12–18 тысяч часов; необходимость регулярной замены; высокая ИК-составляющая, которая создает дополнительную тепловую нагрузку летом и заставляет работать охлаждение.

Светодиодные решения переломили этот рынок. КПД современных тепличных LED-светильников полного спектра — 50–60%, у лучших образцов уже за 70%. Срок службы — 50 000 часов и более. Спектр настраивается под культуру (томат, огурец, салат, клубника) и фазу вегетации. ИК-нагрузки практически нет, что снимает с теплицы значительную часть летнего охлаждения.

Российские производители светодиодного оборудования для



Дизельная генерация — отдельный мир

теплиц — «Светотехника», «Атом-Свет» (линейка ВЮ для теплиц), «БЛ Групп», «АгроСвет», «Световые технологии» — за последние четыре года закрыли значительную часть рынка, освободившегося после ухода ряда западных брендов. Голландская Philips/Signify, доминировавшая в премиальном сегменте, продолжает работать через дистрибьюторские каналы, но ее доля устойчиво снижается.

Один из самых упоминаемых российских кейсов — ООО «Луховицкие овощи» в Подмосковье. Тепличный комбинат площадью 35,2 га оборудован двухуровневой межрядной досветкой LED-лампами последнего поколения и собственным энергоцентром на базе газогенерирующего оборудования. По сути — образец того, как электроэнергия не покупается из сети, а производится на месте и тут же тратится на свет и тепло.

Что характерно: переход на LED в тепличной отрасли не идет ровно. Старые комплексы продолжают работать на ДНаТ, потому что замена оборудования стоит сотни миллионов рублей и окупается на горизонте пяти-семи лет. Новые проекты закладывают LED сразу. Промежуточный сегмент — частичная замена по картам нагрузок и спектральным потребностям — реализуется примерно в трети действующих комплексов.

Отдельная история — досветка вертикальных ферм (vertical farming). Это пока маленький, но быстро растущий сегмент, где LED-освещение — единственно возможный вариант, а удельное энергопотребление на квадратный метр выше, чем у классической теплицы, в разы. По состоянию на 2026 год в России работает порядка двух десятков вертикальных ферм промышленного класса, главным образом в Москве и Подмосковье, ориентированных на премиальный сегмент салатов, микрозелени и базилика.

Часть шестая. Молочное животноводство: роботы требуют гарантий

Если тепличный комплекс — это про потребление света, то современная молочная ферма — это про потребле-

ние качественной электроэнергии. Разница принципиальна.

Один доильный робот DeLaval VMS, Lely Astronaut или альтернативной модели обслуживает в среднем 60–70 коров и потребляет порядка 12–18 кВт·ч в сутки. Кажется, немного. Но к этому надо добавить танки — охладители молока (от 10 до 30 кВт каждый), системы вентиляции и микроклимата, кормораздачу, водоснабжение, систему промывки, освещение, охрану. Современная роботизированная молочная ферма на 1000 голов требует подключенной мощности 600–900 кВт, и это с учетом коэффициента одновременности.

Важна не только мощность, но и качество. Робот доения — это сложная мехатроника с десятками сервоприводов, оптической системой распознавания сосков, чувствительной измерительной аппаратурой. Провалы напряжения, импульсные перенапряжения, асимметрия фаз быстро выводят электронику из строя. Поэтому современная молочная ферма всегда комплектуется устройствами бесперебойного питания промышленного класса, стабилизаторами, фильтрами помех, а также резервным дизель-генератором с автоматическим вводом резерва (АВР).

Доля роботизированных молочных ферм в России по разным оценкам — от 8 до 12% всего парка. Это меньше, чем

в Швеции или Дании (40–50%), но ситуация быстро меняется. С 2007 года, когда DeLaval поставил первые роботы на фермы Вологодской области, парк вырос в десятки раз. Лидеры по внедрению — Татарстан, Ленинградская область, Калужская, Подмосковье, Ростовская область. Импульс дают льготный лизинг и субсидии в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства.

С точки зрения электротехники здесь критичны три вещи. Первая — категоричность электроснабжения. По правилам ПУЭ молочная ферма с роботизированным доением должна быть не ниже второй категории, а лучше первой — то есть с двумя независимыми источниками питания. На практике это требует от сетевой компании выделения двух фидеров от разных подстанций или подстанции с двумя секциями шин, что в сельской местности встречается далеко не везде.

Вторая — собственный энергоцентр или резервный генератор. Без него ни одна страховая компания не оформит полис на робототехнику, а ни один банк не выдаст кредит на покупку оборудования.

Третья — система автоматизации с возможностью аварийного перехода в ручной режим. Доение, в отличие от многих других процессов, нельзя «отложить на завтра». Корова, которую не подоили, теряет продуктивность, болеет маститом, в худшем случае — выбывает из стада. Поэтому ферма уровня DeLaval VMS V300 или Lely Astronaut A5 проектируется как объект с собственной микросетью, способной автономно работать минимум шесть-восемь часов.

В 2025 году появился российский стартап Neigu, который начал разработку и тестирование инвазивных нейроимплантов для стимуляции мозга



молочных коров с целью повышения надоев. Первые испытания технологии уже проходят на фермах Свердловской области. Перспективы и этика этого проекта — отдельный разговор, но с точки зрения электротехники ферма получает еще одного потребителя: систему биомониторинга и стимуляции, работающую круглосуточно и требующую гарантированного питания.

Часть седьмая. Зерносушилки и элеваторы: газ против электричества

Зерносушильные комплексы — энергоемкая часть АПК, которая исторически работала на жидком топливе (дизельное, мазут) или на природном газе. Электричество здесь — вспомогательный ресурс для приводов транспортеров, норий, вентиляторов, систем управления.

На май 2026 года ситуация такова. Из примерно 12–14 тысяч действующих в России зерносушильных установок и комплексов на газовом топливе работает порядка 35–40%. Минсельхоз с 2024 года реализует программу субсидирования модернизации зерновых элеваторов — Постановления Правительства РФ № 823 от 4 июня 2020 года и № 1432 от 27 декабря 2012 года. Цель — к 2027 году довести долю газовых сушилок до 50% и выше.

Экономика прозрачна. Сушка тонны зерна с 25% до 14% влажности на дизеле обходится сегодня в 800–1100 рублей в зависимости от региона и логистики. На газу — 300–450 рублей. Разница огромная, особенно с учетом того, что один крупный элеватор за уборочный сезон обрабатывает десятки тысяч тонн зерна.

Электрическая составляющая в работе зерносушилки — это 8–15% общих энергозатрат, но именно она определяет надежность. Срыв подачи электроэнергии во время сушки означает, что зерно в шахте начинает прогреваться неравномерно, формируются очаги пересушки и недосушки, в худшем случае — самовозгорание. Поэтому зерносушилки промышленного масштаба сегодня проектируются с резервным электропитанием обязательно.

Современное направление — гибридные системы, в которых частично используется собственная электрогенерация (ГПУ или биогазовая установка), а часть тепла для сушки получают за счет утилизации тепла когенерации. На образцовых элеваторах в Краснодарском крае, Ростовской и Воронежской областях такие схемы уже работают: один и тот же газ дает и электричество для всех приводов, и горячую воду или горячий воздух для сушильной шахты. Удельный расход энергоресурсов на тонну сушеного зерна в таких установках снижается на 25–35% по сравнению с раздельной схемой.

Сами электроприводы на современных элеваторах — это, как правило, асинхронные двигатели с частотным регулированием, что дает еще 15–25% экономии электроэнергии по сравнению со старыми схемами «звезда-треугольник» или прямым пуском. Производители частотных преобразователей — российский «Триол» (Тула), «Веспер» (Москва), сборочные предприятия с компонентной базой Schneider Electric, ABB (через дистрибьюторов), Delta, Inovance. По состоянию на май 2026 года доля отечественного оборудования в новых установках элеваторов превысила 45%, еще два года назад этот показатель не превышал 25%.

Часть восьмая. Электротрактор: от прототипа к серии

История российского электротрактора — отдельный сюжет последних трех лет. Который заслуживает того, чтобы рассказать его подробно — потому что в нем, как в капле воды, видно всё, что происходит сегодня с электрификацией сельхозтехники.

В мае 2025 года на выставке СТТ Ехро в Москве компания «Априорные решения машин» (АРМ), резидент «Сколково», совместно с Чебоксарским заводом силовых агрегатов (ЧЗСА) представила электрический трактор серии «Силант». Не первый прототип — первые показывали еще в 2022 году, но тогда вся силовая электроника была импортной. К 2025 году ситуация изменилась: системы электропривода создали и протестировали в Калуге, иностранные компоненты заменили на российские, локализация достигла 95%.

В основе — серийная модель «КМ Универсал» производства ЧЗСА (преемник советского Т-16 «Шассик»). Конструкция использует вентиляно-индукторные двигатели с преобразователями. Зарядка от обычной сети или от специализированных станций через стандартный разъем Type-2 — тот же, что для электромобилей. Сборка опытных экземпляров — на ЧЗСА, серийное производство планируется там же. В 2025 году несколько первых машин были переданы в подконтрольную эксплуатацию в коммунальные предприятия Чебоксар.

Сегмент применения «Силанта» — не магистральный полевой трактор для основной обработки почвы. Это малая универсальная машина, ниша коммунальной техники, тепличных хозяйств, придомовых работ, питомников, садоводств, складских территорий АПК. То есть та зона, где электротяга действительно дает преимущества: тишина, отсутствие выхлопа в закрытых помещениях, низкий уровень вибраций, простота обслуживания, ровный крутящий момент.

С большими полевыми тракторами ситуация в России — и в мире — другая. Полностью электрический трактор мощностью 200–600 л.с., способный работать в поле полный сезон, — это пока скорее технологический манифест, чем рыночный продукт. Главный ограничитель — аккумулятор. Литий-ионная батарея емкостью, достаточной для восьми-десяти часов полевой работы тяжелого трактора, весит несколько тонн и стоит дороже самого трактора. Зарядка в полевых условиях — отдельная проблема: ни одна сельская подстанция не выдаст в нее 250–400



кВт постоянного тока, которые нужны для быстрой подзарядки.

Поэтому магистральное направление — гибридные машины. И здесь у российских разработчиков есть результаты. Ростсельмаш в 2025 году объявил о разработке концепта гибридного гусеничного трактора. В тот же год вышел Ростсельмаш 3580 — самый мощный российский трактор мощностью 580 л.с. Полные полевые испытания запланированы на 2025–2026 годы, после чего начнется выпуск опытно-промышленной партии. Серия 3000, в которую он войдет, охватывает машины от 440 до 580 л.с. Цифровая платформа, автоматическая трансмиссия собственной разработки, высокопроизводительная гидравлика. К 2026 году «Ростсельмаш» заявил о выпуске тракторов во всех нишах от 170 до 600 л.с., ниже — китайские и белорусские партнеры закрывают объемы.

На мировом рынке ориентир для всех — TADUS, John Deere E-Power (96 кВт / 130 л.с. на аккумуляторах), Massey Ferguson 1700 в электроверсии, индийский гибрид EVX 75. На выставке Agritechnica 2025 в Ганновере электрическая тематика впервые заняла больше четверти экспозиционной площади. По прогнозам отраслевых аналитиков, к 2030 году 15–20% новых гусеничных тракторов в мире будут выпускаться с гибридными или полностью электрическими силовыми установками. Объём мирового рынка электротракторов — от 1–2 млрд долларов в 2025 году до 4–9 млрд к 2030–2034 годам.

Россия в этой картине — не лидер, но и не аутсайдер. У нас есть прототипы, есть опыт электропривода в смежных областях (электробусы, погрузчики, коммунальная техника), есть промышленная база и есть запрос рынка — пусть пока и не массовый. Главные ограничители те же, что и везде в мире: цена аккумуляторов, инфраструктура зарядки, ограниченный пробег.

Часть девятая. Возобновляемая энергетика в АПК: реальность против обещаний

Тема, которая на международных конференциях звучит постоянно, а на российской земле развивается осторожно.

По данным Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), совокупная установленная мощность ВИЭ в России (без учета крупной гидроэнергетики) к началу 2025 года достигла 6,16 ГВт: 2,6 ГВт ветровой

генерации, 2,2 ГВт солнечной, 1,3 ГВт малых ГЭС. На 2026–2031 годы утверждены проекты ВИЭ совокупной мощностью 319,2 МВт — это в основном крупные генерирующие объекты, реализуемые в рамках программы ДПМ ВИЭ.

К АПК и сельским территориям всё это имеет косвенное отношение. Крупные ветропарки в Ростовской области, Калмыкии и Ставрополье, солнечные станции в Оренбурге, Астрахани, Самаре — это объекты, которые поставляют электроэнергию в общую сеть. Сельхозпредприятия эту электроэнергию получают, но через гарантирующего поставщика и по обычному тарифу, без какой-либо «зеленой премии».

Сегмент собственной ВИЭ-генерации в АПК — это другая история. Здесь работают:

- автономные солнечные станции для удаленных хозяйств: пасеки, отдаленные молочные фермы, рыболовецкие хозяйства, охотничьи угодья. Типовая комплектация — 3–10 кВт солнечных модулей, гибридный инвертор, аккумуляторный блок на 10–20 кВт·ч, дизельный или газовый резерв. Стоимость — от 800 тысяч до 3 миллионов рублей под ключ. Производители и сборщики — Хевел (Новочебоксарск), Юникор, «Альтсолар», «Гелиос», «Майватт», десятки региональных компаний;

- сетевые солнечные станции на крышах животноводческих и складских корпусов. Тренд последних двух лет, особенно на юге России. Установка 50–200 кВт на крыше коровника или склада окупается за шесть-девять лет за счет замещения дневного потребления. С 2021 года в России работает механизм микрогенерации, по которому излишки можно продавать обратно

в сеть, хотя экономика этой схемы для большинства аграриев пока слабая;

- ветроустановки мощностью до 30 кВт в районах с подходящей ветровой картой. Сегмент маленький, но в Приморье, на Кольском полуострове, в степной зоне Калмыкии и Ставрополья — рабочий.

Принципиальное ограничение для ВИЭ в АПК — сезонная синхронизация. Пик потребления электроэнергии в большинстве сельскохозяйственных производств приходится на поздний осенне-зимний и ранний весенний период: сушка зерна, теплицы в фазе досветки, помещения для содержания скота с активным обогревом. Именно в это время солнечная генерация дает минимум (короткий световой день, низкое стояние солнца), а ветровая работает нестабильно. Это не значит, что ВИЭ в сельском хозяйстве неприменимы — это значит, что они работают как часть гибридной системы, дополняя сетевое питание или газопоршневую генерацию.

Часть десятая. Точное земледелие, IoT и цифровизация: невидимая электротехника

Самая интересная электротехника в сегодняшнем АПК — та, которую снаружи не видно. Это не подстанции и не кабели, а датчики, контроллеры, бортовая электроника, элементы автопилотирования, системы мониторинга и связи.

По данным РБК и Минсельхоза на конец 2025 года, в России более 60% крупных агрохолдингов и средних фермерских хозяйств уже используют технологии точного земледелия. Доля



цифровых сделок за 2025 год выросла, скорость сделок увеличилась в два-три раза, более 70% аграриев используют онлайн-платформы для мониторинга цен. Внедрение системы точного земледелия в Воронежской области, например, по данным компании «Агро-Техника», дало увеличение урожая зерновых на 17% при сокращении расходов на ГСМ на 12%.

С точки зрения электротехники это означает, что обычный комбайн или трактор стал по сути узлом распределенной сети. На борту — несколько контроллеров, GPS-приемник, модули связи (LoRa, GSM, спутниковая), бортовой компьютер, дисплеи, видеокамеры с системами компьютерного зрения. Один Ростсельмаш TORUM 785 или комбайн серии H820 — это полноценный мобильный объект автоматизации, требующий стабильного напряжения питания 12/24 В с фильтрацией помех и высокой устойчивостью к скачкам напряжения.

Агродроны — отдельный быстро растущий сегмент. По данным Минсельхоза, агродроны позволяют экономить до 20% средств защиты растений при сокращении затрат на технику в 4–5 раз. Российский парк сельскохозяйственных дронов в 2025 году превысил 4000 единиц, основные производители — «Аэроэкспресс», «Геоскан», ZALA Aero, ряд региональных сборочных компаний. Каждый дрон — это аккумулятор (литий-ионный или литий-полимерный) на 16–22 ампер-часа, зарядное устройство, в полевых условиях — мобильная зарядная станция на базе генератора или автомобильного инвертора.

Тепличные хозяйства живут уже в логике интернета вещей по умолчанию. Системы микроклимата, полива,

С 2025 года в России действует национальный проект

«Технологическое обеспечение продовольственной безопасности»

минерального питания, мониторинга вегетации, управления досветкой — всё интегрировано в единые SCADA-комплексы. Российские производители промышленной автоматизации — ОВЕН (Москва), КонтрАвт (Нижний Новгород), Прософт-Системы, ICP DAS Russia — закрывают этот сегмент во многом самостоятельно, импорт остался в основном в нишевых датчиках газового анализа и спектральных измерений.

На молочных фермах разворачивается аналогичная история с системами управления стадом. Каждая корова в современной ферме носит транспондер или болус с RFID-меткой, через систему антенн данные передаются в центральное ПО, где формируется индивидуальный профиль животного: продуктивность, активность, здоровье, репродуктивный статус. Электротехническая часть — это десятки антенн по всему коровнику, контроллеры, серверы, резервируемое питание.

Финансовый агрохолдинг «Степь» — один из крупнейших в РФ — начал использовать тракторы с умными камерами для точного внесения удобрений и средств защиты растений. Цифровизация в АПК больше не маркетинг — это операционная норма для всех, кто хочет оставаться в рынке.

С 2025 года в России действует национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Документ закрепляет приоритеты от собственной селекции до подготовки кадров для АПК. Минсельхоз только в 2024 году инвестировал в развитие цифровых IT-систем 750 млн рублей. Цифровизация не отменяет, а усиливает потребность в качественной электротехнической инфраструктуре: всё, что описано выше, работает только при стабильном электропитании и устойчивой связи.

Часть одиннадцатая. Импортозамещение в электротехнике АПК: что получилось, что нет

Тема, которую обойти невозможно. С 2022 года рынок прошел болезненную, но в чем-то отрезвляющую трансформацию.

Что получилось

Силовое электрооборудование среднего и низкого напряжения. Российские производители трансформаторных подстанций, распределительных устройств 6–35 кВ, силовых трансформаторов до 6,3 МВА (Тольяттинский, Минский электротехнический, Подольский, Биробиджанский трансформаторные заводы, «Группа СВЭЛ», ЗТЗ, «Электрозавод», «Сименс-Трансформаторы» — переименованный после ухода материнской структуры) закрывают потребности АПК практически полностью. Качество — на приемлемом уровне, сроки изготовления выросли, но не критически.

Кабельная продукция. Здесь Россия исторически сильна. «Камкабель», «Севкабель», «Россельмаш-кабель», «Кавказкабель», «Саранскабель» и десятки других предприятий выпускают весь спектр продукции от низковольтных силовых кабелей до СИП и контрольно-измерительных. Дефицита в АПК-сегменте нет.

Системы автоматизации для промышленных объектов. Уже упоминавшиеся ОВЕН, КонтрАвт, Прософт, Триол — серьезные игроки, способные закрывать



практически любую задачу автоматизации технологического процесса.

Что получилось частично

Светодиодное оборудование для теплиц. Российские производители («АтомСвет», «БЛ Групп», «Световые технологии») закрывают сегмент, но премиальные решения для светокультурного цикла с настраиваемым спектром — пока импортируются (Philips Signify, Valoya, Heliospectra), хотя их доля сокращается.

Преобразователи частоты. Отечественный «Триол» (Тула), «Веспер» (Москва) занимают свою нишу, но в сегменте мощностей выше 200–250 кВт по-прежнему доминируют китайские Inovance, Delta, INVT, попадает на рынок и оборудование Siemens, ABB, Schneider через параллельный импорт.

Газопоршневые установки. Корпуса, генераторы, системы автоматизации — российские. Двигатели для мощностей свыше 1,5–2 МВт — преимущественно импортные, постепенно идёт замещение белорусскими ЯМЗ, китайскими, в перспективе — собственными.

Что не получилось

Силовая электроника для электротранспорта в АПК — IGBT-модули, силовые контроллеры высокого класса. Здесь идет работа, но серийных аналогов международного уровня пока нет. Те же электротракторы «Силант» используют двигатели и преобразователи, в которых отдельные критические компоненты по-прежнему импортные, несмотря на заявленную локализацию 95% по сборочным узлам.

Прецизионные датчики — газовые, спектральные, высокоточные температурные. Сегмент глубоко импортозависимый, и значимых заместителей в обозримой перспективе не предвидится.

Аккумуляторные системы хранения большой емкости. Готовых российских литий-ионных накопителей мощностью более 50–100 кВт·ч в промышленных корпусах — единичные продукты. Основная часть рынка — китайская.

Часть двенадцатая. Государственная поддержка: на что можно рассчитывать в 2026 году

Меры господдержки АПК в 2026 году включают несколько направлений, прямо касающихся электротехнической составляющей.

Госпрограмма «Комплексное развитие сельских территорий». В федеральном бюджете на 2026 год — соответствующие субсидии регионам, в том числе на инфраструктурные

проекты, включая модернизацию сельских электросетей и подстанций общего назначения.

Поддержка энергоэффективности в АПК. С 2025 года действует Единый проект «Развитие малого агробизнеса», в рамках которого предусмотрены гранты на повышение энергоэффективности, в том числе на установку газопоршневых установок.

Программа 1432 (постановление № 1432 от 27 декабря 2012 года). Льготы на отечественную сельхозтехнику. Не электротехника в чистом виде, но косвенно поддерживает спрос на машины с локализованной электроникой, в том числе на гибридные модели.

Льготное кредитование Минсельхоза. Кредиты под 1–5% годовых на инвестиционные проекты, включая закупку оборудования энергетических центров, реконструкцию энергохозяйств и систем учета.

Программа модернизации зерновых элеваторов (Постановление Правительства РФ № 823 от 4 июня 2020 г.). Частичное возмещение затрат на оборудование для хранения и переработки зерна, включая электротехническую часть.

Поддержка цифровизации АПК в рамках национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Один из приоритетных треков — внедрение цифровых платформ управления хозяйствами, что напрямую завязано на качество электроснабжения и электротехнической инфраструктуры.

ДПМ ВИЭ. Программа поддержки крупных проектов возобновляемой энергетики. К АПК прямого отношения не имеет, но создаёт инвестиционный фон, при котором собственные ВИЭ-генерирующие проекты сельхозпредприятий становятся технологически зреее и дешевле.

Объем прямой федеральной поддержки электротехнической составляющей в АПК на 2026 год оценить сложно — она размазана по нескольким программам и часто выступает как часть более крупных проектов. По экспертным оценкам, совокупный объем — порядка 25–35 млрд рублей, что для отрасли с триллионным оборотом не выглядит масштабно, но создаёт критический рычаг.

Часть тринадцатая. Узкие места, и куда они смещают рынок

Подведу итог по узким местам, которые сегодня структурируют рынок электротехники в российском АПК.

Сети. Износ распределительных сетей в сельской местности — главное системное ограничение. Темпы модернизации отстают от темпов старения. Программы «Россетей» работают, но их недостаточно для того, чтобы переломить тренд в ближайшие пять-семь лет.

Технологическое присоединение.

Сроки, стоимость и качество ТУ для мощных аграрных объектов остаются болезненной точкой. Это толкает крупных потребителей в собственную генерацию, что снижает нагрузку на сети, но одновременно усиливает фрагментацию энергетического хозяйства страны.

Тарифы. Рост стоимости электроэнергии для предприятий в 2026 году — 9–11% и больше в зависимости от региона. На фоне общей инфляции и роста стоимости заемных средств — это серьезный удар по экономике средних и малых хозяйств. Для крупных — стимул к еще более глубокому уходу в собственную генерацию.

Импортозамещение. Замкрыто 70–80% потребностей АПК в элек-



тротехническом оборудовании среднего и низкого напряжения. Открыты сегменты прецизионных датчиков, силовой электроники высокого класса, аккумуляторных систем. На горизонте 2027–2030 годов задача — закрыть и эти ниши.

Кадры. В АПК сегодня занято 5,4 млн человек, ежегодная потребность — 160 тысяч. Из них значительная часть — специалисты, способные эксплуатировать и обслуживать современное электротехническое и автоматизированное оборудование. Дефицит инженеров-энергетиков, электриков высокой квалификации, специалистов по промышленной автоматизации — острая и нерешенная проблема, во многом тормозящая внедрение технологий.

Связь. Современная электротехника АПК работает в связке с цифровыми системами. Без устойчивой связи (4G, в перспективе 5G, спутниковые каналы) электротехника превращается в набор автономных устройств. Покрытие сельской местности связью улучшается медленно: «Ростелеком» в 2025 году по корпоративной инвестпрограмме построил волоконно-оптическую сеть лишь в нескольких населенных пунктах нескольких регионов. Это не закрывает потребностей агросектора.

Часть четырнадцатая. Куда смотрит рынок на горизонте 2027–2030

Несколько направлений, которые с высокой вероятностью определят следующие четыре-пять лет.

Первое — массовое распространение распределенной генерации в АПК. Газопоршневые установки, в перспективе — биогазовые, дизельные для удаленных

объектов. Доля собственной генерации в общем энергопотреблении АПК к 2030 году может вырасти с нынешних примерно 12–15% до 25–30%. Это структурное изменение, последствия которого для электросетевой отрасли пока недооценены.

Второе — гибридизация сельхозтехники. Чисто электрические магистральные тракторы для полевых работ останутся нишевой технологией еще минимум пять-семь лет. А вот гибриды — дизель-электрические трансмиссии, гибридные комбайны, электрифицированные навесные орудия — войдут в массовый сегмент к 2028–2029 годам. Российские производители уже работают в этом направлении.

Третье — глубокая цифровизация энергохозяйства аграрных объектов. Системы цифровых двойников ферм и теплиц, предиктивная аналитика по электротехническому оборудованию, автоматизация управления нагрузками. Это направление, в котором у российских разработчиков сильные позиции — нужны платформы, нужны интеграторы, нужны кадры.

Четвертое — рост рынка систем накопления электроэнергии в АПК. Не для торговли электроэнергией с сетью, а для выравнивания собственной нагрузки и резервирования критических процессов. Особенно — на молочных фермах, в тепличных комплексах, в инкубаториях.

Пятое — постепенное освоение микросетевых архитектур (microgrid). Это когда крупный аграрный объект функционирует как самостоятельная мини-энергосистема, способная работать как в сцепке с большой сетью, так и в островном режиме. Технология уже отработана в нефтегазе и горнодобыче, в АПК она только начинает приходить,

но через пять-семь лет станет нормой для всех крупных холдингов.

Шестое и последнее — сближение энергетической и аграрной повесток на уровне государственной политики. Это уже происходит: соглашения Минсельхоза с «Газпромом», программы Минэнерго в области сельских сетей, нацпроект продовольственной безопасности с цифровым треком. Качество электроснабжения АПК становится частью продовольственной безопасности страны — и это, пожалуй, главное смысловое смещение последних трех лет.

Итог

Электротехника в сельском хозяйстве перестала быть про лампочку в коровнике и про столбы вдоль дороги. Сегодня это про роботов, частотные приводы, гибридные трансмиссии, системы микроклимата, биогазовую когенерацию, цифровые двойники полей, аккумуляторные накопители, преобразовательную технику и устойчивость к атакам беспилотников. Это про десятки миллиардов рублей инвестиций и про сотни тысяч километров сельских сетей, многие из которых нужно физически переложить заново.

Российский АПК в 2026 году находится в точке, где две силы давят в одном направлении. Сверху — государственная политика технологического суверенитета, цифровизации, импортозамещения. Снизу — экономическая необходимость: рост тарифов, дефицит мощностей, износ сетей, требования качества продукции. Эти силы сходятся в одной плоскости: больше собственной энергии, больше автоматизации, больше управления, больше электротехники.

Открытыми остаются вопросы скорости. Хватит ли темпа модернизации сетей, чтобы удержать аварийность в управляемом коридоре? Успеет ли российская промышленность закрыть ниши прецизионной электроники и аккумуляторных систем? Смогут ли отрасль воспитать новое поколение инженеров, способных работать на стыке агротехнологий и энергетики? Удастся ли удержать экономическую логику инвестиций в условиях растущих ставок и тарифов?

Ответов на эти вопросы на май 2026 года нет ни у кого. Есть направление движения. И есть факт: электротехника, которая еще десять лет назад была про инженерные сети, сегодня превращается в одну из главных платформ, на которой стоит и будет стоять российский агропромышленный комплекс. От того, насколько крепкой окажется эта платформа, зависит не только то, как фермер будет греть свою теплицу и кормить свой скот. От этого зависит то, что мы все будем есть в 2030-м.



РЫНОК... СВЕТОТЕХНИКИ

отраслевой журнал



УПРАВЛЕНИЕ

СБЫТОМ

Журнал о том,
Как увеличить продажи в компании



Тел.: (495) 540-52-76

Подпишись и получи новые инструменты продаж раньше всех!
www.sellings.ru



ПОДПИСЬ

РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ

XX ЕЖЕГОДНЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС
ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ «ЭЛЕКТРОСАЙТ ГОДА»



ЭЛЕКТРОСАЙТ-2026

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

Технологии умного освещения: направления развития, инновации, прогнозы

■ Алёна Соловьева

Что вообще считается умным светом

Если спросить десять человек на профильной выставке, что такое «умное освещение», ответы получатся разные. Один скажет – это лампочка с Wi-Fi, которой управляют через приложение. Другой возразит, что настоящая умная система – это сеть DALI с сотнями адресных устройств и центральным контроллером. Третий заговорит про городскую IoT-платформу с дистанционным мониторингом каждого фонаря. Четвертый – про человеко-ориентированное освещение, которое подстраивает спектр под суточный ритм работника.

И все будут по-своему правы. Понятие «умное освещение» сегодня раскинулось от бытовой лампы за восемьсот рублей до многоуровневой инфраструктурной системы городского масштаба. Объединяет их одно: способность не просто гореть, но реагировать – на присутствие людей, на уровень естественного света, на время суток, на команду пользователя или на сценарий, заложенный проектировщиком.

Десять лет назад умное освещение в России оставалось темой презентаций и пилотных проектов. К маю 2026 года оно превратилось в нормальную часть рынка с понятной структурой, ценами и реально работающими внедрениями. Не такого масштаба, как хотелось бы оптимистам, но и не таким микроскопическим, как утверждают скептики. Попробуем разобраться, как устроен этот рынок в России здесь и сейчас, кто играет на нем и куда дует ветер.

Рынок: цифры, без которых не обойтись

Базовая картина по объемам. Российский светотехнический рынок последние годы движется неровно. Продажи электрических ламп всех типов в 2024 году составили 605 миллионов штук против 675 миллионов годом ранее – спад на 11%. За пять лет с 2020-го по 2024-й совокупное сокращение рынка ламп достигло 19% от базового уровня в 747 миллионов штук. По данным BusinesStat, в 2025 году

продажи коммерческого и промышленного светового оборудования снизились еще на 4% и составили 35 миллионов штук.

Основная причина – макроэкономика. Светотехника жестко привязана к строительному циклу: новое жилье, офисы, торговые центры, промышленные объекты. Завершение программы льготной ипотеки 1 июля 2024 года ударило по платежеспособному спросу на жилье, и через несколько кварталов

это эхом отозвалось в продажах люстр, светильников и ламп. Импорт светового оборудования в 2024 году упал на 13% – до 105 миллионов штук против 120 миллионов в 2023-м. Выпуск ламп в России в 2024 году снизился на 29,9% до 81,2 миллиона штук, при этом 69,4% общего объема дал Центральный федеральный округ.

Но важнее общих цифр – структурный сдвиг внутри них. Доля ламп накаливания продолжает падать: с 32%



в 2020-м до 22% в 2024-м. Светодиодные источники света, которые еще десять лет назад в государственных закупках воспринимались как технологическая экзотика, теперь занимают доминирующее положение во всех сегментах – от уличного фонаря до настольной лампы. Срок службы LED-светильников – 50 000–100 000 часов при правильной эксплуатации против тысячи часов у лампы накаливания меняет всю экономику владения освещением. Это и есть фундамент, на котором стоит вся «умная» надстройка: без энергоэффективного, долгоживущего, диммируемого источника света никакой DALI и никакой HCL не имели бы практического смысла.

Глобальный контекст для понимания масштаба. Мировой рынок светодиодного освещения в 2024 году

оценивался в 94,5 миллиарда долларов, прогноз роста – порядка 10,4% в год до 2034-го. Российская доля в этом – единицы процентов, но темпы наши близки к мировым именно в сегменте умных решений: то, что в развитых рынках уже лет пять как мейнстрим, у нас становится мейнстримом сейчас.

После 2022 года рынок прошел через перетряску, последствия которой видны до сих пор. Уход Signify (ранее Philips Lighting), Legrand, Osram и ряда других глобальных брендов открыл места, которые быстро заняли отечественные игроки и параллельный импорт. Среди системно значимых российских производителей – «ИЭК Холдинг», «ТД Морозова», МГК «Световые технологии», «Завод Лампирис», «Ардатовский светотехнический завод». Из специализированных лиде-

ров – Varton, GALAD (объединяет Лихославльский завод светотехнических изделий и Кадошкинский электротехнический завод и входит в «БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП»), LEDEL, ФЕ-РЕКС, «ЛЕД-Эффект», Diora, Diode System, PromLED, ASTZ Луч и еще пара десятков заметных компаний.

Полноценного российского рейтинга по выручке, как у германского ZVEI или американского NEMA, на нашем рынке нет, и попытки его составить разбиваются о непрозрачность отчетности значительной части игроков. Но порядок цифр у топ-5 крупнейших производителей светильников – миллиардные обороты с тысячами SKU. У МГК «Световые технологии» каталог насчитывает более 9000 модификаций светильников. У Varton – более 30 000 моделей. У GALAD производственные мощности занимают свыше 50 000 квадратных метров.

Что важно для темы умного освещения: все ведущие отечественные производители уже давно не просто «делают светильники» – они выпускают системы управления, контроллеры, драйверы, программное обеспечение, поддерживают ключевые протоколы. Это уже не сборки корпусов с китайской начинкой, а технологические компании с конструкторскими бюро и собственным R&D. Уровень не везде одинаковый, но топ-10 на голову выше того, что можно было увидеть на отечественном рынке десять лет назад.

Энергосервисный контракт: как умное освещение появляется в городах

Если посмотреть, где именно умное освещение в России внедряется массово и уже окупилось, ответ будет неожиданным для многих: это не офисные «двадцатки» и не лофт-апартаменты, а муниципальное наружное освещение через механизм энергосервисного контракта.

Логика модели проста до изумления. Город платит за уличное освещение по тарифу пять-шесть рублей за киловатт-час. У типичного районного центра с населением 140 тысяч человек и 10 тысячами светоточек годовой счет за освещение составляет порядка 40 миллионов рублей. При этом большая часть фонарей – натриевые и ртутные лампы советских и постсоветских времен, с КПД ниже плитуса, неравномерным светом, регулярными отказами. Бюджетных денег на одномоментную модернизацию у муниципалитета нет.

Энергосервисная компания (ЭСКО) приходит, проводит аудит, считает экономику, монтирует современные светодиодные светильники



Российский светотехнический рынок

последние годы движется неровно

с системой диспетчерского управления – и всё это без копейки бюджетных средств. Окупает свои вложения исполнитель из достигнутой экономии: разница между тем, что город тратил «до», и тем, что он тратит «после», направляется на оплату работ ЭСКО в течение пяти-семи лет. По окончании контракта оборудование переходит на баланс муниципалитета.

Цифры впечатляют именно тем, что они не из рекламных буклетов, а из реализованных проектов. Алапаевск Свердловской области заменил 3000 светильников и с 2021 года экономит 75% электроэнергии. Дзержинск Нижегородской области с применением системы «Умный город» получил 77% экономии. Кингисепп Ленинградской области – 1825 новых светильников. Назепетровск Челябинской области – почти 900 светильников L-Street 24. Помимо этого: Нижнекамск, Sterlitaмак, Псков, Сыктывкар, Гатчина, Владимир, Иваново, Курск, Смоленск, Анапа, Невинномысск.

«Световые Технологии ЭСКО» – лидер по числу реализованных энергосервисных контрактов в освещении, опыт с 2015 года. ООО «РУССМАРТ» с цифровой платформой UNILIGHT привлекло в проекты модернизации более 1,5 миллиарда рублей и заменило больше 100 000 светильников. По данным компании, ежегодная экономия для городов и инвесторов составила более 400 миллионов рублей. У «Энергокачество» – более 45 контрактов с бюджетниками. IEK GROUP и LEDEL также активно работают в этом сегменте.

Типичный результат проекта: снижение энергопотребления на 65–70%, кратное улучшение освещенности улиц по сравнению с дореволюционной нормой и фактически достижение требований СП 52.13330. Параллельно решается задача, которую раньше до конца не закрывало никакое муниципальное хозяйство: фонари становятся управляемыми и наблюдаемыми. Каждый светильник имеет свой адрес, диспетчер видит на экране, где какой не горит, какой работает с пониженной яркостью, где обрыв связи, где требуется замена. Не надо ждать жалобы от жителя – система сама показывает.

Что внутри такой системы? На каждом фонаре – контроллер уровня светильника, передающий данные по радиоканалу (LoRaWAN, NB-IoT, Wi-SUN) на узел верхнего уровня. На шкафу управления наружным освещением – концентратор и контроллер шкафа. Собранные данные стекаются в облачную или локальную IoT-платформу: SmartUnity 4.0 от «Радар ммс» и «Ин-

телвижн», UNILIGHT, разработки IEK GROUP и других вендоров. Платформа умеет управлять расписанием, формировать сценарии диммирования, считать энергопотребление, выявлять отклонения и автоматически создавать заявки на ремонт.

Это уже не «лампочка с управлением» – это полноценная цифровая инфраструктура. И именно она становится фундаментом, на котором надстраиваются другие модули «умного города»: счетчики воды, датчики занятости парковочных мест, экологический мониторинг, управление светофорами. У фонаря оказывается роль базовой станции, потому что он есть везде, где есть город, у него есть электричество и вытянутая по геометрии сеть, идеально подходящая для развертывания IoT-инфраструктуры.



Главное ограничение модели – это ее собственные финансовые рамки. Энергосервисный контракт хорошо работает там, где старое оборудование энергоэффективно настолько, что разница между «было» и «стало» позволяет окупить инвестиции. Когда в городе уже прошла одна волна модернизации (натрий вместо ртути, например), вторая волна – на светодиодах и умное управление – дает уже не такую впечатляющую экономию, и арифметика проекта становится тонкой. Поэтому в ближайшие годы география ЭСК в наружном освещении начнет смещаться от крупных областных центров к малым и средним городам, где модернизация еще не проводилась, и к специфическим объектам – паркам, набережным, муниципальным учреждениям.

DALI, KNX, Zigbee и компания: протокольный зоопарк

Любой, кто хоть раз пытался спроектировать систему умного освещения, знает: половина проблем – это не светильники и не датчики, а протоколы, по которым они общаются между собой. Хороших протоколов много – и в этом главная сложность.

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) – это, пожалуй, золотой стандарт для коммерческого и промышленного освещения. Открытый протокол, описанный международным стандартом IEC 62386, разрабатывался с конца 1990-х усилиями Tridonic, Helvar, Osram, Erco, Insta, Lutron и Philips для замены простого аналогового интерфейса 1–10 В и циф-

рового DSI. С ноября 2014 года действует второе издание стандарта – DALI-2, существенно расширившее функциональность и добавившее формальные спецификации для устройств управления (датчиков движения, выключателей, диммеров, датчиков освещенности).

Принцип DALI: двухпроводная шина, по которой одновременно идут данные и питание (напряжение 16 В постоянного тока, до 22,5 В предельно), без соблюдения полярности. На одной линии – до 64 независимо адресуемых устройств. Топология – линейная, звездная или смешанная. Длина шины – до 300 метров. Каждый драйвер, каждый датчик, каждая кнопка имеют свой цифровой адрес. Это значит, что один и тот же светильник может одновременно входить в несколько групп, получать команды индивидуально или в составе сцен.

DALI-2 поддерживает Device Type 8 (DT8) – управление цветовой температурой Tunable White, что и сделало возможной массовую реализацию HCL-сценариев на базе DALI. Логарифмическое диммирование – отдельная любовь дизайнеров и пользователей: воспринимается человеческим глазом плавно, без скачков, потому что соответствует логарифмической природе восприятия яркости.

В России DALI-решения предлагают практически все ведущие производители. У МГК «Световые технологии» есть собственная линейка светильников с поддержкой DALI и DALI-2 DT8. Российские контроллеры, шлюзы, датчики выпускают «Световые Технологии», SVETORG, ряд других компаний. На рынке доступны четырехканальные PoE-DALI-шлюзы (например, GDA4 от SVETORG – единственный четырехлинейный российский шлюз такого класса), интеграционные контроллеры IMC-WIN с поддержкой DALI, DALI-2, KNX, DMX, Modbus TCP. В крупных проектах DALI-сеть редко работает изолированно – как правило, поднимается в составе общей системы автоматизации здания через шлюзы в KNX, BACnet или MQTT.

KNX – это уже более широкий стандарт автоматизации, охватывающий все инженерные системы здания: освещение, отопление, вентиляцию, кондиционирование, защиту от солнца, безопасность, мультимедиа, бытовую технику. Открытый стандарт, поддерживаемый более чем в 30 странах. KNX часто становится «верхним уровнем», под которым DALI работает как специализированная подсистема для освещения. KNX-решения в России представлены как импортными брендами (Zennio, Schneider Electric –



пока, ABB, Theben), так и параллельным импортом, а также появляющимися-ся отечественными разработками.

DMX/DMX512 – протокол, изначально пришедший из театрально-концертного освещения. В архитектурной подсветке, медиафасадах, динамической архитектурной иллюминации DMX остается доминирующим стандартом. Отечественное производство DMX-оборудования (контроллеры, драйверы, светильники) – на достойном уровне.

Zigbee, Z-Wave, Thread, Matter – это уже мир беспроводного потребительского умного дома. Здесь правит экосистема: «Умный дом Яндекса» поддерживает Zigbee 3.0 через хабы и Станцию, Sber-устройства совместимы с Aqara, Eltex, SLS, HiTE PRO. Aqara P2 – флагманский датчик движения и света на протоколе Thread. Российские производители беспроводных устройств умного дома только начинают подтягиваться к китайским по линейкам и зрелости решений, но в нише выключателей, реле, ламп уже представлены неплохо: Eltex, SLS, HiTE PRO, ряд других.

LoRaWAN, NB-IoT, Wi-SUN – беспроводные технологии для городского IoT, в том числе наружного освещения. У каждой свои ниши: LoRaWAN – для распределенных сетей с ограниченной скоростью обмена и многолетним питанием от батарей; NB-IoT – там, где есть покрытие сотовых операторов; Wi-SUN – для меш-сетей в плотной городской застройке.

Li-Fi (Light Fidelity) – отдельная история, о которой стоит сказать пару слов. Это технология беспроводной передачи данных через видимый свет. Светодиод в светильнике с высокой частотой модулирует яркость (для глаза неразлично, выше 60 Гц), фотодиодный приемник на устройстве пользователя расшифровывает поток данных. В июле 2023 года IEEE утвердил стандарт IEEE 802.11bb для Li-Fi-связи. Заявленные цифры впечатляют: пропускная способность до 11,5 Мбит/с в дуплексном режиме на расстоянии 3 метра в первых коммерческих устройствах, перспективные лабораторные цифры – на порядок выше Wi-Fi. Главные ограничения – обязательная прямая видимость между передатчиком и приемником и проблемы при яркой засветке посторонним светом.

К маю 2026 года Li-Fi остается скорее перспективой, чем рынком. Коммерческих внедрений в России единицы. Реальные ниши применения – там, где радио ограничено или нежелательно: больничные операционные, защищенные объекты, авиа-

ция, особо чувствительные производства. Массового потребительского Li-Fi пока нет ни в России, ни в мире. Но как часть концепции «свет как информационный канал» технология остается в дорожной карте отрасли – и для российского рынка интересно то, что Li-Fi не требует ни особой полупроводниковой базы, ни импортных компонентов, кроме фотоприемников. Светодиод, которым уже управляют по DALI, от Li-Fi-передатчика отличается только частотой модуляции и вспомогательной электроникой.

Отдельная тема, выпадающая из протокольной классификации, – это датчики. Современная система умного освещения интересна не столько светильниками, сколько сенсорной обвязкой. Датчики движения и присутствия (PIR, радарные, ультразвуковые), дат-

чики освещенности, датчики качества воздуха, датчики занятости (по CO₂ или по детекции движения), датчики людских потоков на основе компьютерного зрения. Каждый из этих сенсоров может быть как самостоятельным устройством, так и встроенным прямо в светильник. Современные офисные потолочные модели всё чаще выпускаются «с интеллектом на борту» – встроенный микроволновый или PIR-датчик, фотоэлемент, иногда даже температурный сенсор. Российские производители (тот же Vartop с серией A070 2.0 «офисный», Световые технологии) уже несколько лет выпускают такие линейки.

Что во всём этом протокольном зоопарке выбирать заказчику – вопрос отдельной статьи. Но ориентир такой: для коммерческих и промышленных объ-



ектов средней и большой площади – DALI как стандарт де-факто, обязательный KNX или сразу BACnet/Modbus в системе автоматизации здания. Для частного жилья и небольших офисов – беспроводные решения экосистемного типа (Aqara, Yandex, Sber и совместимое). Для уличного освещения – IoT-платформы на LoRaWAN/NB-IoT с собственным контроллером на каждом фонаре. Для архитектурной подсветки – DMX. И никакой моды: каждый протокол хорош в своей нише и плох в чужой.

Human Centric Lighting: свет, который думает о человеке

Если энергосервисный контракт – это для тех, кто считает деньги, то Human Centric Lighting (HCL) – для тех, у кого на первом месте забота

HCL предлагает альтернативу: динамическое

освещение, имитирующее естественный суточный цикл

о здоровье, продуктивность и самочувствие. И это, пожалуй, самое интересное направление в умном свете последних лет с точки зрения концептуальной зрелости.

Идея HCL основана на простом наблюдении, для подтверждения которого, впрочем, потребовались десятилетия научных исследований. Современный человек проводит до 90% времени в помещениях с искусственным освещением. А наша зрительная и нервная система, биохимия, циркадные рит-

мы – формировались миллионы лет в условиях естественного света, который меняется в течение суток: теплый и красноватый на восходе и закате, холодный и синеватый в зените, с тысячами оттенков между ними.

Постоянное искусственное освещение с фиксированной цветовой температурой 4000 К и фиксированной интенсивностью – это, мягко говоря, не то, к чему мы эволюционно приспособлены. Уровень мелатонина (гормона сна) и кортизола (гормона бодрствования) регулируется, среди прочего, голубой составляющей света, попадающей в глаз. Поэтому работа в офисе с интенсивным холодным светом до позднего вечера, по сути, обманывает биологические часы и приводит к расстройствам сна, снижению концентрации, общему ухудшению самочувствия.

HCL предлагает альтернативу: динамическое освещение, имитирующее естественный суточный цикл. Утром – теплый мягкий свет (3000–3500 К) с умеренной интенсивностью. К полудню – постепенное охлаждение спектра до 5000–6500 К и подъем интенсивности. После обеда – плавное возвращение к теплым тонам. Вечером – теплый и приглушенный свет, который не нарушает выработку мелатонина.

Технически это реализуется через светильники с настраиваемой цветовой температурой (Tunable White) и совместимостью с DALI DT8 или аналогами. Контроллер по расписанию, привязанному к географическому положению объекта (что важно – свет должен «знать» местные восход и закат, а не работать по абстрактному расписанию), задает цветовую температуру и интенсивность каждой группе светильников. Дополнительно подключаются датчики освещенности – если в окно ярко светит солнце, искусственный свет приглушается; если облачно – компенсирует.

В России HCL-решения активно продвигают МГК «Световые технологии» (которые, кстати, разработали собственные системы динамического освещения и предлагают их в составе светильников серии CH/CF), GALAD, ряд других вендоров. Импортные системы (Trilux, Zumtobel, в прошлом – Philips) частично ушли, частично остаются доступны через параллельный импорт.



Применение HCL в России пока сосредоточено в нескольких сегментах. Премиальные офисные пространства – проекты класса А и А+, где HCL стал стандартом для подтверждения статуса здания. Школы и детские сады – есть уже несколько десятков пилотных и серийных проектов, где доказано влияние HCL на концентрацию учеников и их успеваемость. Медицинские учреждения – особенно отделения, где нет естественного света (операционные, реанимации, кабинеты КТ/МРТ), а также палаты, где для пациента критично соблюдение естественного цикла. Гостиничный сектор – некоторые сетевые отели внедряют HCL в люксах и SPA-зонах. Промышленные предприятия с круглосуточным циклом работы – особенно там, где люди работают в смены без естественного освещения (диспетчерские, контрольные пункты, сборочные цеха в безоконных корпусах).

Главное препятствие массовому распространению HCL в России – стоимость и инерция заказчиков. Светильник с поддержкой Tunable White и DALI DT8 стоит ощутимо дороже обычного офисного аналога – иногда в два-три раза. К нему нужны контроллер, шлюзы, программирование сценариев, ввод в эксплуатацию. Это всё деньги, которые на этапе строительства или ремонта приходится защищать перед инвестором или собственником, а аргументы про «продуктивность сотрудников» и «биоритмы» убеждают далеко не всех. Поэтому HCL чаще всего внедряется там, где у заказчика есть собственная мотивация (корпоративные программы благополучия сотрудников, престижный объект, требования арендатора уровня крупного банка или ИТ-компании) или где это требуется по нормативам (детские учреждения, больницы).

Для рынка важно, что технология стала локально воспроизводимой. Производство Tunable White светильников с поддержкой DALI DT8 не требует уникальных компонентов – это вопрос правильного драйвера и двух наборов LED с разной цветовой температурой. Российские заводы это освоили, и в премиальных проектах появляется реальный отечественный продукт, а не только импортный с параллельной маркировкой.

Свет для растений: ниша, которая выросла из узкой в стратегическую

Отдельная и довольно бурно развивающаяся история – фитоосвещение для тепличного хозяйства, вертикальных ферм и других видов закрытого растениеводства.

Логика проста и сурова. Россия – страна с протяженной зоной короткого светового дня. Северные широты, длинная зима, ограниченное число солнечных дней. При этом продовольственная программа требует круглогодичного производства овощей, зелени, ягод. Естественного света не хватает, и все коммерческие тепличные хозяйства давно перешли на досветку.

Вопрос только в том, чем досвечивать.

Десять лет назад это были натриевые лампы высокого давления – энергоемкие, с узким и не самым подходящим для растений спектром, выделяющие много тепла. Сейчас это всё активнее заменяется на специализированные светодиодные фитосветильники с настраиваемым спектром (синяя и красная составляющие в нужных пропорциях для конкретных стадий роста и для конкретных культур).

Российский рынок фитоосвещения растет двузначными процентами

в год – драйверы понятны: импортозамещение в продовольственной сфере, активное развитие агропромышленных комплексов, вертикальных ферм и hydroponics-проектов в крупных городах, специальные программы поддержки тепличного хозяйства. Светодиодное тепличное освещение особенно востребовано у агропромышленных комплексов и сельхозпредприятий.

Игроки на этом рынке – частично пересекаются с общим рынком светотехники, частично специализированные. Diode System, Diora, отдельные линейки у Varton, GALAD, специализированные производители вроде «Физтех-Энерго» (DioRA), а также целый ряд компаний, которые работают в B2B с тепличными комбинатами и не очень заметны в общей рознице.

Что в фитоосвещении умного. Современная теплица – это уже не просто здание со светильниками, это автоматизированная агросистема, где свет



работает в координации с поливом, вентиляцией, питанием, температурным режимом. Освещение управляется по сценариям, привязанным к фазам роста культуры. Цветовая температура (точнее спектральный состав) меняется в зависимости от того, что нужно растению сейчас – стимулировать вегетативный рост, инициировать цветение, форсировать налив плода. Датчики PAR (photosynthetically active radiation, фотосинтетически активной радиации) контролируют, сколько света реально получают растения с учетом естественной составляющей.

Это де-факто полноценная индустриальная HCL-система, только не для людей, а для томатов и огурцов. И экономически она очень эффективна: оптимизация спектра и интенсивности позволяет повышать урожайность на 20–40% по сравнению с фиксированным освещением, при этом снижая энергозатраты.

Нормативка: что регулирует умный свет в России

Светотехника и освещение в России регламентируются плотным набором нормативных документов. Это и хорошо, и плохо: хорошо – потому что есть понятные правила игры; плохо – потому что часть документов устарела и не учитывает специфику умных систем.

Базовые документы: СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23–05–95). СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», в котором значительная часть посвящена нормам освещенности для разных видов помещений и видов деятельности. ГОСТ Р 55706–2013

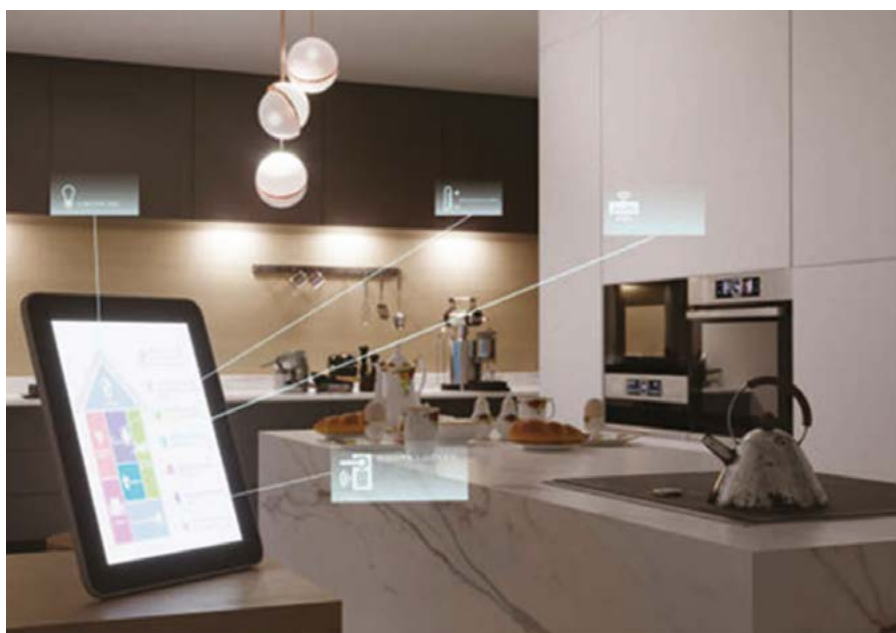
«Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы». ГОСТ Р МЭК 62386 – российский эквивалент международного стандарта DALI.

В СанПиН с 2021 года и в его последующих редакциях уровни освещенности для офисных, торговых, промышленных и общественных помещений ужесточены, требования к равномерности света, индексу цветопередачи (CRI), коэффициенту пульсации стали строже. Профессиональные светильники сегодня без CRI ≥80, без отсутствия мерцания (Flicker-Free) и без подходящего распределения света через нормоконтроль не пройдут. Это, кстати, негласно стало драйвером качества во всем сегменте: рынок «дешевых LED-панелей с Aliexpress» в коммерческом и общественном секторе сжался, потому что эти панели физически не выдерживают нормоконтроль.

С 1 января 2025 года вступили в силу новые критерии происхождения светодиодов, произведенных в России. Это касается государственных и муниципальных закупок: для попадания в реестр российской продукции и получения преференций при госзаказе светильник должен соответствовать определенным требованиям по локализации производства. Тема важная для всех ведущих игроков – у всех есть исходящие проекты по углублению локализации, переходу на отечественные кристаллы (там, где это возможно), производству драйверов в России. Полная локализация LED-продукции, включая кристаллы светодиодов, в текущих условиях сложна – мировой рынок здесь жестко монополизирован. Но переход на сборку модулей, изготовление корпусов, плат, драйверов внутри страны идет.

Отдельная и часто игнорируемая часть нормативки – требования к качеству светодиодных источников света по показателям спектра. Для HCL-систем важен индекс цветопередачи Ra ≥ 80, для медицинских и образовательных учреждений – Ra ≥ 90. Коэффициент пульсации не должен превышать 5% в местах постоянного пребывания людей, а для рабочих мест с компьютером – стремиться к нулю. Эти требования есть в СанПиН и СП – выполняются, к сожалению, не всегда, особенно в проектах с агрессивной экономией.

С точки зрения умного управления освещением отдельной российской нормативки немного. Системы DALI/KNX/BACnet используются по своим международным стандартам, отечественной адаптации в виде ГОСТов почти нет (есть переводы, но не везде). С 2018 года Минстрой и Ростелеком развивают концепцию «Умный город», в рамках которой существует методическая база по ин-



С 1 января 2025 года вступили в силу новые критерии происхождения светодиодов, произведённых в России

теграции систем освещения в общую городскую инфраструктуру. ФЗ-187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры» косвенно касается умного освещения там, где оно становится частью инфраструктуры объектов критической значимости (аэропорты, объекты ТЭК, оборонные предприятия): системы автоматизации в этом случае должны проходить аттестацию и встраиваться в общий контур информационной безопасности.

Что мешает рынку расти быстрее

Любая аналитика обязана признавать препятствия, иначе она превращается в рекламный буклет. Несколько структурных проблем, которые сдерживают рынок умного освещения в России.

Первая – стоимость качественной системы. Полноценная DALI-инфраструктура с продуманными сценариями, датчиками, программированием HCL стоит на 40–80% больше, чем «обычный» свет на той же площади. Эта дельта окупается, но не везде и не всегда – на массовом строительстве жилья она убийственна, в типовом ритейле тоже сжимается до нуля. Поэтому умные системы приживаются прежде всего там, где у заказчика есть либо нормативное требование (детские учреждения, медицина, специфические производства), либо понимание долгосрочной экономики (премиальные офисы, дата-центры, индустриальные объекты с длительным циклом эксплуатации).

Вторая – кадры. Хороший светотехнический проект требует светодизайнера, который понимает не только нормы освещенности, но и психофизиологию восприятия, знает протоколы автоматизации и умеет считать ТСО. Таких людей немного, и их услуги стоят серьезных денег. Без квалифицированного проектировщика умная система превращается в дорогую игрушку, которая не работает так, как должна.

Третья – проблема интеграции. Светильник от одного производителя, контроллер от другого, BMS – от третьего, программное обеспечение – от четвертого. Все официально поддерживают DALI/KNX/BACnet –

а на практике интеграция требует времени, тестирования, иногда переделок. Это нормальная ситуация для всего рынка автоматизации, но для светотехники она усугубляется множеством мелких игроков, каждый из которых трактует стандарт чуть по-своему.

Четвертая – постсанкционная фрагментация. До 2022 года российский рынок интеллектуального освещения активно опирался на Philips, Osram,

Trilux, Zumtobel и других глобалов со зрелыми экосистемами и обширной методической поддержкой. Их уход (полный или частичный) переключил рынок на собственные силы плюс параллельный импорт. Российские производители за прошедшие три года совершили заметный рывок, но в нишах премиум-уровня и в зрелости методической базы пока еще догоняют.

Пятая – низкая осведомленность рядового заказчика. На уровне техзадания «нам нужно осветить помещение» и «нам нужна интеллектуальная HCL-система с поддержкой DALI-2 DT8 и интеграцией в BMS» – это два разных техзадания. Первое выдает большинство заказчиков, второе – единицы. Поэтому продажа умного освещения часто превращается в продажу самой концепции «умного освещения» – и это длинный, методический процесс, на который уходят месяцы.



Прогноз: куда движется рынок

Несколько направлений, по которым рынок умного освещения в России будет двигаться в ближайшие три-пять лет.

Углубление локализации производства. Это не просто декларация, а уже работающий тренд. К 2028–2029 году ведущие отечественные производители полностью закроют потребности по корпусам, оптике, драйверам и значительной части электронных компонентов. По кристаллам светодиодов глобальная зависимость сохранится, но это нормальная картина для всех стран, кроме нескольких крупных производителей.

Стандартизация городских IoT-платформ. Сейчас каждый муниципалитет и каждый интегратор выбирает свою платформу, и это создает зоопарк несовместимых систем. К 2028 году

Отдельная и часто игнорируемая часть нормативки — требования к качеству светодиодных источников света по показателям спектра

ождается появление общеотраслевых решений (вероятно, на базе разработок Ростелекома, Минстроя, частных вендоров вроде «Радар ммс»/«Интелвижн») с единой моделью данных и базовыми протоколами. Это упростит масштабирование и удешевит развертывание новых проектов.

Распространение HCL за пределы премиум-сегмента. Текущая стои-

мость технологии падает примерно на 8–12% в год по мере удешевления компонентов и роста объемов производства. Через три-четыре года Tunable White-светильники будут стоить почти как обычные офисные, и их применение в массовых сегментах станет нормой, а не исключением.

Проникновение ИИ в управление освещением. Уже сейчас на крупных объектах появляются системы, которые анализируют данные с датчиков, корректируют сценарии под фактическое поведение людей в помещениях, оптимизируют энергопотребление с учетом времени года, погоды, прогнозов. Через несколько лет это станет стандартом для крупных объектов.

Развитие циркадного и здоровье-ориентированного освещения в общественных пространствах. Школы, больницы, дома престарелых, тренировочные базы. Это крупные общественные заказы, которые будут разыгрываться государством и муниципалитетами под программы здоровья и качества жизни.

Свет как часть бренд-опыта. Магазины, кафе, шоурумы, гостиницы, культурные пространства всё активнее используют свет как инструмент эмоционального воздействия и формирования атмосферы. Динамические сценарии, реагирующие на присутствие посетителей, привязанные к времени суток, к событиям, к сезонам – это коммерческая реальность, в которой умное освещение превращается из инженерной системы в часть маркетинга.

Постепенное созревание Li-Fi. Не как замены Wi-Fi (это спорная перспектива), а как ниши для специальных применений: безопасные коммуникации, медицинские объекты, авиация, защищенные производства. Объемы пока небольшие, но это точка роста, особенно в условиях растущих требований к информационной безопасности.

Рост значения ESG и устойчивого развития. Для крупных корпоративных заказчиков, особенно с международной отчетностью или с собственными программами устойчивого развития, умное освещение становится частью ESG-повестки. Снижение углеродного следа, оптимизация ресурсов, продление срока службы оборудования – всё



это считается и отражается в нефинансовой отчетности. В России эта тема тише, чем в Европе, но среди крупных промышленных игроков она звучит и будет звучать чаще.

Подведем итог

Десять лет назад «умное освещение» в России существовало в основном на конференциях, в концепциях и в нескольких витринных проектах. Сегодня это нормальный сегмент отраслевого рынка с понятной структурой, реальными игроками и измеримыми проектами. Не сказать, что бурно растущий – макроэкономика последних лет не баловала никакую отрасль, и светотехника не исключение. Но именно умный сегмент – единственная часть рынка, где спрос растет независимо от строительного цикла, потому что движет им не количество новых квадратных метров, а желание выжимать из имеющихся метров больше.

Тренды до 2030 года понятны: углубление локализации, удешевление умных компонентов, проникновение ИИ, распространение HCL, превращение городского освещения в часть IoT-инфраструктуры, постепенное появление Li-Fi в специфических нишах. По общим объемам российский рынок света будет жить в диапазоне небольших колебаний вокруг текущего уровня, но внутри этого диапазона доля умных решений будет расти стабильно – и через пять лет картина изменится кардинально, даже если общие объемы останутся теми же.

Главный сдерживающий фактор – не технологии и не нормативка. Технологий хватает, нормативка в основном адекватная и движется в нужном направлении. Главный фактор – это уровень осознанности заказчика. Пока массовый заказчик считает, что свет – это просто свет, рынок умного освещения будет нишевым. Когда массовый заказчик начинает считать TCO, а не CAPEX, начинает интересоваться, как свет влияет на работу его людей, на счет за электричество, на репутацию его объекта, – тогда рынок умного освещения начинает по-настоящему расти.

Этот переход уже идет. Не везде и не всегда быстро, но идет. И когда журнал «Рынок Электротехники» вернется к теме умного освещения через пять лет, расклад будет уже другим: не «есть энтузиасты и есть остальные», а «есть нормальное умное освещение и есть устаревшая практика». Куда движется рынок? Туда же, куда движется любая зрелая технология: из премиум-сегмента в норму, из исключения в стандарт. И это, в общем, единственно правильное направление.



Технологии умного освещения: направления развития, инновации, прогнозы

Тема сегодняшнего «Круглого стола» – «Технологии умного освещения: направления развития, инновации, прогнозы». Умное освещение всё активнее входит в нашу жизнь, меняя ее в лучшую сторону. На что именно стоит обратить внимание? Как выбирать поставщика? Что нас ждет в ближайшем будущем. Эти наши традиционные вопросы мы задали экспертам.

На наши вопросы отвечали:

Алексей Карманов, технический продукт-менеджер ООО «Арлайт РУС»

Григорий Найденков, директор по развитию новой техники ООО «Вольта»

— *Какие ключевые тренды сегодня формируют рынок умного освещения и как они будут влиять на спрос в ближайшие три-пять лет?*

Алексей Карманов: Автоматизация инженерных систем сегодня — это уже стандарт комфорта. Применение происходит повсеместно: от «умных лампочек» в квартире до управляемой температуры освещения в вагоне метро. Развитие технологий и разнообразие решений неизбежно будут повышать спрос в ближайшие годы.

Григорий Найденков: Компании, связанные с управлением освещением, быстрее растут на рынке светотехники. Большая маржинальность, большой «чек» проекта подталкивают светотехнические компании внедрять умное освещение в светотехнические проекты.

Компании, занимающиеся управлением освещением в профессиональном сегменте, активно сотрудничают с производителями осветительного оборудования и часто совместно идут в проекты. В бытовом сегменте также наблюдается рост применения управления освещением, начиная от самого простого: Алиса, включи свет.

Тренд на развитие, исходящий от самих компаний, — самый основной драйвер роста в умном освещении. Т. е. потребность рынка формируется теми технологиями и решениями, которые грамотно презентуются клиенту.



Алексей Карманов,
технический продукт-менеджер
ООО «Арлайт РУС»

— *Насколько быстро происходит переход от отдельных решений к комплексным экосистемам в освещении и что это меняет для заказчиков?*

Алексей Карманов: Отдельные решения по управлению светом — это тест-драйв системы. При положительном опыте использования заказчик будет рассматривать все варианты, вплоть до полной автоматизации всех инженерных систем. Если распробовать удаленное управление светильником, может «разыграться аппетит»



Григорий Найденков,
директор по развитию новой техники
ООО «Вольта»

и захочется иметь диспетчеризацию инженерии в своем офисе. Основываясь на нашем опыте, могу сказать, что переход происходит достаточно быстро.

Григорий Найденков: Не будет быстрым. Все больше комплексных проектов будет появляться с расширением возможностей таких систем и, возможно, это приведет к полной автоматизации зданий, целых заводов и т. д. Но пока смотрим на увеличение умных светотехнических проектов.

— *Какие технологические направления (IoT, AI-аналитика, беспроводные сети, цифровые двойники и др.) окажут наибольшее влияние на развитие рынка?*

Григорий Найденков: Наиболее трендовая вещь, которую сейчас пытаются применять повсеместно, это ИИ. Это делается весьма успешно во многих отраслях, и наибольшее влияние на развитие рынка будет именно от искусственного интеллекта. Кто-то не пойдет в беспроводные сети, но наверняка AI-аналитику применять будет.

— *В каких типах предприятий внедрение умного освещения дает максимальный экономический эффект уже в первые один-два года?*

Алексей Карманов: В гостиничной сфере реализация систем управления освещением не сильно удорожает решение, а за счет диммирования и сценарного управления — быстро окупается.

— *На какие показатели эффективности стоит ориентироваться при выборе системы: только энергобережение или есть более значимые метрики?*

Алексей Карманов: В рабочих помещениях свет важен не только с точки зрения энергоэффективности, но и с точки зрения эффективности людей, работающих при этом освещении. Светильники без пульсации, с высоким индексом цветопередачи (CRI>95) благоприятно влияют на самочувствие, концентрацию и производительность сотрудников.

Григорий Найденков: Как и много лет в России не только энергосбережение является ключевым показателем эффективности.

В бытовом сегменте это еще и простое диммирование, изменение сценариев и цветовой температуры. И бывает важнее, чем энергосбережение.

В умном освещении появляется все больше преимуществ: светильники управляются совсем без выключателей и человека, системы отслеживают неисправности, продлевают срок службы оборудования. Грамотное представление всего этого и будет отличным драйвером роста.

— *Как правильно оценить совокупную стоимость владения (TCO) системой умного освещения на горизонте пяти-семи лет?*

Алексей Карманов: Большинство профессиональных систем автоматизи-

зации рассчитано на работу 20+ лет без замены оборудования. Сделав выбор в пользу качественных элементов системы на этапе реализации, можно сэкономить как на количестве оборудования, так и на расходах на эксплуатационную бригаду.

— *Насколько сложно интегрировать умное освещение в уже существующую инфраструктуру предприятия без остановки процессов?*

Алексей Карманов: Зависит как от системы освещения, так и от самого предприятия.

В офисном здании с легко демонтируемым потолком по типу «Армстронг» нет никаких сложностей. Инженерной компанией без проблем производится поэтапная модернизация помещения за помещением по ночам, а к утру возвращается их рабочее состояние и сотрудники продолжают работу.

При большом объеме работ по протяжке новых кабелей имеет смысл рассмотреть беспроводные системы управления, если нет ограничений на использование беспроводных технологий.

— *Какие требования к обслуживанию и квалификации персонала возникают после внедрения таких систем?*

Алексей Карманов: Сервисный персонал должен уметь обслуживать инженерные системы, внедряя любую систему управления: нужно лишь научить сотрудников разбираться в ней. Многие вендоры устройств автоматизации проводят обучение по своим системам, в том числе и для эксплуатационных служб.

Григорий Найденков: Требования к квалификации возрастает. Обучение персонала — важная задача для интегратора системы, особенно для удаленных районов. Вопрос часто даже не в том, что училища и университеты не дают таких знаний, а в том, что каждая система может быть уникальна. Обслуживающий специалист должен иметь инструкцию, четкие действия и возможность оперативно связаться с производителем системы. Важная задача производителя — снять возможные страхи заказчика об обслуживании и аварийных ситуациях.

— *Какие риски (технические, финансовые, киберугрозы) следует учитывать при выборе поставщика и решения?*

Алексей Карманов: В современном мире критически важно

выбирать защищенные от взломов протоколы автоматизации, а в идеале — интернетонезависимые решения. Например, в случае выбора полевых шин без шифрования — исключить доступ посторонних данных, устанавливать и своевременно обновлять все необходимые пароли доступа.

Оценивая финансовые и технические риски, стоит учитывать доступность оборудования у вендоров, квалификацию специалистов техподдержки, полноту технической документации, протоколы испытаний и сертификаты. Если это применимо к данному оборудованию — наличие сервисных центров, а также дополнительные возможности по настройке оборудования, которые предоставляет производитель оборудования.

Григорий Найденков: Следует учитывать все перечисленные риски: чем сложнее система, тем больше вариантов риска. При внедрении систем управления следует всегда обращать внимание не только на стандартные юридические вещи при заключении договора, но и задавать как можно больше вопросов производителю, они вполне очевидны: где уже применялись такие системы, что происходит в течение срока эксплуатации, случались ли нештатные ситуации, как защищается ПО, может ли кто-то порекомендовать применение вашей системы.

— *Какие технологические тренды стоит учитывать уже сегодня, чтобы выбранное решение не устарело через несколько лет?*

Алексей Карманов: «Хайповые» технологии быстро появляются, но так же быстро могут исчезнуть. И на долгой дистанции это может вынудить менять всю систему из-за одного вышедшего из строя компонента. Выбирайте решение, которое будет доступно и через семь-десять лет.

Григорий Найденков: Полностью защититься от устаревания невозможно. Прогресс ускоряется, и часто скачкообразно. Следует в первую очередь обращать внимание на универсальность системы. Например, на типовые протоколы, которые уже применяются повсеместно (DALI). Использование слишком редких систем может привести не только к устареванию, но и к тому, что обслуживать такую систему будет уже некому.

Будущее OLED-освещения: достоинства, недостатки и рыночный потенциал

■ Егор Трубников

Если LED — это успешная история взросления (родилась как лабораторная диковинка в 1960-х, выросла в технологическую революцию к 2010-м, к 2026 году стала индустриальным мейнстримом стоимостью около 95 миллиардов долларов), то OLED — это история другого рода. Это технология, которая пятнадцать лет подряд называется «технологией будущего» и до сих пор остается таковой. Не потому что у нее нет достоинств — их у нее много, и они уникальны. А потому что превратить эти достоинства в массовый коммерческий продукт оказалось гораздо сложнее, чем думали оптимисты в начале 2010-х.

К маю 2026 года картина такая. OLED как технология дисплеев — невероятно успешная история: смартфоны, телевизоры премиум-сегмента, мониторы для геймеров и профессиональных задач, носимые устройства, автомобильные приборные панели. Доля OLED в общем рынке дисплеев — больше 90% выручки от всего OLED-сектора. А вот OLED как технология общего и архитектурного освещения — по-прежнему ниша размером в несколько миллиардов долларов на фоне 95-миллиардного рынка LED-освещения. С большими надеждами, реальными производителями, серьезными промышленными проектами — но всё же ниша.

Почему так получилось — и есть ли у OLED-освещения шанс выйти из ниши в мейнстрим? Вопрос непр-

стой и требует разбора по существу. Технология заслуживает того, чтобы на нее смотрели не сквозь призму маркетинговых обещаний и не с холодным скепсисом промышленника, который привык считать стоимость лм/Вт и не хочет связываться с органикой. А с пониманием того, что у нее реально есть, чего нет и где она будет расти. Этим и займемся.

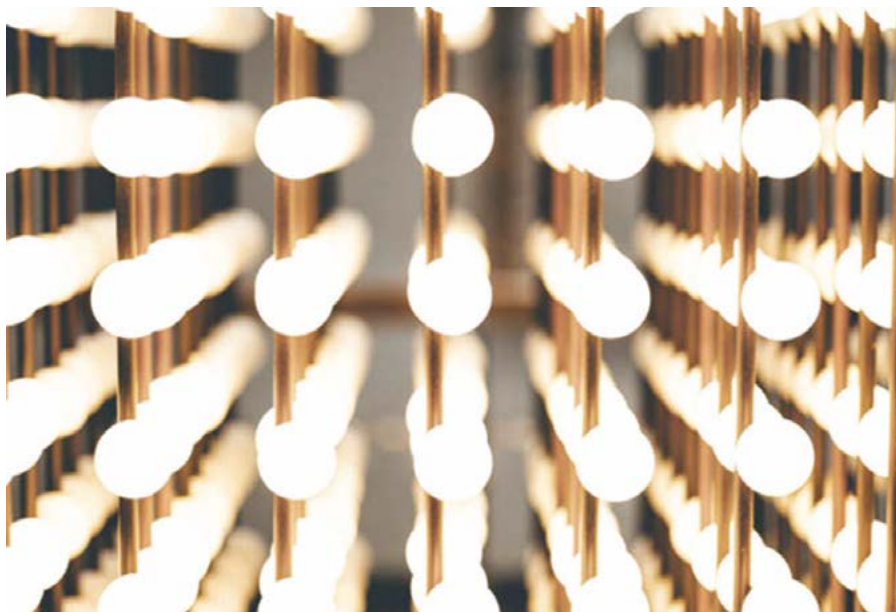
Что такое OLED по существу

Технологически OLED — это органический светоизлучающий диод. Принципиальное отличие от привычного LED — материал, в котором происходит излучение. У обычного светодиода это полупроводниковый кристалл (галлий, индий, азот в разных

композициях). У OLED — слой органического вещества, способного излучать свет под действием приложенного напряжения. Тонкая многослойная пленка из проводящих и излучающих органических соединений, зажатая между двумя электродами, один из которых должен быть прозрачным, чтобы свет вышел наружу.

Из этой принципиальной конструкции вытекают все ключевые свойства OLED. Свет рождается распределенно по всей площади панели, а не точно, как у LED-чипа. Толщина излучающего слоя — микроны, общая толщина панели — миллиметры или даже доли миллиметра. Гибкость — естественное свойство, потому что органика наносится на пластиковую или гибкую стеклянную подложку. Никакого радиатора и никакой оптики, выравнивающей точечный источник в равномерное свечение, OLED не требует — он сам по себе равномерная светящаяся плоскость.

Параметры современных OLED-панелей для освещения. Эффективность — 40–80 лм/Вт у серийных коммерческих панелей. Лучшие лабораторные показатели и специализированные продукты доходят до 100 лм/Вт. Срок службы по критериям LT70/LT80 (падение светового потока до 70% или 80% от исходного) — 30 000–50 000 часов в зависимости от рабочей яркости и условий эксплуатации. Индекс цветопередачи (CRI) у качественных панелей — выше 90, у топовых — близко к 95–98. Цветовая температура — от 2700 К (теплый) до 5000 К (нейтральный белый), со средними точками между ними. Большинство архитектурных продуктов сертифицированы по характеристикам, близким к естественному дневному свету.



Сравним с современным LED: эффективность лучших серийных LED-светильников — 150–200 лм/Вт, у топовых решений до 220 лм/Вт. Срок службы — 50 000–100 000 часов. CRI у качественных продуктов — 80–90, у профессиональных — выше 90. По сухим цифрам LED обходит OLED по эффективности и сроку службы. И это первое, что нужно зафиксировать перед тем, как идти дальше: OLED — не более эффективная и не более долговечная технология, чем LED. Она другая. И все ее достоинства лежат в плоскости того, что LED дать не может или может, но плохо.

Почему OLED все-таки нужен: настоящие достоинства

Преимущество первое — характер света. OLED — это распределенный источник, светящаяся поверхность. LED — точечный источник, который для получения мягкого света требует диффузоров, отражателей, рассеивателей. Это техническое различие имеет огромное психофизиологическое значение.

Свет от OLED-панели мягкий и рассеянный по своей природе. Он не дает точечного блика, не создает резких теней, не утомляет глаза при длительном пребывании. Это особенно заметно в задачах, где требуется работа с тонкими цветовыми оттенками — в художественных мастерских, реставрационных лабораториях, фотостудиях, музейных экспозициях, выставочных галереях. Качественная OLED-панель с CRI выше 95 дает картинку, которая по характеру света сравнима только с северным дневным светом из большого окна. LED такого характера достичь принципиально не может, как бы хорошо его ни задиффузировали.

Преимущество второе — форм-фактор. OLED-панель толщиной 1–3 миллиметра, гибкая или жесткая, с любой геометрией контура — это такой светильник, который встраивается туда, куда никакой LED не поместится. В автомобильный задний фонарь, повторяющий сложную геометрию кузова. В обивку потолка самолета. В стеклянную панель витрины с подсветкой изнутри. В банковскую карту, которая светится при оплате. В медицинскую упаковку, на которой загорается напоминание принять таблетку. Это не научная фантастика, это реальные коммерческие применения, существующие уже сегодня.

Преимущество третье — отсутствие ультрафиолета и низкое тепло-

выделение. Спектр OLED-излучения практически не содержит УФ-составляющей. Это критично для освещения произведений искусства, архивов, антиквариата — всего, что разрушается ультрафиолетом. Тепловыделение у OLED-панели в разы ниже, чем у LED-светильника эквивалентного светового потока. Это означает, что OLED можно ставить вплотную к объектам, которые нельзя нагревать: ювелирные витрины, цветочные композиции, продукты в холодильных витринах премиальных магазинов, чувствительные музейные экспонаты.

Преимущество четвертое — отсутствие точечного блика и риска ослепления. Глаза не «бьет». В рабочих местах, где приходится поднимать взгляд к потолку (операционные, диспетчерские, читальные залы), OLED имеет оптимальное психофизиологическое преимущество. То же самое в автомобильных

задних фонарях — OLED-стоп-сигнал виден издали, но не слепит водителя сзади. Audi (и затем BMW, Mercedes) выбрали OLED для премиальных автомобилей именно поэтому: характер свечения принципиально другой, и это видно невооруженным глазом.

Преимущество пятое — возможность создавать сегментированные «дисплейные» источники света. Современные OLED-панели для автомобилей содержат десятки и сотни индивидуально адресуемых сегментов. На задней оптике Audi Q6 e-tron — 360 OLED-панелей, объединенных в шесть групп, каждый сегмент управляется отдельно, водитель может выбирать «световую подпись» из восьми предустановленных вариантов плюс создавать свою через приложение myAudi. Это уже не просто фонарь — это коммуникационный экран на заднице машины. С LED такое тоже



теоретически возможно (matrix-LED), но получается дороже, толще, сложнее и не так эстетично.

Преимущество шестое — экологичность и отсутствие ртути и других тяжелых металлов. Современные OLED-материалы относительно безвредны при утилизации (с поправкой на то, что любая электроника требует профессиональной переработки). Никаких люминофоров, никаких опасных добавок, в отличие от энергоберегающих ламп прошлого поколения и даже некоторых специализированных LED-источников.

Седьмое и часто недооцененное — мгновенный пуск и мгновенное диммирование. Никакой задержки на «прогрев», никаких эффектов

мерцания при глубоком диммировании, при условии правильно спроектированного драйвера. OLED-панель управляется по току так же, как LED, но дает более чистое визуальное поведение при медленном фейдинге и работе на низких уровнях яркости.

Цена за все эти достоинства: настоящие ограничения

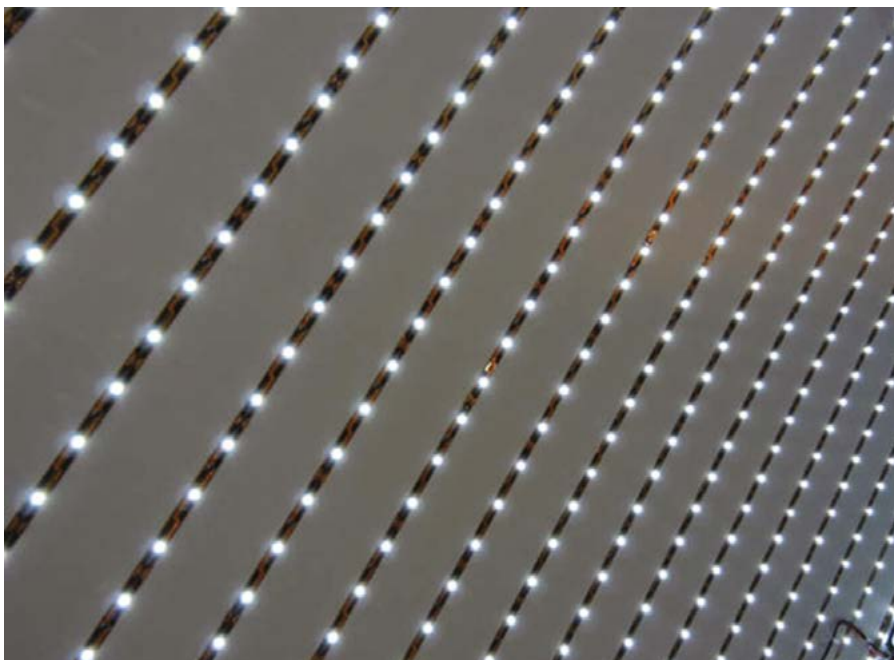
Если бы OLED давал всё это бесплатно, разговоров о нише не было бы. Он бы давно вытеснил LED во всех применениях, где его достоинства имеют значение. Не вытеснил — потому что у технологии есть жесткий набор ограничений, который индустрия пока не сумела до конца преодолеть.

Ограничение первое и главное — стоимость. Производство OLED-панели для освещения требует вакуумного нанесения многослойной органической пленки на подложку, герметизации (потому что органика чувствительна к влаге и кислороду), формирования контактов и инкапсуляции. Технологически это близко к производству OLED-дисплеев, со всеми сопутствующими капитальными затратами и квалификационными требованиями. Стоимость готовой панели OLED-освещения для общих применений в 5–15 раз выше, чем у LED-светильника эквивалентного светового потока. На уровне 2025–2026 годов цена квадратного сантиметра серийной OLED-панели — порядка 10–30 центов в зависимости от производителя, объема закупки и спецификации. Для специализированных автомобильных и архитектурных решений цена может быть существенно выше.

Ограничение второе — эффективность. 40–80 лм/Вт — это всерьез ниже, чем у современных LED. В пересчете на каждый произведенный ватт света OLED обходится потребителю дороже не только из-за CAPEX, но и из-за более высокого OPEX (счет за электричество). Для общего освещения большой площади это ставит OLED в слабую позицию: один киловатт освещения на LED обойдется в один киловатт мощности, на OLED — в полтора-два киловатта. Никакая эстетика этой арифметики не отменяет.

Ограничение третье — срок службы и деградация. Органические материалы стареют. Панели с заявленным сроком службы 50 000 часов на практике снижают яркость уже в первые 10 000–15 000 часов работы, причем неравномерно по площади. Синие компоненты деградируют быстрее красных и зеленых, что приводит к смещению цветового баланса со временем. У премиальных продуктов это компенсируется конструктивно (микширование разных типов LED и драйверной коррекцией), у бюджетных — никак не компенсируется. LED-светильник с правильным радиатором за 50 000 часов теряет 10–15% светового потока. OLED-панель за тот же срок может потерять 30% и больше плюс «уйти» по цвету. Это приемлемо для премиум-сегмента (поменять панель раз в семь лет — несложно), но плохо для массовых применений.

Ограничение четвертое — чувствительность к среде. Рабочий диапазон температур стандартной OLED-панели — 5–35 °С, влажность — не более 85%. То есть применение в наруж-



ном освещении в российском климате практически исключено. Производственные цеха с агрессивной средой — тоже. Всё, что требует работы при минусовой температуре или в условиях высокой влажности, OLED исключает. Существуют специализированные автомобильные OLED-панели с расширенным температурным диапазоном (это отдельная разработка OLEDWorks для Audi и партнеров), но это дорого и нишево.

Ограничение пятое — ограниченная яркость. Современные OLED-панели для общего освещения дают 3000–5000 кд/м² в типичной коммерческой спецификации. Это много, чтобы быть «лампой на потолке» в офисе, но мало для применений, требующих высокой удельной яркости. LED-точечник может дать 50000 кд/м² и выше. Проектор, фонарь, концентрированный источник света — это ниши LED, и OLED туда принципиально не дотянется.

Ограничение шестое — производственная сложность и фрагментированный рынок поставщиков. В мире серийным производством OLED-панелей для освещения (не дисплеев — это отдельная история) занимается крайне ограниченный круг компаний: OLEDWorks (Германия и США), Konica Minolta (Япония), LG Display (Южная Корея, в основном дисплейный фокус с побочными выходами в освещение), Inugu (Германия — узкая ниша печатных OLED для упаковки), Yeolight (Китай — растущий игрок с инвестициями около 100 миллионов долларов в производственный комплекс), Sumitomo Chemical, Kaneka, Lumiotec, NEC Lighting. Это всё. После банкротства Philips Lighting в части OLED-производства (фабрика в Германии перешла к OLEDWorks), банкротства Pioneer OLED, ухода Osram из этой ниши и сворачивания планов JOLED индустрия серийного OLED-освещения сильно консолидировалась. Это не «свободный рынок» с конкуренцией десятков поставщиков, а узкоспециализированный B2B-сегмент с несколькими ключевыми игроками.

Мировой рынок: сухие цифры

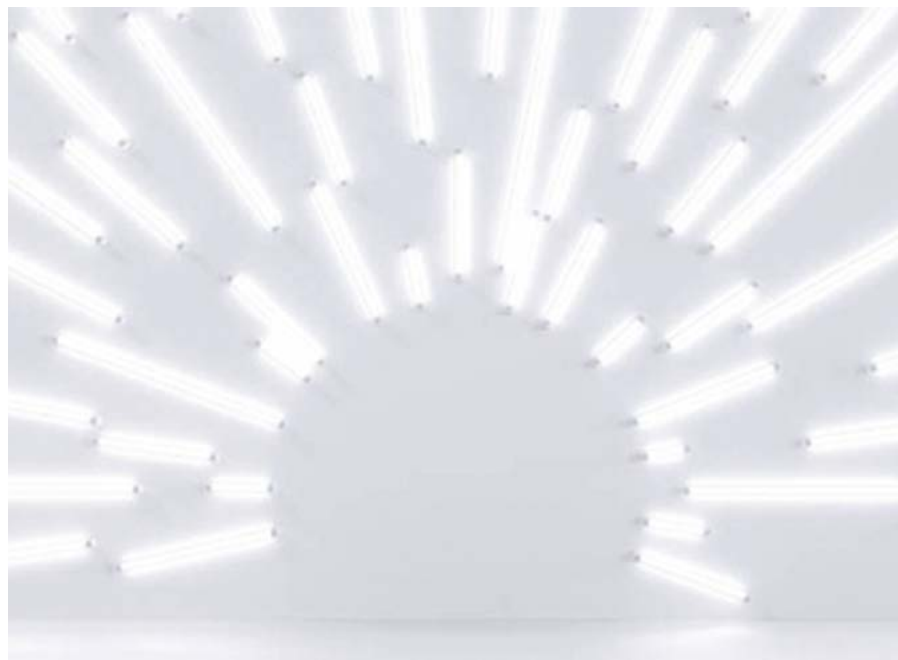
Рынок OLED-освещения (panels for lighting applications) на 2024 год оценивался примерно в 5,6 миллиарда долларов с прогнозом роста до 11,67 миллиарда долларов к 2033-му при CAGR около 8,5%. Альтернативные оценки от других аналитических агентств дают цифры в пределах 27,95 миллиарда дол-

ларов в 2024-м с ожиданием 31,42 миллиарда в 2025-м — но это уже более широкое определение, включающее автомобильные применения и пограничные продукты на стыке освещения и дисплеев.

Для понимания масштаба: общий рынок OLED (всех применений) оценивается в 2025 году в 68,27 миллиарда долларов, и доля собственно освещения в нем — около 9–10%. Дисплеи доминируют с долей выше 90%. Это, кстати, важная статистика: в индустрии OLED основные деньги, основные R&D-усилия и основные инновации крутятся вокруг дисплеев, а освещение — побочная ветвь, питающаяся технологическими достижениями главного направления.

География. Азиатско-Тихоокеанский регион доминирует с долей около 44%

мирового рынка OLED. Внутри региона — сильная концентрация в Южной Корее (LG Display, Samsung), Японии (Konica Minolta, Sumitomo Chemical, Idemitsu Kosan, Kaneka) и стремительно растущем Китае (BOE, Visionox, Yeelight, Tianma). Северная Америка (преимущественно США) — второй рынок, при этом большая часть американского OLED-производства освещения сосредоточена в OLEDWorks (Рочестер, штат Нью-Йорк), и в феврале 2025 года было объявлено о партнерстве OLEDWorks с Japan Display для развертывания производства OLED в США. Европа — Германия (OLEDWorks, Inugu), Финляндия и ряд исследовательских центров. По размеру европейский рынок OLED-освещения — порядка 1 миллиарда долларов, рост стабильный.



Что касается России — отдельного промышленного производства OLED-панелей для освещения в стране нет. Существуют научные коллективы (МГУ, ИФП СО РАН, ряд других академических центров), которые занимаются органической электроникой на исследовательском уровне. Есть небольшие компании, которые экспериментируют с OLED-применениями. Но промышленной фабрики OLED-материалов и серийного производства панелей нет — как нет, впрочем, и в большинстве стран мира за пределами уже упомянутого узкого круга.

Российский рынок OLED-освещения — это потребление импортного продукта в нишевых применениях. По оценкам, годовой объем — десятки миллионов рублей, не более. Основные применения: премиальные интерьерные проекты (бутики, выставочные пространства, частные апартаменты с дизайнерским оснащением), отдельные музейные и художественные проекты, точечные архитектурные инсталляции, частная коллекционная техника. Серийных коммерческих внедрений в России единицы.

После 2022 года ситуация изменилась мало в принципе. До 2022-го OLED-светильники в Россию завозили в основном через европейские каналы (преимущественно немецкое OLEDWorks, частично Konica Minolta через дистрибьюторов). Сейчас канал замкнулся через параллельный импорт, цены выросли на 20–40% к и без того высокому уровню, объемы снизились. Приход китайских поставщиков — Yeolight, отдельные продукты Visionox — частично компенсирует, но в премиум-сегменте качества и стабильности их продукт пока уступает японцам и немцам.

Где OLED-освещение реально работает уже сегодня

Чтобы разговор не ушел в чистую теорию, имеет смысл посмотреть, в каких именно применениях OLED-освещение имеет коммерческий смысл прямо сейчас.

Автомобильный сегмент — пожалуй, самая успешная история проникновения OLED в массовый продукт. Audi применяет OLED в задних фонарях с 2016 года, начиная с TT RS Coupé и Roadster. К 2026 году линейка моделей с OLED-оптикой включает A8, Q5 (рестайлинг 2020 и далее), Q8/SQ8, Q7/SQ7 (второго поколения), Q6 e-tron, новое семейство A5. Технология эволюционировала от первых статических панелей до второго поколения цифровых OLED с матричной структурой и индивидуальной адресацией сегментов. На Q6 e-tron — 360 OLED-панелей в задней оптике, разбитых на шесть функциональных групп. Технологическая ценность для автопроизводителя: уникальный визуальный дизайн (тонкая, плоская, гибкая оптика, повторяющая контур кузова), функциональность «световой подписи», сегментная адресация для коммуникационных функций (предупреждение о приближающемся сзади автомобиле, сигнализация ближайшим участникам движения), отсутствие ослепления при отличной видимости. BMW, Daimler/Mercedes тоже используют OLED — но более точно. Поставщик практически всех автомобильных OLED — компания OLEDWorks, использующая свою фирменную технологию Atala.



Архитектурно-декоративное освещение премиум-класса. Здесь OLED применяется как «светящаяся поверхность», которую невозможно получить никаким другим способом. Светящиеся плитки потолка с переходом из теплого в холодный белый, светящиеся стены ресторанов, иммерсивные пространства в галереях современного искусства, инсталляции в торговых центрах премиум-класса. Производители — OLEDWorks (серия Lumiblade, потом Brite/Brite Amber), Konica Minolta (серия Symfos, гибкие панели на R2R-производстве). Стоимость проекта — от десятков тысяч долларов за квадратный метр светящейся поверхности. Окупается такая инсталляция только за счет престижа и уникальности — функционально она ничем не лучше хорошо сделанного light box на LED.

Музейное и выставочное освещение. Сочетание высокого CRI, отсутствия УФ и низкого тепловыделения делает OLED технически наиболее подходящим источником для освещения чувствительных к свету экспонатов. Применения: галереи современного искусства, музейные витрины с антиквариатом, специализированные хранилища архивных документов с краткосрочной экспозицией, выставочные стенды ювелирных коллекций. Не везде есть бюджет на OLED — большинство музеев в России обходятся специализированным LED с УФ-фильтрами и низкой яркостью. Но там, где бюджет премиальный (несколько крупных частных музеев и галерей в Москве, Санкт-Петербурге), OLED уже встречается.

Медицинский сегмент. Эту нишу несколько лет последовательно осваивает Konica Minolta. OLED-освещение в смотровых кабинетах, операционных (без УФ, без бликов, с равномерным распределением света по всему полю зрения хирурга), в палатах для пациентов с особой чувствительностью. Стоимость, конечно, заоблачная — но в премиальной частной медицине, особенно дерматологической и офтальмологической, аргумент CRI 95+ и спектра, близкого к естественному, работает.

Премиальное жилое освещение. Узкая, но платежеспособная ниша. В России — несколько проектов в частных резиденциях класса de luxe, где архитекторы интегрировали OLED-панели в потолки, стеновые композиции, мебель. Это всегда штучная история, редко выходящая за рамки одного проекта.

Освещение в премиальных гостиничных и SPA-объектах. Теплый рас-

Российский рынок OLED-освещения — это потребление импортного продукта в нишевых применениях

сеянный свет от OLED-панели в номере или над массажным столом — это не функциональная необходимость, а маркетинговое преимущество объекта класса 5*+. Несколько российских отелей премиум-сегмента уже имеют такие зоны, в основном — в SPA-частях и в ресторанных пространствах высокого класса.

Нишевые B2C-применения.

Здесь самая интересная и неожиданная история. Платежные карты с OLED-подсветкой от Konica Minolta и финтех-стартапа Sentry (платформа Radiance) — это карта, которая загорается при оплате через NFC, без батареек, исключительно за счет энергии, передаваемой при транзакции. Маркетинговый ход для премиальных банковских продуктов, но технически работающее коммерческое решение. Печатные OLED-панели от немецкого Inugu применяются в фармацевтической упаковке (напоминание принять лекарство, индикация целостности упаковки), в маркетинговых материалах премиального уровня, в развлекательной упаковке.

OLED-панели в специальных средах. Операционные диспетчерских пунктов крупных энергообъектов, центры управления полетами, экспертные станции, читальные залы научных библиотек — узкие применения, где есть бюджет и где характеристики OLED оправдывают цену. В России — единичные внедрения.

Технологические направления развития: что меняется

OLED-индустрия медленно, но последовательно работает над снятием ограничений, которые не дают технологии выйти из ниши.

Удешевление производства через roll-to-roll и инкджет-печать.

Классическая технология производства OLED — вакуумное напыление органических слоев на стеклянную подложку — это дорого, медленно и плохо масштабируется. Альтерна-

тива — нанесение материалов методом печати, аналогично струйному принтеру. Konica Minolta развивает технологию roll-to-roll (R2R) — фабрикация на гибкой подложке, движущейся через линию напыления, что в перспективе позволяет получать производительность, сопоставимую

с печатью обоев. Inugu (Германия) использует чисто инкджетную печать OLED, что, по их данным, снижает стоимость производства примерно на 90% по сравнению с традиционным методом вакуумного напыления. К маю 2026 года Inugu запустила производственную линию Dragon Factory в Вильдау под Берлином, ориентированную на упаковку и развлекательные применения. Это пока не «OLED-обои на каждом потолке», но направление коммерциализации печатных технологий идет.

Tandem OLED и стекированные структуры. Технология «двух- и трех-этажного» OLED, в котором несколько светящихся слоев расположены друг над другом, работает на одном



напряжении и дает суммарно более высокую яркость и эффективность. Применяется уже в премиальных дисплеях (включая последние iPad Pro и часть автомобильных приборных панелей), и в освещении эта же технология дает прирост до 1,5–2 раз по lm/Вт без увеличения стоимости. К 2027–2028 годам tandem-структуры станут стандартом для премиальных OLED-светильников.

Гибкое и прозрачное OLED-освещение. OLED-панели на пластиковой подложке (PET, PI) уже коммерчески доступны. Это OLED, который можно изгибать на радиусе 10–50 мм без потери работоспособности. Прозрачные OLED — это панели, через которые можно видеть, когда они выключены, а при подаче напряжения они светятся. Применения — в стеклянных перегородках офисов, в витринах, в автомобильных окнах. Прозрачные OLED-панели прогнозируется как сегмент с самым быстрым ростом среди форм-факторов — около 13,4% CAGR.

Гибридные OLED-структуры с микро-LED или квантовыми точками. Концепции, в которых органический излучатель комбинируется с другими технологиями для расширения цветового охвата, увеличения яркости или продления срока службы. Большинство пока находится в лабораторной фазе, но к 2030 году возможно появление коммерческих продуктов на стыке OLED и QLED для специализированных применений.

Локальное Tunable White и динамическое управление спектром. Современная OLED-панель легко поддерживает изменение цветовой температуры в диапазоне 2700–

Честный анализ требует признать, что OLED —

не универсальная технология

6500 К на одной поверхности — это конкурентоспособно с лучшими решениями LED Tunable White и подходит для HCL-применений (Human Centric Lighting, ориентированное на человека освещение).

Расширение диапазона рабочих температур. OLEDWorks и Konica Minolta для автомобильного сегмента сделали панели, способные работать в диапазоне от –40 до +85 °С. Эта же технология постепенно перетекает в специализированные архитектурные продукты, что открывает дорогу OLED-освещению в более широкие климатические условия. Полностью «уличный» OLED для российской зимы — пока перспектива, но направление есть.

Снижение стоимости квадратного метра. Главная задача отрасли. Капитальные затраты на новые производственные линии у ведущих игроков (планируемое расширение OLEDWorks до около 40 000 м²/год, новые мощности Yeelight, разворачивание производства Inugu) направлены именно на снижение себестоимости через объемы. Но насколько быстро это реально транслируется в розничные цены — пока сложно прогнозировать. Опыт OLED-дисплеев показывает, что массовое удешевление возможно только при

одновременном кратном расширении рынка, а с этим у OLED-освещения сложнее, чем с дисплеями — нет такого «убийственного» приложения, как смартфон.

Российский контекст: где OLED уже работает и где появится

Реалистичная оценка состояния российского рынка OLED-освещения на май 2026: это нишевый сегмент, где общий объем годового потребления исчисляется десятками миллионов рублей, продукция импортная, применения — точечные премиальные.

Что реально внедрено и работает в России на сегодня. Несколько музейных и выставочных пространств в Москве и Санкт-Петербурге используют OLED-панели для подсветки чувствительных экспонатов и в инсталляционных проектах. Несколько крупных банков имеют в своих флагманских отделениях OLED-зоны — как правило, в формате декоративной подсветки переговорных или клиентских лаунжей. Премиальные интерьерные проекты в формате частных резиденций — несколько десятков объектов в Москве, единицы в регионах. Один-два проекта в области медицинского освещения в крупных частных клиниках. Точечные внедрения в флагманских автомобильных дилерских центрах — преимущественно в шоурумах премиум-марок.

Импорт OLED-панелей в Россию идет через несколько каналов: параллельный импорт из Европы (Konica Minolta, OLEDWorks через посредников), прямой импорт из Китая (Yeelight, отдельные продукты Visionox), завод готовых светильников от премиальных интерьерных брендов с интегрированными OLED-панелями. Ни одного российского производителя серийных OLED-панелей для освещения нет, и в ближайшие годы появление такого производства маловероятно — для этого нужны капитальные инвестиции порядка 100 миллионов долларов как минимум, плюс компетенции в органической химии и микроэлектронике



на уровне, сопоставимом с японскими и корейскими лидерами.

Что есть на исследовательском уровне. В России работают научные коллективы, занимающиеся органическими полупроводниками, светоизлучающими полимерами, перовскитными светодиодами (Pe-LED — следующее поколение технологии, которое в перспективе может частично заменить OLED). Соответствующие исследования ведутся в МГУ имени Ломоносова, в Институте физики полупроводников СО РАН, в МФТИ, в ряде других академических центров. Прикладного выхода в серийную светотехнику пока нет, но компетенции существуют — и в случае более активного государственного интереса к теме могли бы быть конвертированы в опытно-промышленное производство.

Перспективы российского рынка OLED-освещения до 2030 года скромные. Объемы будут расти за счет расширения нишевых применений — больше музейных проектов, больше премиальной интерьерной розницы, больше выставочной техники, постепенное появление в гостиничном и медицинском сегменте. Кратного роста ожидать не приходится. Появление OLED в массовом коммерческом освещении (офисы, ритейл, общественные пространства) маловероятно в ближайшие пять лет — экономика технологии этому не способствует. Появление OLED в наружном освещении в климатических условиях России маловероятно еще дольше.

При этом OLED-технология может косвенно повлиять на российский рынок через автомобильный сегмент: если массовое появление OLED — задней оптики в премиальных и средне-рыночных автомобилях продолжится мировым трендом, российские авто-владельцы получат к этой технологии прямой контакт. По мере распространения OLED в архитектуре глобально (особенно в странах с премиальным интерьерным сегментом — ОАЭ, Сингапур, Гонконг, ряд европейских городов) российские архитекторы и дизайнеры будут привозить эти решения в свои проекты, и спрос на местах будет постепенно расширяться.

Где OLED не приживется (по крайней мере, в обозримом горизонте)

Честный анализ требует признать, что OLED — не универсальная технология. Есть применения, где OLED-освещение принципиально неконкурентоспособно по сравнению с LED, и эта картина в обозримом будущем не изменится.

Общее освещение производственных и коммерческих помещений большой площади. Когда задача — осветить 5000 квадратных метров склада или 1000 квадратных метров супермаркета, экономика убивает OLED как класс. LED-светильник 200 Вт на 30 000 лм за 10 000 рублей против OLED-панели 50 Вт на 4000 лм за 80 000 рублей — арифметика не оставляет вариантов. Никакая «эстетика» этого не отменяет: рядовой потребитель в супермаркете не платит за «характер света», он платит за товар.

Уличное и наружное освещение. Климатические ограничения OLED делают эту нишу принципиально недоступной. Уличный фонарь должен работать при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, при $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, в дождь, в снег, в ветер, под прямым солнцем десятилетия. OLED-панель в этих условиях не выживает по конструктивным ограничениям.

Прожекторное освещение. Любые применения, где нужен концентрированный мощный световой поток — спортивные стадионы, промышленные прожекторы, фары автомобилей (передние, не задние!), прожекторы съемочной техники. OLED как площадной источник света принципиально не способен дать такую удельную яркость.

Бюджетное массовое освещение. Дома, квартиры, бюджетные офисы, муниципальные здания, школы и больницы массового сегмента. Тут вопрос даже не в характере света, а в том, что OLED стоит десятикратно дороже эквивалентного LED. Никакая программа модернизации не оплатит OLED-освещение в типовой школе. И, честно говоря, не должна — для этой задачи качественный LED со стандартом CRI 80+ и Flicker-Free делает всё необходимое.



Освещение объектов с длительной круглосуточной работой. Срок службы 30 000–50 000 часов у OLED против 50 000–100 000 часов у LED означает, что OLED придется менять чаще. На объектах с круглосуточной работой (логистические хабы, транспортные узлы, ситуационные центры) это превращается в серьезную статью расходов. LED надежнее экономически.

Прогноз до 2030 года: что ждет OLED-освещение

Финальная оценка перспектив. В мировом масштабе OLED-освещение продолжит расти со скоростью 8,5–13% CAGR в зависимости от методики оценки и захватываемых сегментов. К 2030 году рынок достигнет, по разным оценкам, 9–15 миллиардов долларов в год. Это серьезный сегмент, но не доминирующий — LED-освещение к 2030 году пройдет планку 200 миллиардов долларов, и относительная доля OLED в общей картине вряд ли превысит 5–7%.

Где будет основной рост. Автомобильный сегмент — самый перспективный, OLED в задней оптике станет стандартом не только для премиум-марок, но и для среднерыночных автомобилей C/D-класса. Архитектурное премиальное освещение — стабильный

рост в премиум-нишах. Медицинский сегмент — нишевый, но устойчивый. Печатные OLED для упаковки и маркетинга — здесь возможен взрывной рост, если технология Inpu и аналогичных производителей дойдет до приемлемой стоимости. Гибкие и прозрачные OLED в интеграции с архитектурными элементами — самая интересная фронт-история, особенно в сочетании с трендом на «свет как часть пространства» вместо «свет как функция».

Главный вопрос — успеет ли OLED-освещение существенно подешеветь до того, как другие конкурирующие технологии (mini-LED, micro-LED, перовскитные светодиоды Pe-LED) займут потенциальные ниши OLED. Mini-LED уже стал серьезной альтернативой для дисплеев и начинает проникать в архитектурное освещение. Micro-LED в перспективе может закрыть многие применения, для которых сейчас рассматривают OLED. Pe-LED — это отдельная история, технология находится в фазе перехода от лаборатории к опытному производству, и ее коммерческое будущее непредсказуемо.

Похоже, OLED-освещению суждено остаться технологией премиум-сегмента, технологии «уникального характера света для тех, кто готов за это платить». Это не плохая судьба — пре-

миум-сегмент стабилен, маржа в нем высокая, а технологическая инновация продолжается. Просто это не та история, которую рассказывали евангелисты технологии в 2010-х: «OLED заменит LED везде». Не заменит. Но и не исчезнет — займет свою нишу и будет в ней расти.

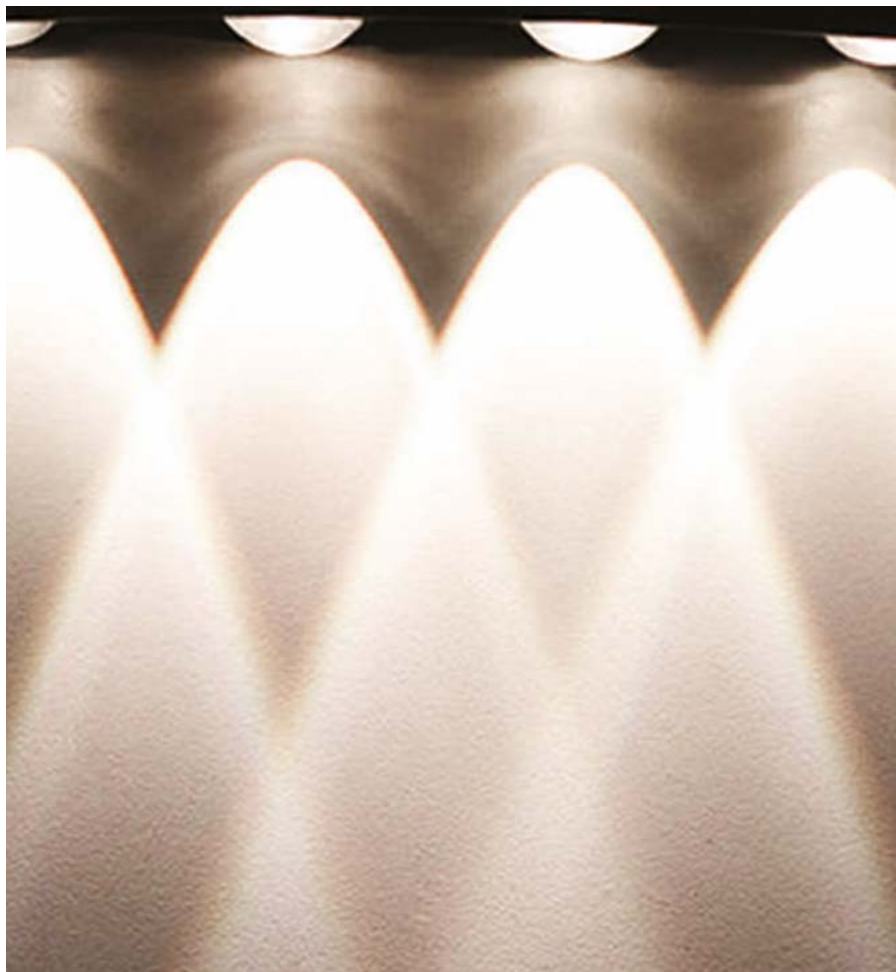
Выводы

OLED-освещение — это удивительная технология, у которой есть реальные уникальные преимущества и реальные жесткие ограничения. Достоинства настоящие — характер света, форм-фактор, отсутствие УФ, мягкое распределенное свечение, эстетика. Ограничения тоже настоящие — стоимость, эффективность, срок службы, чувствительность к среде, ограниченная яркость, узкий круг производителей.

Из этих исходных данных вырастает рыночный потенциал технологии. OLED не заменит LED в массовых применениях — экономика не позволит. OLED займет и расширит свою нишу в премиальных применениях — там, где характер света имеет коммерческое значение и где заказчик готов платить за уникальность. Автомобиль, музей, премиальный интерьер, медицинский кабинет высокого уровня, дизайнерская инсталляция — это территория OLED. И на этой территории технология будет развиваться долго и интересно.

Российский рынок OLED-освещения в обозримом горизонте (до 2030 года) останется нишевым и импортозависимым. Единичные внедрения в премиальных интерьерах, специализированных учреждениях и точечных объектах. Объемы — десятки миллионов рублей в год, возможно, к 2030-му — сотни миллионов. Это не та доля рынка, ради которой стоит строить отечественное производство OLED-материалов и панелей. Но это и не та доля, которой можно полностью пренебречь — потому что внутри нее формируется культура работы со светом нового типа, которая через десять-пятнадцать лет, возможно, станет более массовой.

В сухом остатке. OLED-освещение — это не «технология будущего» в том смысле, в каком об этом говорили в 2015 году. Это технология настоящего, имеющая свой рынок, свои применения, своих производителей и своих заказчиков. Просто это не «новый LED». Это другая технология, со своими преимуществами и ограничениями, которая займет ровно то место в индустрии, которое заслуживает по совокупности параметров. И, пожалуй, это лучшее, что с ней могло произойти: вместо несбыточных обещаний — реальный, пусть и нишевый, бизнес.



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: udmtpp@udmtpp.ru
ВКонтакте: vk.com/tpprf



Союз «Торгово-промышленная палата
Республики Марий Эл»



Союз «Торгово-промышленная палата Республики Марий Эл»

424006, РФ, Республика
Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
ул. Панфилова, д. 41,
Тел.: (8362) 63-01-64
e-mail: rmepalata@mail.ru
ВКонтакте: vk.com/tpprf



Союз «Торгово-промышленная палата Оренбургской области»

460000, РФ, Оренбургская обл.,
г. Оренбург, пер. Свободина, д. 4
Тел.: (3532) 91-33-70
e-mail: cci@orenburg-cci.ru
<https://orenburg.tpprf.ru>
Вконтакте: <https://vk.com/palata.orenburg>
Telegram: <https://t.me/orentpp56>
MAX: <https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fmax.ru%2Fjoin%2Fzxjv2sumqZgX5-odf5nTIQYh6IUoimcHNTikKM9O-dl&utf=1>

ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



Союз «Торгово-промышленная палата Кабардино-Балкарской Республики»

360051, РФ, Кабардино-Балкарская Республика,
г. Нальчик, ул. Пушкина, д. 101
Тел.: (8662) 77-30-38
Факс: (8662) 42-21-22
E-mail: tpp.kbr@mail.ru
Вконтакте: vk.com/tpprf/



Союз «ТПП Ставропольского края»

355042, г. Ставрополь,
ул. Доваторцев, д. 55 А
Тел.: (8652) 99-26-55
Приемная: (8652) 50-99-99
e-mail: tppsk26@gmail.com
e-mail: tpp26sk@yandex.ru
ВК-сообщество
https://vk.com/tpp_sk26
ТГ-канал https://t.me/tpp_sk
MAX https://max.ru/id2635004033_biz
<https://stavropol.tpprf.ru/ru/>



Союз «Торгово-промышленная палата Чеченской Республики»

364016, ЧР, Грозный,
ул. 8 Марта, д. 37 А
Тел.: (965) 888-88-37,
(938) 022-90-26,
(965) 955-27-54
e-mail: tppchr@mail.ru
<https://chechnya.tpprf.ru/ru/>



«Россети» открыли в Оренбурге новую высокотехнологичную подстанцию

В Оренбурге состоялся торжественный пуск подстанции 110 кВ компании «Россети Волга». Проект направлен на экономическое развитие региона. Стоимость строительства питающего центра превысила 1,4 млрд рублей. Высокоавтоматизированный объект отвечает самым современным требованиям.

«Налоговые льготы и доступ к сетям позволяют нашим резидентам запускать проекты с нуля быстрее, чем они бы делали это самостоятельно. ОЭЗ «Оренбуржье» активно развивается. Только за прошлый год ее площадь увеличилась в два раза. Сейчас более десятка резидентов ведут активную стройку своих будущих предприятий. Поэтому еще на стадии проектирования мы учли такой размах и запланировали отдельную подстанцию. Благодаря тому, что большую часть расходов взял на себя бюджет региона, тариф для резидентов ОЭЗ будет один из самых низких среди промышленных предприятий», – прокомментировал вице-губернатор – заместитель председателя Правительства Оренбургской области Антон Ефимов.

Мощность новой подстанции составляет 50 МВА. Здесь реализованы



интеллектуальные системы, позволяющие в режиме реального времени контролировать состояние оборудования. Все технические параметры передаются в диспетчерскую службу и контролируются удаленно. Строительство выполнено в рамках договора технологического присоединения к сетям.

«Уверен, что запуск в эксплуатацию подстанции 110 кВ «Победа» станет новым этапом в развитии электросетевого комплекса региона. Доступность и надежность электроэнергии – принципиальное условие для работы инвесторов и развития региона. Именно на это нацелено регуляторное соглашение, которое мы подписали с правительством Оренбургской области в 2025 году. Пятилетний план перспективного развития электросетевого комплекса включает в себя ряд масштабных проектов: реконструкция и строи-

тельство важнейших линий электропередачи и подстанций на территории всей области и мероприятия по обеспечению безопасности энергообъектов», – подчеркнул генеральный директор ПАО «Россети Волга» Александр Гаврилов.

В ходе церемонии также отмечено, что доступность и надежность электроэнергии – принципиальное условие для работы инвесторов и развития. На это нацелено регуляторное соглашение, которое «Россети Волга» и Правительство Оренбургской области подписали в 2025 году. В соответствии с ним за ближайшие пять лет в энергетический комплекс региона будет инвестировано 22,9 млрд рублей. План перспективного развития включает ряд масштабных проектов: реконструкция и строительство линий электропередачи и подстанций на территории всей области.



Электротехническая отрасль Приволжского федерального округа

Ирина Малинина

Если разложить на карте России производство электротехнического оборудования и попытаться нарисовать его центр тяжести, точка получится где-то между Чебоксарами и Ульяновском. Не в Москве, где сосредоточены штаб-квартиры и торговые представительства, не на Урале, известном своей металлургией и тяжелым машиностроением, а именно здесь — в среднем течении Волги, в столицах поволжских республик и в городах, которые большинство соотечественников знает в основном по школьным учебникам географии.

Приволжский федеральный округ — это около 6% территории страны и чуть больше 20% ее населения. Округ занимает 23,9% всего промышленного производства России. Внутри этой доли электротехническая промышленность представлена с такой плотностью, какой не имеет, пожалуй, ни один другой федеральный округ. Здесь сосредоточены исторические центры производства трансформаторов, кабельной продукции, релейной защиты и автоматики, низковольтной коммутационной аппаратуры, электродвигателей, электронных компонентов и систем управления.

Цифры начала года: куда движется ПФО

Январь 2026 года для приволжской промышленности оказался неоднозначным. По данным Росстата, индекс промышленного производства РФ в первый месяц года составил 99,2% к январю 2025-го, то есть страна вошла в год с легким спадом. По обрабатывающим отраслям спад был ощутимее — минус 3,0%, хотя ряд секторов показал рост (производство компьютеров, электронных и оптических изделий — плюс 9,8%; прочих транспортных средств — плюс 24,5%).

В региональном разрезе по ПФО картина расслоилась. Лидером по динамике в январе 2026-го стала Башкирия — индекс 110% к январю 2025-го (при этом к декабрю 2025-го — 82,9%, что отражает типичную сезонную просадку начала года). Второе место в округе заняла Чувашия с показателем 106,1% год к году. Татарстан — 105,2%

год к году, третье место в ПФО, пятнадцатое по России. Среди других регионов округа динамика была существенно скромнее.

Итоги 2025 года для всего ПФО дали плюс 2% по индексу промышленного производства. Это близко к российскому среднему показателю (+1,3% за весь 2025-й) и формирует базу для понимания трендов: округ как минимум держится на уровне страны, а его передовые регионы существенно опережают этот уровень.

Лидер 2025 года в ПФО — Татарстан, который за год нарастил почти 10% (индекс 109,9%). Удмуртия — больше 7%. Ульяновская область — больше 4%. На другом полюсе — Самарская и Пермская области, Башкирия и Оренбургская область, у которых динамика была слабой или отрицательной. Это, кстати, важная характеристика округа: внутри него огромная региональная разнородность, и говорить о «промышленности ПФО» как о монолите — методическая ошибка.



Историческая база: почему именно ПФО

Электротехническая концентрация Приволжья — не результат административных решений последних лет, а наследие советской промышленной географии, заложенное еще в 1930–1960-е годы. Когда речь шла о размещении производств электрооборудования, советские плановики выбирали Среднее Поволжье по нескольким причинам.

Первое — близость к металлургической базе Урала и Поволжья (медь, алюминий, специальные стали для электротехники). Второе — водные пути и развитая транспортная инфраструктура вокруг Волги. Третье — относительно глубокий тыл по отношению к границам, что после опыта войны стало серьезным факто-

Электротехническая концентрация Приволжья —

не результат административных решений последних лет

производств. Четвертое — наличие крупных научных и образовательных центров: Казанский университет, Горьковский (ныне Нижегородский) университет, Куйбышевский политех и так далее.

Так в Чебоксарах появился целый куст электротехнических производств: завод электроаппаратуры (ЧЭАЗ), научно-исследовательский

завод исполнительных механизмов (ЗЭИМ), завод «Энергозапчасть», ряд других. До сих пор ВНИИР с двумя площадками в Чебоксарах остается одним из ведущих российских центров проектирования силового, распределительного и преобразовательного оборудования, релейной защиты и автоматизации.

Уфа — крупный центр трансформаторостроения, на базе которого сегодня работает Уфимский трансформаторный завод с установленной производственной мощностью 12 ГВА и номенклатурой до класса 500 кВ. Пермь — Камский кабельный завод, крупнейший в стране производитель кабельно-проводниковой продукции с ассортиментом более 75 000 марко-размеров. Саранск (Мордовия) — кабельный кластер с тремя крупными производителями (включая «Саранск-кабель» с историей более 60 лет). Чувашия и Удмуртия — концентрация производств низковольтного аппаратостроения, КТП, систем релейной защиты. Татарстан и Башкирия — крупные потребительские рынки за счет нефтехимии и автопрома, а также собственные производственные мощности. Самара, Нижний Новгород — машиностроительные центры с собственными электротехническими подразделениями.

Эта география создала ситуацию, при которой в ПФО производится — по разным экспертным оценкам — от 35 до 50% российского рынка трансформаторного оборудования, около 30% низковольтной коммутационной аппаратуры, существенная доля кабельно-проводниковой продукции. Точные цифры назвать сложно по причине непрозрачности отраслевой статистики, но порядок понятен: ПФО — крупнейший электротехнический кластер России, и потеря им этой позиции в обозримом будущем не предвидится.

Сравнение с Уральским и Сибирским округами

Чтобы лучше понять место ПФО, сравним его с двумя ближайшими промышленно мощными округами — Уральским и Сибирским.



Уральский федеральный округ в 2025 году сдал позиции: совокупный ИПП по округу снизился почти на процент при общероссийском росте 1,3%. Самая жесткая ситуация в Свердловской и Челябинской областях — падение производства на четыре и пять процентов соответственно. Картина усугубилась резким спадом в металлургии, выпуске транспортных средств (–8,5–9% по двум регионам), снижением выпуска промышленного оборудования и станков в Свердловской области более чем на четверть. Закономерно, что инвестиции в основной капитал в УрФО за 2025 год сократились на 14% — худший результат среди всех федеральных округов.

С точки зрения электротехнической отрасли УрФО — это в основном побочная история к большой металлургии. Крупных центров производства собственно электрооборудования здесь меньше, чем в ПФО. Среди заметных игроков — «Уральский оптико-механический завод» в Екатеринбурге, «Прософт-Системы», часть высокотехнологичной электроники в Свердловской области (которая, кстати, в 2025-м показала рост производства электронных и оптических изделий на 34,6% — но это узкая ниша). По крупному силовому оборудованию УрФО уступает Поволжью. Уральская электротехника — это специализированные ниши: горношахтное электрооборудование, продукция оборонного значения, отдельные сильные позиции в приборостроении и точной электронике. Но это не та сравнимая «толщина» отраслевого кластера, что в ПФО.

Сибирский федеральный округ в электротехнике представлен еще уже. Главный игрок — «Сибкабель» в Томске (входит в холдинг «УГМК»), один из крупнейших российских производителей кабельно-проводниковой продукции. Несколько других кабельных и электротехнических заводов разной величины. Производство тяжелого силового оборудования (трансформаторов, КРУ) в СФО почти отсутствует — это исторически и логистически невыгодно. Доля СФО в общероссийском производстве электротехники — единицы процентов.

Получается такая картина: ПФО является доминирующим центром производства электротехнического оборудования широкого спектра. УрФО — это машиностроительно-металлургический регион с электротехникой как сопровождающей нишей. СФО — преимущественно кабельная производственная база с одним крупным игроком и относительно скромными общими объемами в отрасли.

Это распределение сложилось десятилетиями и в обозримой перспективе сохранится.

Принципиальное преимущество ПФО над Уралом и Сибирью в электротехнике — диверсификация продуктового портфеля и плотность кооперационных связей. В Чебоксарах, Перми, Уфе, Саранске, Чувашии в радиусе 200–300 километров можно найти производителей всех ключевых компонентов системы электроснабжения. Это очень короткое логистическое плечо, что снижает себестоимость и сокращает сроки исполнения проектов. На Урале или в Сибири аналогичную полноту получить сложно — приходится завозить трансформаторы из ПФО, КРУ из ПФО, кабель из ПФО.

Стоит отметить и логистическое преимущество ПФО как округа-моста. Округ находится в центре евро-

пейской части страны, имеет выходы на основные транспортные коридоры (волжский речной путь, главные железнодорожные магистрали, федеральные автодороги Москва — Урал), что облегчает поставки как на запад, в центральные регионы и Северо-Запад, так и на восток, в Сибирь и Дальний Восток. Для крупного силового оборудования с тяжелой логистикой это преимущество принципиально. Уральский округ географически дальше от ключевых рынков сбыта в центральной России. Сибирь — слишком далеко от европейского потребителя для большинства электротехнических позиций, кроме нишевых.

Еще одно отличие — структура спроса внутри округа. ПФО сочетает в себе функции крупного производителя электротехники и крупного потребителя: нефтехимия Татарстана



и Башкирии, автопром, ОПК, машиностроение, химия, металлургия Поволжья — всё это формирует устойчивый внутренний рынок, на котором местные производители имеют логистическое и кооперационное преимущество перед внешними поставщиками. На Урале спрос концентрирован на металлургии и ОПК, в Сибири — на добыче ресурсов и металлургии цветных металлов, что делает рынок более узким по структуре.

Что меняется на фоне 2022–2026 годов: главные сдвиги

Несколько крупных структурных сдвигов, которые продолжают перестраивать электротехнический рынок ПФО на старте 2026 года.

Импортозамещение продолжается, но входит в фазу зрелости.

В 2022–2023 годах задача стояла как «срочно заменить ушедших Siemens, ABB, Schneider Electric, Eaton, Phoenix Contact». В 2024–2025-м вопрос трансформировался: первичное замещение в массовом сегменте по большинству позиций произошло, и теперь речь идет о повышении качества отечественной продукции до уровня уходящих премиальных вендоров. Это сложно. Сделать «другой» автомат или «другой» контактор — это одна задача. Сделать его с теми же ресурсными характеристиками, надежностью, эргономикой, цифровыми возможностями — задача порядково более серьезная. ПФО как округ с глубокой инженерной школой имеет фору перед другими регионами в решении этой

задачи, но фора эта не безграничная: на качественное замещение премиум-сегмента нужны годы.

Рост спроса со стороны ОПК и инфраструктуры. Заказы из оборонно-промышленного комплекса в 2025 году продолжали оставаться важным драйвером для значительной части электротехнических производств ПФО.

Параллельно — масштабные инфраструктурные проекты: программы модернизации электросетевого комплекса (инвестиционная программа «Россетей» на 2026 год увеличена до 857 миллиардов рублей), реконструкция энергообъектов, развитие транспортной инфраструктуры. Всё это создает устойчивый спрос на трансформаторы, КРУ, кабель, релейную защиту — то есть на типичную приволжскую номенклатуру.

Параллельный импорт перестраивает дистрибуцию. Если в 2022–2023 годах канал поставок западных компонентов и оборудования через третьи страны был во многом авральным, то к 2026 году он стабилизировался. Партнерские азиатские поставщики (китайские, индийские, турецкие) занимают часть ниш, в которых российским производителям догнать качество пока трудно. Это формирует двухконтурный рынок: с одной стороны — отечественная продукция массового и среднего сегмента, с другой — китайско-индийско-турецкая в премиальных нишах. Для производителей ПФО это означает конкурентное давление со стороны импорта, требующее ускорения программ повышения качества.

Снижение инвестиционной активности — общероссийский тренд, отразившийся и в ПФО. Высокая ключевая ставка, удорожание кредитов, неопределенность макроэкономической перспективы — всё это в 2025 году сдерживало решения о новых инвестиционных проектах. По итогам года в ряде регионов ПФО инвестиции в основной капитал росли медленнее, чем в предыдущие годы. Тем не менее по сравнению с УрФО (где сокращение инвестиций было катастрофическим — минус 14% за округ в целом) ПФО сохранил более устойчивое положение.

Кадровый дефицит продолжает оставаться острым. По данным Центробанка, обеспеченность работниками в четвертом квартале 2025 года составляла –23,2 пункта по шкале «Мониторинг предприятий» (для сравнения — в 2020 году было –6,4). Наибольший дефицит — в обрабатывающих производствах, к которым



Внутри ПФО электротехническая отрасль

распределена неравномерно

относится и электротехника. Прогнозы Минтруда — дефицит на уровне 3,1 миллиона человек к 2030 году в целом по экономике. В электротехнических производствах ПФО это конкретно означает рост зарплатных предложений, увеличение текучести, удлинение сроков подбора инженеров и квалифицированных рабочих, рост инвестиций в обучение и удержание персонала.

Региональная структура отрасли

Внутри ПФО электротехническая отрасль распределена неравномерно. Несколько регионов выделяются особой концентрацией производств, остальные — играют поддерживающую роль.

Чувашия — пожалуй, лидер ПФО по плотности электротехнических производств на квадратный километр и душу населения. Чебоксары — это уникальный для России моногород электротехники: ВНИИР, ЧЭАЗ, «Электроаппарат», ЗЭиМ, «Энергозапчасть», «Аскольд», «Экра» и другие предприятия в одной агломерации. Это создает исключительно плотную инженерную среду, прямые кооперационные связи, единую кадровую базу. Чувашия в начале 2026 года демонстрирует устойчивый рост — 106,1 % год к году в январе.

Татарстан — крупнейший по абсолютным объемам промышленный регион ПФО, лидер 2025 года по динамике (+9,9 %). Электротехнические производства здесь органично встроены в более широкую промышленность (КАМАЗ, нефтехимия, авиастроение). Казань и Набережные Челны — крупные потребители электрооборудования и одновременно собственные производители (КЭР-Холдинг и другие предприятия).

Башкортостан — крупный электротехнический регион благодаря Уфимскому трансформаторному заводу (один из ведущих производителей силовых трансформаторов до 500 кВ

в России), производству электротехнических изделий в составе машиностроительного комплекса. Январь 2026-го — лидерство по динамике ИПП в округе (+10 %), что отражает в том числе и активность электротехнического сегмента.

Пермский край — кабельная промышленность во главе с «Камским кабелем» (3000 сотрудников, лидер России по кабельно-проводниковой продукции), плюс ряд производств электрооборудования для нефтегазового комплекса. ИПП Пермского края в 2025-м был слабее среднего по ПФО, но в кабельном сегменте позиции прочные.

Мордовия — кабельный кластер в Саранске, исторические производственные мощности по светотехнике (специализация «Лисма» и связанные предприятия). Регион небольшой, но в своих нишах заметный.

Удмуртия — производство электрооборудования, автоматики, систем релейной защиты, ряд предприятий, исторически связанных с оборонной промышленностью. ИПП 2025-го — плюс 7 %, устойчивый рост.

Ульяновская, Самарская, Нижегородская области — крупные машиностроительные центры с собственными электротехническими производствами и большим внутренним спросом на электрооборудование.

Остальные регионы ПФО (Кировская, Пензенская, Оренбургская, Саратовская области, Марий Эл) — играют поддерживающую роль с отдельными заметными предприятиями.

Узкие места и проблемы

Картина по электротехнической отрасли ПФО на старте 2026 года была бы неполной без обозначения проблемных точек.

Технологическое отставание в премиум-сегменте. Несмотря на впечатляющий прогресс импортозамещения в массовом и среднем сегменте, в нишах высокотехнологичной продукции (специализированная силовая электроника, преобразователи частоты высокого класса, релейная защита нового поколения, цифровые подстанции, специфические компоненты для атомной энергетики и ОПК) разрыв с ведущими мировыми производителями сохраняется. Программы Минпромторга по развитию производства пассивных электронных компонентов и электротехнических изделий (с финансированием 3,65 млрд рублей в 2026 году, 14,6 млрд в 2027-м и существенно больше в последующие годы) призваны эту проблему адресовать, но эффект будет виден не раньше 2028–2030 годов.

Зависимость от ключевых компонентов. Полупроводниковая база,



специальные стали для трансформаторов, ряд химических компонентов для производства изоляции, технологическое оборудование для заводов — всё это в значительной мере по-прежнему импортируется. Российский ОЭМ закрывает корпус, сборку, инжиниринг, но компонентная база — пока существенно зависит от внешних поставщиков, в первую очередь азиатских.

Кадровый голод как структурный ограничитель. Электротехнические производства требуют квалифицированных кадров — инженеров, технологов, наладчиков, операторов сложного оборудования. По всем этим категориям дефицит на рынке труда жесткий. Заработная плата растет — в рабочих профессиях во втором квартале 2025 года рост зарплатных предложений составил десятки процентов, в отдельных сегментах — до 60–70% за несколько лет. Для производителей это означает рост себестоимости, который сложно переложить на рынок в полном объеме.

Износ собственного оборудования. Многие электротехнические производства ПФО работают на технологическом оборудовании, частично закупленном в 1980–1990-е годы, частично обновленном в 2000–2010-е за счет европейского импорта. Сейчас программа технологической модернизации идет сложнее: западные станки и линии практически недоступны, китайские и индийские альтернативы есть, но их освоение требует времени.

Инфраструктурные ограничения. Крупные электротехнические предприятия Чебоксар, Уфы, Перми работают на советской инфраструктурной базе. В ряде случаев необходимы серьезные инвестиции в модернизацию энерго-

Производители продолжают углублять связи с техническими университетами

снабжения, водоотведения, логистики самих производственных площадок. Это капиталоемкие проекты, особенно болезненные при текущей стоимости денег.

Снижение инвестиционной активности. Ключевая ставка ЦБ, оставшаяся высокой в 2025 году, затормозила новые инвестиционные решения. Без оживления инвестиций невозможно ускорение технологической модернизации, что в среднесрочной перспективе создает риски конкурентоспособности.

Возможности и точки роста

При всех проблемах ПФО сохраняет несколько ключевых конкурентных преимуществ, на которых строится прогноз развития отрасли в 2026 году и далее.

Глубина инженерной школы. Технические университеты Казани, Нижнего Новгорода, Самары, Чебоксар, Уфы готовят инженеров электротехнического профиля более полувека. Эта компетенция, накопленная в среде с конструкторскими бюро, проектными институтами и опытным производством, не воспроизводится быстро

в других регионах. Это долгосрочное преимущество.

Кооперационные связи внутри округа. Производитель КТП в Чебоксарах может за один-два дня получить трансформатор из Уфы, кабель из Перми, релейную защиту из той же Чувашии. Логистическое плечо короткое, культурно-коммуникационные барьеры минимальные. Это создает устойчивое экосистемное преимущество, которое не воспроизводится административными решениями.

Развитый внутренний спрос. ПФО — крупнейший центр потребления электрооборудования: нефтехимия Татарстана и Башкирии, автопром, ОПК, металлургия. Производители ПФО зачастую могут работать на ближайшем внутреннем рынке без необходимости дальнейшей логистики, что снижает себестоимость и ускоряет оборот.

Привлекательность для государственных программ. Минпромторг, Минэнерго, Фонд развития промышленности активно работают с предприятиями ПФО в рамках программ импортозамещения, льготного кредитования, субсидирования НИОКР. Объем государственной поддержки электротехнических производств в ПФО — один из самых высоких среди федеральных округов.

Экспорт в СНГ и дружественные страны. Производители ПФО последовательно расширяют экспорт в Беларусь, Казахстан, Узбекистан, Иран, частично — в Турцию, страны Юго-Восточной Азии и Африки. Доля экспорта в выручке топовых электротехнических предприятий округа растет.

Прогноз на 2026 год

Несколько ключевых ожиданий по электротехнической отрасли ПФО на оставшуюся часть 2026 года.

Общий ИПП округа. По итогам 2026 года рост в районе 2–3% выглядит реалистичным сценарием, при условии сохранения текущей макро-



экономической ситуации. По электротехническому сегменту динамика, вероятно, будет несколько выше среднетраслевой за счет устойчивого инфраструктурного спроса и продолжающегося импортозамещения. Лидерами по динамике, как и в предыдущие годы, останутся Татарстан, Чувашия и Удмуртия, аутсайдерами — отдельные регионы с проблемами в базовых отраслях (Самарская область, Оренбургская область).

Дальнейшая консолидация. Тренд на слияния и поглощения, формирование крупных промышленных холдингов, который наблюдается в последние годы, продолжится. Мелкие игроки в нишах низковольтной аппаратуры, кабеля для частных сегментов будут вытесняться или поглощаться. Это нормальный процесс зрелого рынка, но он повышает требования к качеству и снижает уровень конкуренции для конечного потребителя.

Углубление качественной локализации. Программы по повышению уровня локализации (по российской компонентной базе, программному обеспечению, оборудованию) будут расширяться. К концу 2026 года ряд продуктовых линеек ведущих игроков ПФО, вероятно, выйдут на уровень премиум-импорта по реальным эксплуатационным характеристикам.

Усиление цифровизации продукции. Цифровые подстанции, IoT-функциональность в распределительных устройствах, поддержка стандарта IEC 61850, интеграция в платформы предиктивной аналитики — всё это становится ожидаемым уровнем для конкурентоспособной продукции. Игроки ПФО, развивающие R&D, в этом направлении уже работают, отстающие будут терять долю рынка.

Расширение присутствия в проектах энергоперехода. Объекты ВИЭ, накопители энергии, инфраструктура для электротранспорта — это растущие ниши, в которых электротехническая отрасль ПФО имеет потенциал. Лидеры округа уже работают в этих направлениях, до 2030 года эта тема станет одной из ключевых.

Кадровая трансформация. Производители продолжают углублять связи с техническими университетами, расширять собственные программы корпоративного обучения, внедрять автоматизацию и роботизацию там, где это окупается. Кадровый вопрос не решится за год — но снижение его остроты будет приоритетной задачей.

Что в итоге?

Электротехническая отрасль ПФО в 2026 году — это зрелая, диверсифицированная, исторически устойчивая промышленная экосистема, которая прошла стресс-тест 2022–2024 годов и вошла в новый этап с понятной стратегической перспективой. Не быстрая, не блестящая в темпах роста, но устойчивая и базовая.

Округ сохраняет позиции крупнейшего электротехнического кластера России, существенно опережая по этому показателю Урал и Сибирь. Конкурентные преимущества ПФО — глубина инженерной школы, плотность кооперационных связей, развитый внутренний спрос, государственная поддержка — носят долгосрочный характер и в обозримой перспективе не исчезнут.

При этом у отрасли остаются жесткие ограничения — технологический разрыв в премиум-сегменте, зависимость от импортной компонентной

базы, кадровый дефицит, износ инфраструктуры, высокая стоимость капитала. Эти проблемы не закроются за один год, и оптимистичные сценарии нужно строить с учетом этих ограничений.

Главный вывод по итогам наблюдения за рынком на старте 2026 года — отрасль чувствует себя нормально по сравнению с большинством других обрабатывающих отраслей российской экономики. Не блестяще, но нормально. И эта «нормальность» в текущей макроэкономической обстановке — едва ли не главная новость, которую стоит отметить. Когда вокруг неопределенность, а у тебя — устойчивый спрос, понятная конкурентная позиция и наработанные за десятилетия компетенции, дальше нужно просто продолжать работать. Это не та история, из которой получают яркие репортажи. Но это та история, из которой получается устойчивое производство — а оно для российского рынка электротехники сейчас важнее любых громких заголовков.



Электротехническая отрасль Северо-Кавказского федерального округа: итоги начала 2026 года и взгляд на горизонт

Ирина Малинина

География, к которой стоит присмотреться

Северо-Кавказский федеральный округ — это особый случай в любом отраслевом обзоре, и электротехника здесь не исключение. Семь субъектов на самом юге европейской России, общая площадь около 1% территории

страны, население порядка 10 миллионов человек, климатические зоны — от субтропиков до высокогорной тундры. Если ПФО — это плотный промышленный кластер с глубокой электротехнической специализацией, а УрФО — металлургический и сырьевой регион с электротехникой как нишей, то СКФО — округ преимущественно

аграрно-туристический, со скромной собственной производственной базой и непропорционально большой потребностью в качественном электроснабжении.

Это особенность, которую важно понять с самого начала. Когда говоришь «электротехническая отрасль ПФО», имеешь в виду производственный кластер. Когда говоришь «электротехническая отрасль СКФО», на первый план неизбежно выходят две другие темы: состояние электросетевой инфраструктуры и рынок потребления электротехнической продукции, поставляемой преимущественно из других округов. Собственное производство есть, оно играет свою роль, но это не история про индустриальный центр электротехники.

Май 2026 года — хороший повод посмотреть, как именно сложилась эта картина к началу нового года, какие проблемы выходят на первый план и какие возможности формируются на горизонте.

Цифры начала года: куда движется СКФО

Начало 2026 года для российской промышленности было сложным. ИПП РФ в январе 2026-го составил 99,2% к январю 2025-го, по первому кварталу — 100,3%. Обрабатывающие производства в январе снизились на 3,0%, а одна из ключевых для нашей темы позиций — производство электрического оборудования — за I квартал 2026 года упала на 7,1% к аналогичному периоду 2025-го. Это серьезный сигнал, и он касается всех округов, включая СКФО.

По СКФО картина за 2025 год оказалась негативной даже на общероссийском фоне. По данным экспертов СКФУ, индекс промышленного производства по полному кругу организаций округа за первое полугодие 2025-го составил всего 93,5% к аналогичному периоду 2024 года. В обрабатывающих производствах падение было еще глубже — до 91,8%. В сфере водоснабжения,



Северо-Кавказский федеральный округ — это особый случай в любом отраслевом обзоре

водоотведения и обращения с отходами — 90,9%. Единственной отраслью с ростом стала электроэнергетика — прирост около 1%.

Региональная картина внутри округа в 2025 году выглядела разнообразно. По обороту организаций СКФО лидерами роста стали Ингушетия (+25,6%) и Чечня (+20,1%), стабильную положительную динамику показали Кабардино-Балкария (+12,7%), Карачаево-Черкесия и Северная Осетия (по +10,3%). Ставропольский край вырос на умеренные 5,5%. Снижение оборота зафиксировано только в Дагестане (-0,6%). При этом нужно различать оборот и собственно промышленное производство — это разные показатели, и динамика по ним не всегда совпадает.

Принципиально важный для понимания факт: 70% всего промышленного производства Северного Кавказа сосредоточено в Ставропольском крае. Это самый промышленно развитый субъект СКФО, и любой разговор о промышленности округа неизбежно вращается вокруг Ставрополя. Республики — это в основном меньшие объемы, специализированные производства и большая доля сельского хозяйства, туризма, сервисной экономики.

В январе-июне 2025 года инвестиции в основной капитал по округу выросли на 9,1% год к году — это, пожалуй, главная позитивная новость. Максимальный объем инвестиций в первом полугодии 2025-го направлен в Дагестан (145,8 миллиарда рублей). Это создает базу для перспективного роста в 2026–2028 годах, в том числе в инфраструктурных проектах, требующих электротехнического оборудования.

Историческая база: что есть у округа

Чтобы понять текущее место СКФО в электротехнической отрасли, стоит вспомнить, что в советский период регион был частью большого промышленного контура Юга России и Северного Кавказа и в нем было размещено несколько вполне крупных электротехнических производств. Логика размещения была понятной:

близость к ресурсной базе (цветная металлургия Кабардино-Балкарии и Северной Осетии давала медь, цинк, свинец — критичные материалы для электротехники), относительная близость к Закавказью и южным внешнеторговым направлениям, а также классическая советская практика расщепления промышленности по республикам.

Так появились в советское время предприятия, до сих пор работающие в округе: Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, Нальчикский

завод полупроводниковых приборов, кабельный завод «Кавказкабель» в Прохладном (Кабардино-Балкария), Владикавказский завод электроконтактов «Бином», ряд предприятий рентгеновской и медицинской электротехники в Кабардино-Балкарии («Севкаврентген-Д»), машиностроительные комплексы в Ставропольском крае с электротехническим уклоном, отдельные производства в Дагестане и Северной Осетии.

В 1990-е и 2000-е годы значительная часть советского промышленного наследия СКФО была утрачена — закрылись или сильно сократили объемы крупные заводы, ушли квалифицированные кадры, обветшала инфраструктура. К середине 2010-х годов часть предприятий начала восстанавливаться — типичная история «Кавказкабеля» в Прохладном, который пережил тяжелый кризис, прошел через смену собственников и сегодня вновь работает как один из заметных российских производителей кабельной



продукции с диверсифицированной номенклатурой.

Но в целом сегодняшняя электротехническая база СКФО — это далеко не та промышленная плотность, что в ПФО. Это отдельные, иногда сильные в своих нишах предприятия, разбросанные по обширной территории, не связанные плотными кооперационными цепочками внутри округа и в значительной мере ориентированные на внешние рынки (поставки в другие округа, экспорт в страны Закавказья и Ближнего Востока).

Доля округа в общероссийском производстве электротехнической продукции — по экспертным оценкам, единицы процентов. Это меньше, чем доля СКФО в ВВП страны, что само по себе говорит о структурной слабости отрасли в округе.

Сравнение с другими южными округами и с ПФО

Сравнивать СКФО с лидерами электротехнического производства типа ПФО прямо не вполне корректно — это разные категории промышленных территорий. Более показательное сравнение — с Южным федеральным округом, географическим и экономическим соседом, который при сопоставимом природно-климатическом и аграрном профиле имеет существенно более развитую промышленную базу. Ростовская область, Краснодарский край, Волгоград — это совсем другой уровень индустриальной плотности, чем СКФО.

С точки зрения электротехники у ЮФО есть свои крупные производ-

ственные центры (ростовский «Атом-маш» с электротехническими подразделениями, ряд предприятий силовой электроники, кабельные производства в Краснодарском крае, специализированные мощности в Волгограде). СКФО в этом отношении заметно отстает от ЮФО — не говоря уже о ПФО или Центральном округе.

С УрФО сравнение получается еще более резким: уральская электротехника при всех своих проблемах 2025 года (металлургия Свердловской и Челябинской областей пресела) остается крупной отраслью с серьезным экспортным потенциалом, особенно в спецсегментах (горношахтное электрооборудование, военная электротехника). СКФО ничего подобного по объемам и компетенциям предложить не может.

С СФО сравнение почти не имеет смысла — слишком разные экономики и географии. Объединяет два округа разве что общая черта: и Сибирь, и Северный Кавказ относятся к территориям, где электротехническая отрасль представлена точно, без полноты внутреннего цикла.

Но у СКФО есть одно важное преимущество, которое часто упускают аналитики, рассматривающие округ только через призму ВРП. Это его геостратегическое положение. СКФО — выход России на Закавказье, на Иран, на Каспий, и через Каспий — на рынки Центральной Азии и Ближнего Востока. По мере роста значения торговых маршрутов «Север — Юг», коридора через Каспий, расширения сотрудничества с Ираном и арабскими странами роль СКФО как логистического и торгового хаба может расти — а вместе с ней и роль электротехнических производств округа, ориентированных на экспортные направления.

Электросетевой комплекс: главная электротехническая история округа

Если в ПФО разговор об электротехнике — это в первую очередь разговор о производстве, то в СКФО разговор о электротехнической отрасли неизбежно становится разговором об электросетевом хозяйстве. Здесь сосредоточены не самые приятные для отрасли цифры, но именно они формируют главные потребности округа в электрооборудовании.

Электросетевой комплекс СКФО управляется компанией «Россети Северный Кавказ» — крупнейшим оператором распределительных сетей округа. И главная проблема, с которой эта компания работает уже не первый год, — это сверхнормативные потери электроэнергии. В большинстве регионов СКФО потери в сетях колеблются от 14 до



20% — это в разы выше нормативных значений и значительно выше показателей других округов.

Конкретные цифры по итогам 2025 года и началу 2026-го. Карачаево-Черкесия — потери снижены до 14,85% по итогам года. Кабардино-Балкария — 18,9%. Северная Осетия — 16,7% по девяти месяцам 2025-го, 18,97% за весь 2025 год. Это снижение по сравнению с предыдущими годами, и его нужно отметить как положительную динамику. Но абсолютный уровень всё равно очень высокий: в среднем по российской электроэнергетике потери ниже 10%, в эффективных сетевых компаниях — 5–7%. То есть СКФО — это округ с системно повышенными потерями.

Причины известны и многократно обсуждались. Это сочетание технологических потерь (изношенность оборудования, недостаточная пропускная способность ряда линий, неоптимальные режимы работы сети) и коммерческих потерь (неучтенное потребление, хищения, незаконное подключение, проблемы с платежной дисциплиной). По итогам 2025 года в Северной Осетии филиал «Россети Северный Кавказ» направил 5729 исполнительных документов на взыскание 967,3 миллиона рублей долгов за электроэнергию, пресек хищения на 23 миллиона рублей. В Карачаево-Черкесии в 2025-м было пресечено пять случаев неучтенного потребления электроэнергии майнинговыми фермами — это новый и быстро растущий источник коммерческих потерь.

На фоне этих проблем формируется главный электротехнический рынок СКФО — рынок модернизации электросетей. В 2026 году «Россети Северный Кавказ» планируют направить 5,1 миллиарда рублей на плановый ремонт и техническое обслуживание энергообъектов в округе. По итогам 7 месяцев 2025 года в одной только Карачаево-Черкесии выполнен ремонт 104 км линий электропередачи: 21 км ЛЭП высокого класса напряжения (35–110 кВ) и 83 км — 0,4–10 кВ. Аналогичные объемы работ — по всем семи субъектам округа.

Это создает устойчивый и растущий спрос на трансформаторы, КРУ, кабельную продукцию, провода СИП, изоляторы, средства автоматизации, релейную защиту, приборы учета (особенно — интеллектуальные приборы учета, которые «Россети Северный Кавказ» массово ставят как инструмент борьбы с коммерческими потерями). Поставщики этого оборудования в основном — производители из ПФО и Центрального округа, при участии локальных игроков СКФО в нишах кабельной продукции и низковольтной аппаратуры.

Износ электросетевого комплекса «Россети» в целом по группе превышает

ет 60% (это среднероссийская цифра), а в СКФО ситуация в ряде регионов еще сложнее. Поэтому потребность в модернизации в перспективе будет только расти — и это главный устойчивый драйвер для электротехнического рынка СКФО на 2026 год и далее.

Что меняется на фоне 2022–2026 годов: ключевые сдвиги

Несколько сдвигов, специфичных для электротехнического рынка СКФО.

Интенсификация программ снижения потерь. «Россети Северный Кавказ» с 2022–2023 годов планомерно реализуют программы установки ин-

теллектуальных приборов учета, замены изношенного оборудования, борьбы с неучтенным потреблением. Это не быстро дающий эффект процесс — потери снижаются десятками долями процентного пункта в квартал. Но в горизонте нескольких лет это формирует значительный объем заказов на электротехническую продукцию, и эта тенденция в 2026 году только усилится.

Развитие туристической инфраструктуры как драйвер спроса. Крупные туристско-рекреационные проекты в СКФО (курорты Северного Кавказа, развитие Приэльбрусья, Архыза, Эльбруса, других горных курортов, расширение санаторно-курортного комплекса Кавказских Минеральных Вод) формируют постоянный спрос на электрооборудование среднего и малого уров-



ня — от КТП и кабеля до светотехники и средств автоматизации зданий. Каждый новый курортный объект требует подведения мощностей, строительства подстанций, прокладки сетей — и это уже не точечные потребности, а системный сегмент рынка СКФО.

Майнинговые фермы как новый фактор риска и спроса одновременно. С одной стороны, нелегальный майнинг в СКФО (особенно в Дагестане и Чечне, исторически — также в Северной Осетии и Карачаево-Черкесии) — это значительный источник коммерческих потерь и аварийности в сетях. С другой стороны, легальный майнинг (там, где он легализован) и его инфраструктура — потребитель серьезного объема электротехнического оборудования. Эта противоречивая роль майнинга в электроэнергетике округа

Крупные туристско-рекреационные проекты в СКФО формируют постоянный спрос на электрооборудование

в 2026 году продолжит формировать специфическую часть спроса.

Импортозамещение и параллельный импорт. Как и по всей России, после 2022 года рынок СКФО перестроился: ушли Schneider Electric, Legrand (частично), ABB, Siemens в премиальном сегменте, на их место пришли отечественные производители (массовая

часть рынка) и азиатские поставщики через параллельный импорт (премиальные ниши). В СКФО эта перестройка чувствуется меньше, чем в ПФО или Центральном округе, потому что здесь рынок и до 2022 года был больше ориентирован на массовый и средний сегменты, премиум-импорта было относительно немного.

Снижение производства электрооборудования в России. Падение производства электрического оборудования по РФ на 7,1% в I квартале 2026 года — это общероссийский тренд, который отразился и в производстве этого типа продукции в СКФО. Локальные производители (Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, «Кавказкабель» в Прохладном и другие) испытывают ту же конъюнктурную нагрузку, что и предприятия других округов.

Инвестиции растут, но в основном через государственные программы. Главный источник инвестиций в промышленность СКФО — государственное финансирование. Программа «Развитие Северо-Кавказского федерального округа до 2030 года» и предшествующие документы определяют ключевые направления государственной поддержки. Рыночные источники инвестиций — частный капитал, банковские кредиты, прямые инвестиции — представлены значительно слабее, и это структурная особенность экономики СКФО, которая делает ее сильно зависимой от бюджетных решений.

Региональная структура отрасли

Кратко по регионам в разрезе электротехнической специфики.

Ставропольский край — главный промышленный регион округа с 70% совокупного промышленного производства СКФО. Машиностроительные предприятия края имеют собственные электротехнические подразделения, действуют производства электротехнических изделий для сельского хозяйства, энергетики и других отраслей. Край — основной потребительский ры-



нок электрооборудования в округе и основной центр поставок других регионов.

Кабардино-Балкария — лидер по плотности собственно электротехнических производств в округе. Прохладный с «Кавказкабелем», Нальчик с заводом высоковольтной аппаратуры, заводом полупроводниковых приборов, предприятием рентгеновской техники «Севкаврентген-Д» — это единственный регион СКФО, где можно говорить о небольшом, но реальном электротехническом кластере. КБР — лидер по производству высоковольтных выключателей и кабельной продукции в округе.

Дагестан — крупнейший по объему инвестиций регион СКФО в первом полугодии 2025 года (145,8 миллиарда рублей). Электротехническое производство в Дагестане представлено отдельными предприятиями, преимущественно в нишах низковольтного оборудования и средств автоматизации. Спрос на электрооборудование высокий — за счет значительной численности населения, активного строительства, развития промышленности и нефтегазовой отрасли в прибрежной зоне.

Чеченская Республика — в 2025 году показала второй темп роста по обороту организаций (+20,1%), что отражает интенсивное развитие региона после масштабного послевоенного восстановления. Электротехнический рынок Чечни — это прежде всего рынок потребления, формируемый строительством, инфраструктурой и развитием инженерных сетей региона.

Ингушетия — лидер по темпам роста (+25,6% по обороту в первом полугодии 2025-го). Маленький регион с активной фазой развития, основные электротехнические нужды связаны со строительством инфраструктуры и формированием базовой энергетической базы.

Северная Осетия — Алания — республика с сохранившейся индустриальной базой, в которой действует ряд предприятий, имеющих отношение к электротехнике (электроконтактные, машиностроительные производства). Уровень потерь в электросетях — один из самых высоких в округе.

Карачаево-Черкесия — небольшой по объему промышленности регион, в котором электротехнический сегмент представлен преимущественно потребительским рынком (строительство, туристические объекты в Архызе, Домбае). По итогам 2025 года добился существенного снижения потерь в сетях.

Узкие места и проблемы

Слабая собственная производственная база. Главная характеристика электротехнической отрасли СКФО — это ее непропорционально малый вклад в общероссийское производство по сравнению с долей округа в ВВП страны. Округ остается нетто-потребителем электротехнической продукции, что снижает добавленную стоимость, остающуюся в регионе, и ограничивает мультипликативные эффекты для экономики.

Высокий износ электросетевой инфраструктуры. Эта проблема общероссийская, но в СКФО усугубляется длительным периодом недоинвестирования и сложной операционной средой. Модернизация идет, но потребность в ней значительно выше темпов реальных работ.

Сверхнормативные потери в сетях. 14–20% потерь в большинстве регионов СКФО — это серьезная экономическая проблема. Снижение даже на полпроцента в год — это огромная работа, но даже при таких темпах догнать общероссийский уровень эффективности сетей в ближайшие годы вряд ли удастся.

Низкая платежная дисциплина. Долги за электроэнергию, незаконное подключение, неучтенное потребление — это системные проблемы СКФО, формирующие коммерческие потери и снижающие финансовую устойчивость сетевой компании.

Сложная инвестиционная среда. Высокая зависимость от государственного финансирования, ограниченное использование рыночных источников капитала, высокая дотационность



региональных бюджетов, существенный накопленный государственный долг — всё это создает структурные ограничения для частных инвестиций в электротехническую отрасль округа.

Кадровый дефицит. Острый дефицит квалифицированных инженерных и рабочих кадров в электротехнических производствах СКФО — следствие длительной деиндустриализации 1990–2000-х, оттока специалистов в другие регионы и за пределы страны, недостаточной подготовки в местных образовательных учреждениях.

Возможности и точки роста

Программы модернизации электросетей. Это самый понятный и стабильный драйвер развития электротехни-

годы. 5,1 миллиарда рублей в 2026 году только на ремонт и обслуживание — лишь часть общего объема инвестиций в инфраструктуру.

Развитие возобновляемой энергетики. СКФО — регион с большим потенциалом солнечной и ветровой энергетики, а также малых ГЭС. Крупные проекты в этих направлениях уже реализуются в Ставропольском крае, Дагестане, Карачаево-Черкесии. ВИЭ-генерация формирует новые ниши спроса на электротехническое оборудование — преобразователи, инверторы, специализированные системы автоматизации.

Туристический и санаторно-курортный кластер. Развитие курортной инфраструктуры — устойчивый драйвер спроса на электрооборудование

систем общественных пространств, оборудования специального назначения (горнолыжные подъемники, аттракционы и тому подобное).

Экспортный потенциал в направлении Закавказья, Ирана, Каспийского региона. Развитие торговых коридоров «Север — Юг» создает перспективы для производителей электротехники СКФО, ориентированных на южные рынки.

Стратегическая программа развития СКФО до 2030 года. Государственные приоритеты для округа задают понятный среднесрочный горизонт для инвестиций в инфраструктуру, в том числе электротехническую.

Перспективные ниши специализации. У округа есть возможность углублять специализацию в отдельных нишах — кабельная продукция, низковольтная аппаратура, средства автоматизации для туристического и сельскохозяйственного сегмента, оборудование для возобновляемой энергетики.

Логистика и торговая инфраструктура. Минеральные Воды как транспортный хаб, развитие логистических центров в Ставропольском крае и Чечне, появление новых каспийских портовых проектов в Дагестане формируют отдельный сегмент рынка электротехники — оборудование для крупных промышленных и логистических объектов. По мере роста объемов транзитной торговли через российский южный коридор этот сегмент будет наращиваться.

Прогноз на 2026 год

Несколько ключевых ожиданий.

Общая динамика. По итогам 2026 года для СКФО можно ожидать восстановления промышленной динамики после слабого 2025-го. Реалистичный сценарий — выход ИПП округа на положительные значения в районе 1–3%, при сохранении лидерства Чечни и Ингушетии по темпам роста и Ставропольского края — по абсолютным объемам.

Спрос на электротехническое оборудование. Будет расти в первую очередь за счет программ модернизации электросетей, развития туристической инфраструктуры, реализации проектов ВИЭ. Объем поставок в округ из других регионов России (преимущественно ПФО и Центрального округа) останется значительным.

Локальное производство. Будет находиться под давлением общероссийского тренда снижения выпуска электротехнического оборудования (–7,1% в I квартале 2026-го), но в нишах с устой-



Округ имеет небольшую, но местами устойчивую базу собственного электротехнического производства

чивым местным спросом (кабель, низковольтная аппаратура, специализированные ниши) сохранит позиции.

Дальнейшее снижение потерь в сетях. Сценарий ожидается умеренно оптимистичный — снижение потерь на 0,5–1 процентный пункт за год по большинству регионов СКФО. Это потребует значительных инвестиций в оборудование и инструменты борьбы с коммерческими потерями.

Активизация работ по интеллектуальному учету. Установка интеллектуальных приборов учета продолжит расширяться, формируя устойчивый сегмент спроса на отечественное оборудование.

Развитие солнечной энергетики. В Ставропольском крае, Дагестане, Карачаево-Черкесии продолжатся проекты строительства солнечных электростанций, что создаст дополнительный сегмент спроса на специализированное электрооборудование.

Что в итоге?

Электротехническая отрасль СКФО в 2026 году — это история, в которой собственно производство играет скромную роль, а основной фокус — это рынок потребления оборудования, формируемый главным образом модернизацией электросетей, развитием туристической инфраструктуры и государственными программами.

Округ имеет небольшую, но местами устойчивую базу собственного электротехнического производства, сосредоточенную преимущественно в Кабардино-Балкарии и Ставропольском крае. Эта база — не центр индустриального притяжения, как в ПФО, а скорее набор отдельных предприятий, работающих в своих нишах и сохраняющих компетенции от советского периода.

Главные проблемы отрасли в округе — высокий износ инфраструктуры, сверхнормативные потери в сетях, низкая платежная дисциплина потребителей, слабость рыночных источников инвестиций, кадровый дефицит. Эти проблемы носят системный характер и не закроются за один год.

Главные возможности — программы модернизации электросетевого хозяйства, развитие возобновляемой энергетики, расширение туристического кластера, государственные программы поддержки округа, экспортный потенциал в южном направлении. Эти возможности постепенно формируют новый профиль отрасли в СКФО — не как промышленного

центра, а как растущего рынка качественного электроснабжения и модернизированной инфраструктуры.

Главное по итогам наблюдения за рынком на старте 2026 года — отрасль вошла в год в относительно непростом состоянии, но с понятными драйверами роста и устойчивым государственным фокусом на инфраструктурное развитие. Не блестящий старт, но и не катастрофический. Прогноз — медленное, но позитивное движение по большинству направлений. Это не та история, из которой получаются яркие индустриальные репортажи. Но это та история, в которой инфраструктурная модернизация и развитие сервисной экономики постепенно меняют облик целого федерального округа — и в этом изменении электротехническая отрасль играет одну из ключевых ролей.



СТРОИТЕЛЬСТВО
ГОРОДСКАЯ СРЕДА
АРХИТЕКТУРА

CITY BUILD RUSSIA 2026



СТРОИМ
БУДУЩЕЕ



СОЗДАЁМ
КОМФОРТ



РАЗВИВАЕМ
ГОРОДА



28—29
ОКТАБРЯ 2026



МОСКВА, ВДНХ
ПАВИЛЬОНЫ 55



citybuildrussia.ru

ПРОЕКТЫ. ТЕХНОЛОГИИ. РЕШЕНИЯ.
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

IV ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРЫ РОССИИ

ГЛОБАЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИКА
2026-2030

TR
2026

ТРЕНДЫ
РИСКИ
ВОЗМОЖНОСТИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ
РЕГИСТРАЦИЯ



04 - 06 августа 2026

Тольятти, Самарская область

ТрансформаторыРоссии.РФ

18-20 НОЯБРЯ

СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

МВДЦ «СИБИРЬ»,
УЛ. АВИАТОРОВ 19
+7 (391) 256-10-30
KRASFAIR.RU

КРАСНОЯРСК 2026

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА,
ЭНЕРГЕТИКА,
АВТОМАТИЗАЦИЯ,
СВЕТОТЕХНИКА**

НЕФТЬ, ГАЗ, ХИМИЯ

**МЕТАЛЛООБРАБОТКА
И СВАРКА**

сибирь
КРАСНОЯРСКАЯ ЯРМАРКА
РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР
ДЕЛОВЫХ ПЕРЕГОВОРОВ

Промышленно-энергетический форум
и специализированная выставка предприятий

ПРОМ-ЭНЕРГО ВОЛГА 2026

21-23 октября
Волгоград Арена

ПЭВ/26

ВЦ ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА www.promenergovolga.ru
(8442) 26-50-34 www.zarexpo.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА



МФЭС

29-й Международный форум «Электрические сети» - важное отраслевое мероприятие, направленное на продвижение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, модернизацию электросетевого комплекса, совершенствование систем управления электрическими сетями

2026

17 - 19 ноября

ВК ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР



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



24-26 ноября 2026

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

- Системы видеонаблюдения
- СКУД и системы охраны периметра
- Системы пожаротушения и огнезащиты
- Оборудование и компоненты для охранно-пожарной сигнализации

34-я Международная выставка технических средств охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты



Организатор – компания МВК
Офис в Санкт-Петербурге

МВК Международная
Выставочная
Компания
+7 (812) 401 69 55, sfitex@mvk.ru



Совместно с:



ФОРУМ
БЕЗОПАСНОСТЬ 365

Забронируйте стенд!
sfitex.ru



XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭНЕРГО ЭНЕРГО
СБЕРЕЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ИННОВАЦИИ
 ЦИФРОВИЗАЦИЯ
 ОБОРУДОВАНИЕ
 ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ
 ЭКОЛОГИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, КВЦ ЭКСПОФОРУМ
6–9 ОКТЯБРЯ 2026

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

ОРГАНИЗАТОР

FarEXPO FE[®]
 PROFESSIONAL EXHIBITION ORGANIZER

www.ENERGYSAVING-EXPO.RU
 www.ENERGY-CONGRESS.RU
 +7(812) 718-35-37

18+

 **ФОРУМ ТРУДА**
 Живи и работай
 в Оренбуржье!

 orenburg-gazneft.ru

 **ГАЗ. НЕФТЬ.**
ОРЕНБУРЖЬЕ
 XIX СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ
9-11 сентября 2026 г.

Организаторы:
 Правительство Оренбургской области
 Министерство труда и занятости населения Оренбургской области
 Министерство промышленности и энергетики Оренбургской области

Оператор:
 Башкирская выставочная компания

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@bvkeexpo.ru

межрегиональная специализированная выставка

САХАПРОМЭКСПО



3 – 4 ДЕКАБРЯ 2026 г. ЯКУТСК

НЕДРА ЯКУТИИ. СПЕЦТЕХНИКА.
ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГО.
СВЯЗЬ. БЕЗОПАСНОСТЬ

Организаторы:



Выставочная компания
Сибэкспосервис
г. Новосибирск



Выставочная компания
СахаЭкспоСервис
г. Якутск

Тел: (383) 3356350, e-mail: vkses@yandex.ru, www.ses.net.ru

XI ОДИННАДЦАТЫЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФОРУМ



СЕЙМАРТЕК ЦИФРА

ЧЕЛЯБИНСК
ОТЕЛЬ «RADISSON BLU»

24–26
НОЯБРЯ

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
В ГОРНОЙ ДОБЫЧЕ, МЕТАЛЛУРГИИ,
ЭНЕРГЕТИКЕ И НЕФТЕГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ – 2026



seymartec.ru

+7 499 638-23-29

info@seymartec.ru

XXX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

INTERPOLITEX

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

24–26 НОЯБРЯ 2026
МОСКВА • ВДНХ
ПАВИЛЬОН 20 «ФОРУМ»

ОРГАНИЗАТОР

БИЗНЕС ОБЪЕДИНЕНИЕ
ВЫСТАВОЧНЫХ
КОМПАНИЙ

INTERPOLITEX.RU



Правительство
Челябинской области



Министерство промышленности,
новых технологий и природных
ресурсов Челябинской области



Минпромторг
России



ФРП
Челябинской области



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОЧЕЛ

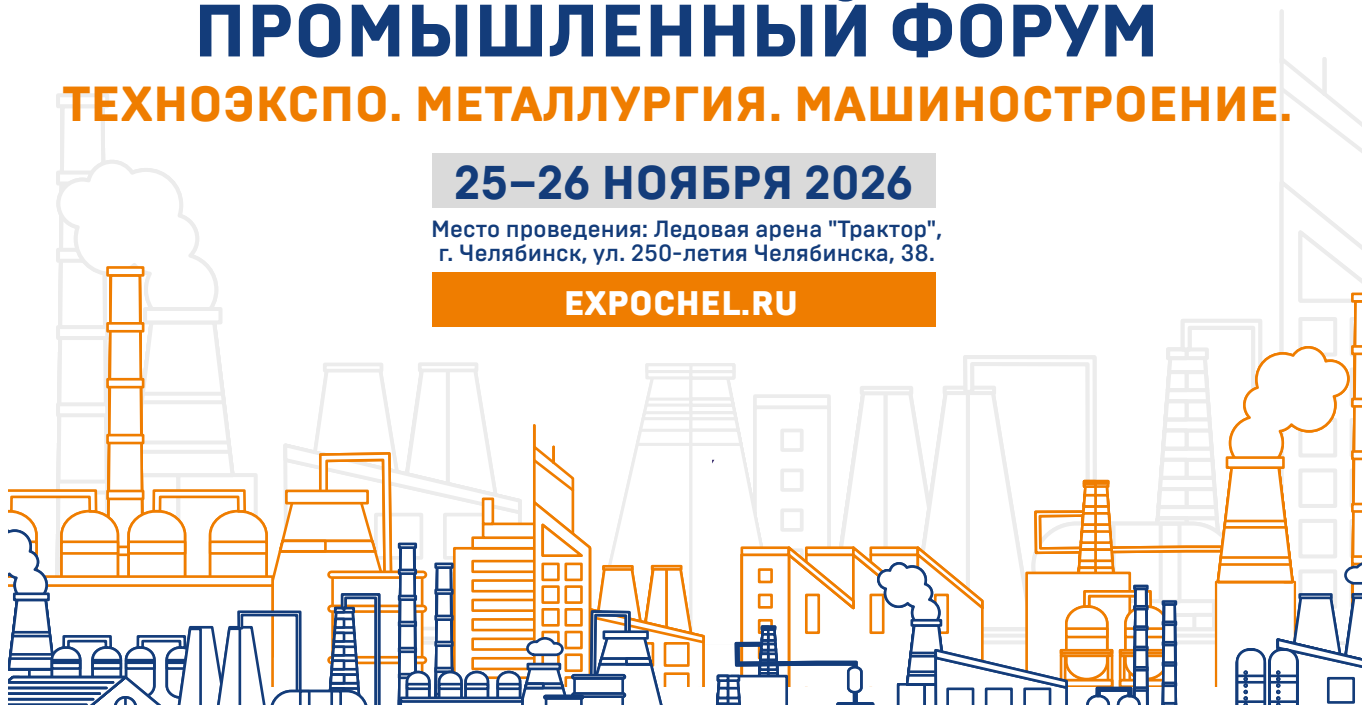
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

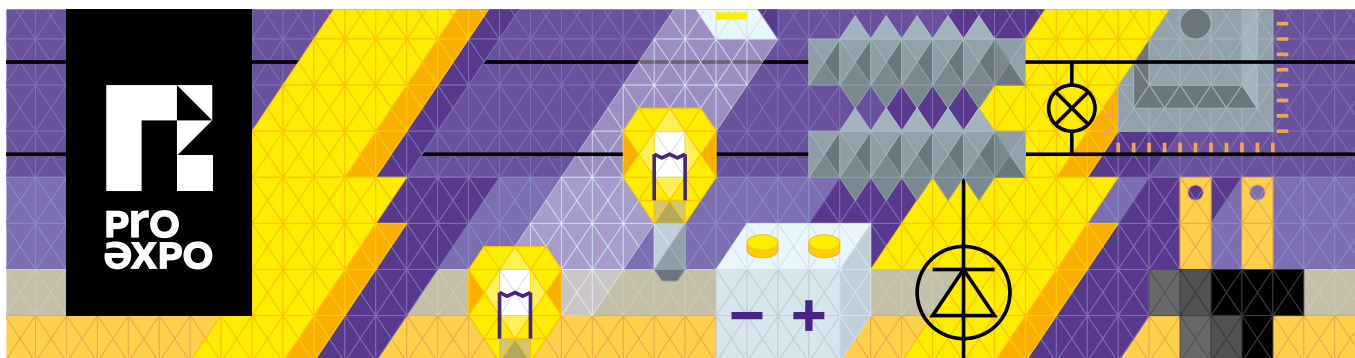
ТЕХНОЭКСПО. МЕТАЛЛУРГИЯ. МАШИНОСТРОЕНИЕ.

25–26 НОЯБРЯ 2026

Место проведения: Ледовая арена "Трактор",
г. Челябинск, ул. 250-летия Челябинска, 38.

EXPOCHEL.RU





Электротехника. Энергетика.

27–29 октября 2026, Екатеринбург

специализированная отраслевая выставка-форум, посвящённая современным решениям в области электротехники и энергетики. Компоненты и разработки, материалы и оборудование

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО», ЭКСПО-бульвар, дом 2

electro.proexpo.ru

+7 (342) 204-03-81
ponosova@proexpo.ru

бесплатный
билет на выставку



забронировать
стенд на 2026 год



Рудник The Mine

27–29 октября 2026, Екатеринбург

11-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) 204-03-17

mine.proexpo.ru



официальная
поддержка:



Торгово-промышленная
палата Российской
Федерации



Правительство
Свердловской области



НП «Горнопромышленники
России»

PRO
ЭХРО

18-20 НОЯБРЯ
УФА 2026 ВКУФА ЭКСПО



**РОССИЙСКИЙ
 ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**

**Специализированные
 ВЫСТАВКИ**

- «Машиностроение. Металлообработка»
- «Инновационный потенциал Уфы»

По участию в выставке:
 +7 (347) 246-41-77, +7 917 354 45 05
 promexpo@bvkeexpo.ru

По участию в форуме:
 +7 (347) 246-42-85, 246-42-81
 kongress@bvkeexpo.ru



Международная выставка-форум

**ЭЛЕКТРОНИКА
 РОССИИ** 5 ЛЕТ ВМЕСТЕ

24–26/11/2026

Москва, Крокус Экспо

Забронируйте
 стенд

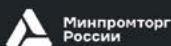


rus-elektronika.ru

Организатор:




Официальная поддержка:



Партнер:




12+



**РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
РНТК КОНГРЕСС**

13- 15 октября 2026
Отель Сущевский Сафмар
Москва

+7 (495) 488-6749
info@rntk.org
www.rntk.org



Telegram

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 отрасли о своей компании, продукции и услугах.



300+ делегатов



3 дня общения



25+ технических
и постерных сессий



150+ технических
презентаций



www.rntk.org

ВЫСТАВКА

25-27 ноября 2026

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**



СТРОЙИНДУСТРИЯ

18+

ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

**г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-51**

www.expo-volga.ru



Э Л Е К Т Р О
Т Р А Н С

15-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ
ПРОДУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА
И МЕТРОПОЛИТЕНОВ

29 СЕНТЯБРЯ – 1 ОКТЯБРЯ 2026



Проводится в рамках Российской недели
общественного транспорта
и городской мобильности


www.publictransportweek.ru

www.electrotrans-expo.ru

Реклама **12+**



РОССИЙСКИЙ
УГОЛЬНЫЙ САММИТ

29 СЕНТЯБРЯ / НОВОКУЗНЕЦК

www.coalsummit.ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
САММИТ
ЦИФРОВИЗАЦИЯ

13 ОКТЯБРЯ / ЕКАТЕРИНБУРГ

www.metalsummit.ru/digital

XXX БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

ENERGY
30 EXPO

eTrans

ATOMEXPO
Belarus

exp light

green
Industry

oil & gas
technologies

eCity

water & air
technologies

27-30 октября
Минск
Беларусь 2026

Минский международный выставочный центр,
ул. П. Меделки, 24

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>

28-30 октября / Уфа 2026

РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

32-я международная выставка

ЭНЕРГЕТИКА УРАЛА

Специализированная выставка

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. КАБЕЛЬ

Организаторы



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ
БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
ЭНЕРГЕТИКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



Традиционная поддержка



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ РФ

■ По вопросам выставки
www.energobvk.ru
+7 (347) 246-42-37
energo@bvkexpo.ru

■ По вопросам форума
www.refbvk.ru
+7 (347) 246-42-81
kongress@bvkexpo.ru

ВКУФА ЭКСПО
ул. Менделеева, 158

energobvk
refbvk



РЕКЛАМА ООО «БВК» ИНН 0278179329

@ DashaMail
 российский email сервис

Профессиональные email-коммуникации для вашей индустрии

Автоматизируйте взаимодействие с клиентами, партнерами и поставщиками

Точные продажи в b2b в пару кликов

ЗАПИСАТЬСЯ НА ДЕМО

SMART CITY & HOME | **УМНЫЙ ГОРОД & ДОМ**

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УМНОГО ГОРОДА И ДОМА

- УМНЫЙ ГОРОД
- АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ
- УМНЫЙ ДОМ
- ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ
- РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦОД
- РОБОТОТЕХНИКА

27–30 ОКТЯБРЯ 2026
 МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», МОСКВА

ПОЛУЧИТЬ БИЛЕТ

INTERLIGHT

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОСВЕЩЕНИЯ

- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
- ДЕКОРАТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
- ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТЫ
- АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
- НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
- ПРАЗДНИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

27–30 ОКТЯБРЯ 2026
 МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», МОСКВА

ПОЛУЧИТЬ БИЛЕТ



HEAT&POWER

19-21
ОКТАБРЯ
2026

11-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ И РЕШЕНИЙ ДЛЯ АВТОНОМНОГО
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

МОСКВА,
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»



ПОЛУЧИТЕ БИЛЕТ
по промокоду
26MARKET

heatpower-expo.ru

Организатор



Международная
Выставочная
Компания

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



NDT

RUSSIA

26-я Международная
выставка
оборудования
для неразрушающего
контроля



19|20|21
ОКТАБРЯ
2026

Москва, Крокус Экспо

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

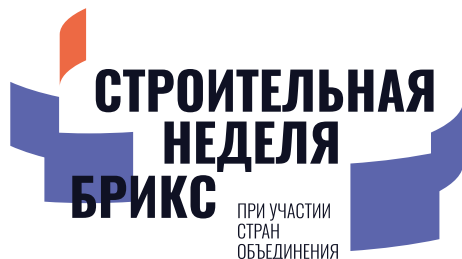
+7 (812) 401 69 55
ndt@mvk.ru



Забронируйте стенд:
ndt-russia.ru



10–13 НОЯБРЯ 2026
МВЦ «КАЗАНЬ ЭКСПО»



БРОНИРУЙТЕ СТЕНД НА ВЫСТАВКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ



Сканируйте QR-код
и заполняйте заявку
для участия

tatexpo.info/stroika
+7 (965) 585-14-29
expo-kazan@tatexpo.info

ОРГАНИЗАТОР: INVEST TATARSTAN

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

ПОД ПАТРОНАЖЕМ:

ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРУМ
ПО МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

ТЕМП

ТЕХНОЛОГИИ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1-3 ДЕКАБРЯ 2026
МВЦ «КАЗАНЬ ЭКСПО»

КАЗАНЬ 2026

tempkazan.ru
expo-kazan@tatexpo.info
+7 (965) 585-14-29



АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

КОРОС	ИРКУТСКИЙ РЕЛЕЙНЫЙ ЗАВОД, ОАО
LS ELECTRIC	ИШЛЕЙСКИЙ ЗАВОД ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ, ООО
АВАЛОНЭЛЕКТРОТЕХ, НПО, ООО	ИЭК ХОЛДИНГ, ООО
АЛЕКСАНДРОВСКИЙ РЭС	КАББАЛКГАЗ, ОАО
АЛЕКСИНСКИЙ РЭС	КАВКАЗКАБЕЛЬ, КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ЗАО
АРЗАМАССКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	КАЗАНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
БАБЫНИНСКИЙ РЭС	КАЛУЖСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
БАЛАХНИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	КАМЕШКОВСКИЙ РЭС
БАРЯТИНСКИЙ РЭС	КАСИМОВСКИЙ РЭС
БЕЛЕВСКИЙ РЭС	КЕЗСКИЙ РЭС
БЕЛОХОЛУНИЦКИЙ РЭС	КИЗНЕРСКИЙ РЭС
БЕРДСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО	КИКНУРСКИЙ РЭС
БОГОРОДИЦКИЙ РЭС	КИЛЬМЕЗСКИЙ РЭС
БОРОВСКИЙ РЭС	КИМОВСКИЙ РЭС
ВЕНЕВСКИЙ РЭС	КИНЕШЕМСКИЙ РЭС
ВЕРХОШИЖЕМСКИЙ РЭС	КИРЕЕВСКИЙ ГРЭС
ВИЧУГСКИЙ РЭС	КИРЖАЧСКИЙ РЭС
ВОЛГА СТРОЙ СЕРВИС, ООО	КИРОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ РЭС
ВОЛЖСКИЙ РЭС	КИРОВСКИЙ РЭС
ВОЛОВСКИЙ РЭС	КИРСИНСКИЙ РЭС
ВОРОНЕЖСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, ООО	КЛЕМСАН РУС, ООО
ВОТКИНСКИЙ РЭС	КЛЕПИКОВСКИЙ РЭС
ВЯЗНИКОВСКИЙ РЭС	КОВРОВСКИЙ РЭС
ВЯТСКОПОЛЯНСКИЙ РЭС	КОЗЕЛЬСКИЙ РЭС
ГОРНОМАРИЙСКИЙ РЭС	КОЛЬЧУГИНСКИЙ РЭС
ГОРОХОВЕЦКИЙ РЭС	КОНДРОВСКИЙ РЭС
ГРАДПРОЕКТ, ООО	КОТЕЛЬНИЧСКИЙ РЭС
ГРАЖДАНПРОМПРОЕКТ, ЗАО	КСТОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
ГРУППА КОМПАНИЙ «EFLIGHT»	КУЙБЫШЕВСКИЙ РЭС
ГУСЕВСКОЙ РЭС	КУМЕНСКИЙ РЭС
ДАГСНАБСТРОЙ, ООО	КУРГАНСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ДАГСПЕЦГИДРОЭНЕРГОМОНТАЖ, ЗАО	ЛЕНИНСКИЙ РЭС
ДАГЭЛЕКТРОАППАРАТ, ООО	ЛУЗСКИЙ РЭС
ДАГЮГСТРОЙ, АО	ЛЫСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ДАРОВСКОЙ РЭС	ЛЮДИНОВСКИЙ РЭС
ДЗЕРЖИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, ОАО
ДКС, ООО	МАЛОЯРОСЛАВЕЦКИЙ РЭС
ДУМИНСКИЙ РЭС	МАРИ-ТУРЕКСКИЙ РЭС
ЕКА СПБ, ООО	МДА-БЕТОН-СЕРВИС, ООО
ЕФРЕМОВСКИЙ РЭС	МЕГАПОЛИС-ЭЛЕКТРО, ООО
ЖИЗДРИНСКИЙ РЭС	МЕДЫНСКИЙ РЭС
ЖУКОВСКИЙ РЭС	МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ЗАВЬЯЛОВСКИЙ РЭС	МЕКО, ООО
ЗВЕНИГОВСКИЙ РЭС	МЕЛЕНКОВСКИЙ РЭС
ЗИО-ПОДОЛЬСК, ПАО	МЕЩОВСКИЙ РЭС
ЗУЕВСКИЙ РЭС	МИССП-СОВПЛАСТ, КРОПОТКИНСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ИВАНОВСКИЙ РЭС	МИХАЙЛОВСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ООО
ИГРИНСКИЙ РЭС	МИХАЙЛОВСКИЙ РЭС
ИЖЕВСКИЙ ОПЫТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАО	МОЖГИНСКИЙ РЭС
ИЖЕВСКИЙ РЭС	МОРКИНСКИЙ РЭС
ИЗНОСКОВСКИЙ РЭС	МОСАЛЬСКИЙ РЭС

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru



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
 СЕРГАНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
 СЕРНУРСКИЙ РЭС
 СИСТЕМА КМ
 СКОПИНСКИЙ РЭС
 СЛОБОДСКОЙ РЭС
 СОБИНСКИЙ РЭС
 СОВЕТСКИЙ РЭС
 СОВЕТСКИЙ РЭС
 СОНЕТ ИНВЕСТ, ООО
 СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
 КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ»
 СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ»
 СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ»
 СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ»
 СОЮЗ «ТПП СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ»

СОЮЗ «УДМУРТСКАЯ ТОРГОВОПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»
 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
 СУХИНИНСКИЙ РЭС
 ТАГАНРОГСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, АО
 ТАРУССКИЙ 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
 ЧЕЛЭНЕРГОПРИБОР, ООО
 ШАБАЛИНСКИЙ РЭС
 ШАЦКИЙ РЭС
 ШИЛОВСКИЙ РЭС
 ШУЙСКИЙ РЭС
 ЩЕКИНСКИЙ РЭС
 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ «ЭНЕРГОМЕРА», АО
 ЭНЕРВИК, ООО
 ЮАИЗ, АО
 ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
 ЮНИТЕЛ ИНЖИНИРИНГ, ООО
 ЮРЬЕВ -ПОЛЬСКИЙ РЭС
 ЮРЬЯНСКИЙ РЭС
 ЮХНОВСКИЙ РЭС
 ЯРАНСКИЙ РЭС
 ЯСНОГОРСКИЙ РЭС

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 40702810010000238020 в АО «ТБАНК» г. Москва к/с 30101810145250000974 БИК 044525974		Сч. №
			Код
СЧЕТ №РЭ-2026			
Плательщик ИНН/КПП Расчетный счет Банк Корр. Счет №			ВСЕГО
Дата и способ отправки Квитанция/ Накладная	Отметка об оплате	Отметка об оплате	Шифр
Предмет счета	Количество	Цена	Сумма
За подписку на журнал «Рынок электротехники» на 1 год	4	1 808-00	7232-00
		В том числе НДС 5%	344-38
		ВСЕГО К ОПЛАТЕ	7232-00

Всего к оплате: Семь тысяч двести тридцать два рубля 00 коп.

В том числе НДС 5% 344 руб. 38 коп.

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.

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ОТДЕЛА ПРОДАЖ

19-21 августа 2026
МОСКВА

ОТ ЖУРНАЛА УПРАВЛЕНИЕ

СБЫТОМ
ЖУРНАЛ О ТОМ, КАК ПРОДАВАТЬ БОЛЬШЕ



Кому подойдёт этот тренинг:

- Руководителям отделов продаж, которые хотят прокачать команду и внедрить инновации без боли
- Менеджерам по продажам, желающим тратить меньше времени на рутину и больше — на результат
- Бизнесу, стремящемуся ускорить цикл сделки, улучшить коммуникации с клиентами и повысить конверсию

Нейросети для отдела продаж — это практический тренинг, который помогает продавцам и менеджерам работать быстрее, точнее и эффективнее.

Вы освоите инструменты искусственного интеллекта, которые усиливают каждое звено продаж: от поиска и анализа клиентов до подготовки персонализированных скриптов и прогнозирования потребностей. Научитесь автоматизировать рутинные задачи, экономить время и повышать конверсию — без сложных технических знаний.

Тренинг основан на реальных кейсах и показывает, как применять нейросети в работе уже сегодня.

Это ваш шанс прокачать отдел продаж и выйти на новый уровень.



ПОДРОБНЕЕ

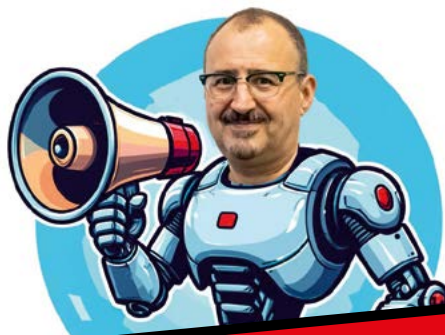
(495) 540-52-76

WWW.EVENTIMAGE.RU

Практический курс
от журнала
«Новости маркетинга»

19-21 августа 2026

Москва



НЕЙРОСЕТИ для маркетологов

Это интенсивный тренинг для руководителей и сотрудников отделов маркетинга, директоров и специалистов по маркетингу, которые хотят детально разобраться в том, как нейросети могут сделать их работу максимально эффективной.

Что будет на тренинге?

Часть 1. Базовая теория и ключевые нейросети.

- Что такое нейросети и как они работают.
- Обзор лучших инструментов для маркетологов.
- Что можно и что нельзя автоматизировать.

Часть 2. Практика: текст, креатив, аналитика.

- Создание рекламных текстов, постов и рассылок с ChatGPT и другими моделями.
- Генерация изображений и видео: Nanobanana, DALL-E, Шедеврум.
- Создание сторителлинга и рекламных кампаний с помощью ИИ.
- Промпт-инженерия: как разговаривать с ИИ, чтобы он делал то, что нужно.
- Инструменты анализа и прогнозирования на основе ИИ.

Часть 3. Разработка и корректировка продуктов компании при помощи нейросетей.

- Анализ обратной связи от клиентов и выявление скрытых потребностей.
- Тестирование гипотез для улучшения продуктов и услуг.
- Генерация идей для новых фич, сервисов или упаковки.
- Повышение ценности продукта за счёт точечной настройки под аудиторию.

Бонус: готовые шаблоны, промпты и база инструментов.



ПОДРОБНЕЕ

(495) 540-52-76
www.eventimage.ru