

16+



Рынок распределительных систем электроснабжения в России: технические решения, надежность и экономика
стр. 10



Эксплуатация систем освещения в России: технологии, практика, перспективы
стр. 73



РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ежеквартальный журнал

www.marketelectro.ru



PR

пиаршкола

В электротехнике

2-3
АПРЕЛЯ
2026
МОСКВА



ПРЕСС-СЛУЖБА

РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ



ПОДРОБНЕЕ

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

РЕГИОНЫ НОМЕРА: СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

НОВОСТИ МАРКЕТИНГА

ЖУРНАЛ О НОВОМ МАРКЕТИНГЕ



**НОВОСТИ
МАРКЕТИНГА**
ЖУРНАЛ О НОВОМ МАРКЕТИНГЕ

23
МЕТОДЫ АНАЛИЗА
ЦЕЛЕВОЙ АУДИТОРИИ

53
НЮАНСЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КЛИЕНТОВ
В СЕГОДНЯШНИЙ РЕАЛЬНОСТИ

66
ЗОЛОТЫЕ ПРАВИЛА
ПОДГОТОВКИ
РЕКЛАМНОГО ТЕКСТА

ЭЛЬВИРА ГАЛИМОВА
ОСНОВАТЕЛЬ PR БЮРО DONE MEDIA И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ПЛАТФОРМЫ DONE MEDIA KAFEDRA

**«КОРПОРАТИВНЫЙ БЛОГ
НЕ ПРИНОСИТ ЛИДЫ:
ЧТО ДЕЛАТЬ?»**

**НОВОСТИ
МАРКЕТИНГА**
ЖУРНАЛ О НОВОМ МАРКЕТИНГЕ

26
КАК ПРОДВИГАТЬ СВОЙ БИЗНЕС
ОНЛАЙН И НЕ РАЗОРИТЬСЯ

49
ПЕРВАЯ ПРОГРАММА ЛОЯЛЬНОСТИ
ДЛЯ БИЗНЕСА: ОТ СЛУЧАЙНЫХ
АКТИВНОСТЕЙ К СИСТЕМЕ,
КОТОРУЮ ПОЛЮБЯТ

74
ПРОБЛЕМЫ РЫНКА POSM
В 2022 ГОДУ: ПУТИ РЕШЕНИЯ

НАТАЛЬЯ ВЯЗИГИНА
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР АГЕНТСТВА ЦИФРОВОГО
МАРКЕТИНГА «АКСИОМА-ВЕБ»

**«БЮДЖЕТНЫЕ
ИНСТРУМЕНТЫ
ОНЛАЙН-ПРОДВИЖЕНИЯ»**

16+

**НОВОСТИ
МАРКЕТИНГА**
ЖУРНАЛ О НОВОМ МАРКЕТИНГЕ

20
КРИЗИСНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

50
ПРОДВИЖЕНИЕ КОМПАНИИ:
ЧЕМ ЗАМЕНИТЬ
ЗАПРЕЩЕННЫЕ СОСЦЕТИ?

70
ИАНТИЧНАЯ РЕКЛАМА:
О ВАЖНО ЗНАТЬ
ЮМНИТЬ

ЛИЯ ФЕДЬКИНА
АРХИТЕКТОР, НЕЗАВИСИМЫЙ ЭКСПЕРТ
МАРКЕТИНГУ И РАЗВИТИЮ БИЗНЕСА,
ПЯТЫЙ ПАРТНЕР BMW-CONSULTING,
TOP ПО РАЗВИТИЮ SMART HOUSE TANGUS

**БРЕНДИНГ:
ДА И ЗАЧЕМ ОН НУЖЕН?»**

16+

Тел.: (495) 540-52-76

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

www.marketingnews.ru



ПОДРОБНЕЕ



МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И. КОЗЛОВА —

крупнейший производитель электротехнического
оборудования на территории СНГ

Силовые
трансформаторы

Комплектные
трансформаторные
подстанции

Многоцелевые
трансформаторы



Система качества
предприятия
сертифицирована
на соответствие
стандартам
качества
ISO 9001

Широкая
дилерская
сеть

Гарантия производителя

5 лет

* - на силовые трансформаторы

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

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

info@metz.by

www.metz.by



МФЭС

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА

29-й Международный форум «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» - масштабное отраслевое мероприятие, предоставляющее оптимальные условия для продвижения передовых энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, модернизации и технического перевооружения электросетевого комплекса, а также совершенствования системы управления электрическими сетями

2026

17 - 19 ноября

Выставочный комплекс
«ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР»

Москва, Верхняя аллея, 6с1

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



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

Организатор:
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»
Тел. 8 (495) 245 07 27
e-mail: exhibit@expoelectroseti.ru

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ООО «Издательская группа
«Индастриал Медиа»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Тимур Асланов
editor@marketelectro.ru

ПРОДАЖА РЕКЛАМЫ:

ООО «Нормедиа»

ДИРЕКТОР ПО РЕКЛАМЕ:

Вероника Асланова
reklama@marketelectro.ru

МЕНЕДЖЕР ПО РЕКЛАМЕ:

Наталья Коробейникова

ОТДЕЛ ПОДПИСКИ

podpiska@marketelectro.ru

**МЕНЕДЖЕР ПО ВЫСТАВОЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**

event@marketelectro.ru

ТРАФИК-МЕНЕДЖЕР:

Дарья Каткова
traffic@marketelectro.ru

ДИЗАЙН, ВЕРСТКА:

Вероника Волгарева

КОРРЕКТУРА:

Инна Назарова

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

127018, г. Москва, ул. Полковая, д. 3, стр. 6, оф. 305
Тел./Факс: (495) 540-52-76 (многоканальный),
e-mail: reklama@marketelectro.ru
www.marketelectro.ru

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

Формат 210 × 290.

Подписано в печать 03.03.2026 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-0203

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!

В первом выпуске журнала «Рынок Электротехники» за 2026 год мы продолжаем пристально изучать различные направления, в которых развивается отрасль, и ее различные ниши.

Главная тема номера — «Рынок распределительных систем электроснабжения: технические решения, надежность и экономика».

Кроме этого внимательно изучаем беспроводную передачу электроэнергии, микросети и распределенную генерацию, энергетическую эффективность и стандарты энергоаудита, сверхпроводящие материалы и другие сферы.

В разделе «Рынок Светотехники» акцент сделан на эксплуатации систем освещения, технологиях, практике, перспективах.

Регионы номера в этот раз — Дальневосточный и Северо-Западный федеральные округа.

Приятного чтения и успехов в 2026 году!

Команда проекта «Рынок Электротехники»



ПОДПИШИСЬ
на Telegram-канал

<https://t.me/novenergy>



НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

«НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ» – отраслевое информационное агентство, являющееся поставщиком актуальной и оперативной информации обо всем, что происходит энергетическом рынке, позволяющий узнавать обо всех событиях в отрасли в режиме онлайн и максимально объективно.



Вы получите самые свежие новости из мира энергетики: будь то новости атомной энергетики, новости об электроэнергии, новости теплоснабжения, альтернативная энергетика, энергосбережение, люди в энергетике, энергетика и фондовый рынок, нефть, газ, уголь, вопросы коммунальных тарифов и ЖКХ, изменения в действующем законодательстве, касающиеся энергетических вопросов и т. д.

«НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ» – это объёмный и объективный тематический информационный ресурс, всесторонне освещающий самые различные стороны энергетической отрасли.

Новости	7
ТЕМА НОМЕРА	
Рынок распределительных систем электроснабжения в России: технические решения, надежность и экономика	10
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Двухпозиционное электромагнитное реле с нормированными параметрами РЭП38ДН и РЭП38ДМН	21
КРУГЛЫЙ СТОЛ	
Рынок распределительных систем электроснабжения: технические решения, надежность и экономика	22
РЕЛЕСТРОЕНИЕ	
Полный цикл создания и реализации релейной продукции	29
КАБЕЛЬ	
Силовые кабели нового поколения: инновации и области применения	30
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ	
Импортозамещение в электротехнической отрасли в России в 2026 году: проблемы и тренды	40
МИКРОСЕТИ	
Микросети и распределенная генерация: проблемы и прогнозы	44
МОБИЛЬНЫЕ ПОДСТАНЦИИ	
Мобильные подстанции и модульные энергоблоки. Новости рынка, проблемы и перспективы	48
РОБОТИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО	
Драйверы роста для рынка электротехнических компонентов для роботизированных производств	52
КАДРЫ	
Кадры для электротехники: что происходит	57
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
Рынок силовой электроники России: состояние, проблемы, перспективы	60
СВЕРХПРОВОДНИКИ	
Перспективы разработки сверхпроводящих материалов для электротехники: российский контекст	65
БПЭ	
Без кабелей и разъемов: стратегические перспективы беспроводной передачи энергии в ближайшие пять лет	68
РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ	
Эксплуатация систем освещения в России: технологии, практика, перспективы	73
КРУГЛЫЙ СТОЛ	
Эксплуатация систем освещения: технологии, практика, перспективы	80
Энергетическая эффективность и стандарты энергоаудита освещения	83
Как внедрить умные системы освещения для максимальной энергоэффективности	86
Как светить, чтобы они лучше работали	92
Рынок электротехники в Дальневосточном федеральном округе России в 2026 году	96
Рынок электротехники в Северо-Западном федеральном округе в 2026 году	106
Адресное распространение журнала «Рынок Электротехники». Выборочный список	126

ЭНЕРВИК

enervic.ru

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

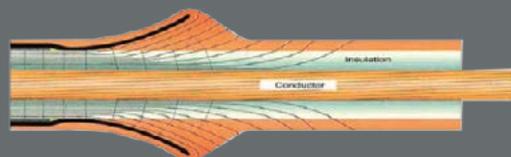
С 2007 года разрабатывает и производит высококачественную электротехническую продукцию на собственной площадке в Санкт-Петербурге.

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

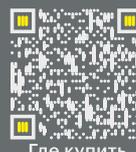


АКСПРО – провод внешнего экрана

Кабельные муфты холодной усадки до 35 кВ



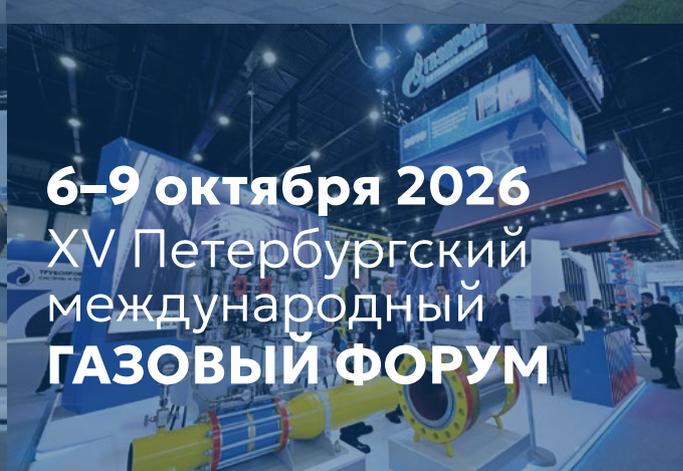
Геометрическое выравнивание напряженности электрического поля с помощью стресс-конуса



Где купить

office@enervic.ru
+7 (812) 325 93 40
t.me/enervicTG

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



ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

GAS-FORUM.RU



САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ –
В ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛЕ
@GASFORUMSPB



Цифровая система мониторинга повысила перетоки в энергосистеме

Цифровая система мониторинга запасов устойчивости, внедренная Кемеровским РДУ — филиалом АО «СО ЕЭС», позволила увеличить перетоки активной мощности в энергосистеме Кемеровской области на 10 МВт, без модернизации оборудования. Технология, разрабатываемая АО «НТЦ ЕЭС» совместно с Системным оператором, действует с 2021 года и уже применяется в 30 контролируемых сечениях энергосистемы региона. Система работает в двух ключевых сечениях, обеспечивающих выдачу мощности Южно-Кузбасской ГРЭС и электропитание предприятий горнодобывающей промышленности и туристического сектора Таштагольского района. В режиме реального времени СМЗУ предоставляет диспетчерам точные данные о допустимых перетоках мощности с учетом фактического режима энергосистемы, что повышает экономическую эффективность ее работы без снижения надежности.

Внедрение СМЗУ на сечениях «Таштагол — Мундыбаш» и «Новокузнецк — Таштагол» позволило нарастить перетоки активной мощности с 160 до 170 МВт при сохранении запаса устойчивости на уровне 8%. По словам директора Кемеровского РДУ Павла Якиса, решение дает возможность загружать более дешевые электростанции и повышает гибкость энергосистемы Кузбасса в условиях растущего спроса. Экономический эффект от оптимизации загрузки электростанций оценивается в 30 млн руб. в год за счет снижения потерь и перераспределения нагрузки. В перспективе технологию планируют масштабировать на другие регионы Сибири.

Две крупные солнечные электростанции

Кыргызстан активно развивает солнечную энергетику, и к 2028 году в Иссык-Кульской области планируют ввести в строй почти 2 ГВт новых мощностей. Инвестиции в два крупных проекта превысят 1,6 млрд долларов США. В селе Тору-Айгыр компания «Бишкек Солар» строит солнечный парк стоимостью 280 млн долларов — работы выполнены уже на 80%. Первую очередь на 100 МВт запустят в августе 2026 года. Параллельно в селе Кызыл-Орук ветнамский инвестор — компания «Рокс Энерджи Глобал» — возводит станцию «Иссык-Куль-1». Ввод оборудования пройдет в три этапа, завершение строительства намечено на 2028 год.

Премьер-министр Адылбек Касымалиев, проинспектировавший строи-

тельные площадки, отметил высокую динамику реализации проектов и подчеркнул, что их успех — результат эффективного партнерства государства и бизнеса. Правительство намерено и дальше создавать благоприятные условия для привлечения инвестиций в энергетику, инфраструктуру и аграрный сектор, обеспечивая инвесторам необходимую административную поддержку.

ВВЭР-1200 на АЭС «Руппур»

До конца 2026 года «Росатом» планирует ввести в эксплуатацию первый энергоблок ВВЭР-1200 АЭС «Руппур» в Бангладеш — об этом сообщил гендиректор госкорпорации Алексей Лихачёв. Все работы на станции идут в соответствии с установленными сроками, а первый блок уже практически готов к началу пусковых работ: дальнейший ход проекта во многом будет зависеть от эксплуатирующей организации и бенгальского регулятора.

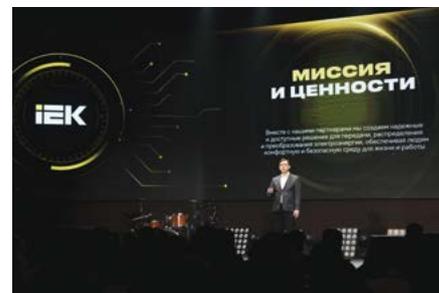
«Росатом» возьмет на себя поддержку проекта на всём его жизненном цикле: это включает поставку топлива, подготовку персонала, техническое обслуживание, а также решения по обращению с отработавшим топливом. Всего АЭС «Руппур» будет состоять из двух энергоблоков суммарной мощностью 2400 МВт.

Египет делает ставку на солнечную генерацию и хранение

Египет заключил серию соглашений о развитии возобновляемой энергетики на общую сумму 1,8 млрд долларов. Среди партнеров — норвежская компания Scatec, специализирующаяся на разработке возобновляемых источников энергии, и китайская компания Sungrow. Страна ставит амбициозную цель: к 2030 году довести долю возобновляемой энергии в общем объеме производства электроэнергии до 42%. Однако, как отмечают чиновники, достичь этого будет сложно без дополнительной международной поддержки.

Реализация планов стартует с двух ключевых проектов. Во-первых, Scatec построит в городе Минья (Верхний Египет) солнечную электростанцию мощностью 1,7 ГВт и станции хранения энергии общей емкостью 4 ГВт·ч. Во-вторых, Sungrow откроет завод по производству аккумуляторных батарей в экономической зоне Суэцкого канала — часть его продукции пойдет на обеспечение первого проекта. Кроме того, Scatec подписала соглашение о закупке электроэнергии общей мощностью 1,95 ГВт, а также систем хранения энергии на 3,9 ГВт·ч.

IEK GROUP провела первый экспертный форум «Экосистема IEK»



17 февраля IEK GROUP провела первый экспертный форум «Экосистема IEK» для проектировщиков и производителей НКУ.

Компания представила гостям экосистему, объединяющую цифровые и бизнес-сервисы для партнеров и клиентов, а также решения для автоматизации процессов в различных отраслях.

«Основное направление компании — разработка и производство электротехнического оборудования. Мы накопили огромный опыт и экспертизу в этой отрасли. Мы не останавливаемся на этом и создаем инструменты, помогающие оказывать партнерам и заказчикам всеобъемлющую техническую поддержку. Это новый уровень интеграции: мы создаем комплексные решения не только на аппаратном уровне, но и на программном, с помощью инженерной экосистемы. Это делает наше предложение универсальным», — отметил генеральный директор IEK GROUP Андрей Забелин.

Центральной темой стала новинка — система НКУ FORMAT PRO на токи от 5000 А до 6300, которая в ходе испытаний на превышение температуры доказала работоспособность при максимальной нагрузке. Технологическое лидерство FORMAT PRO обеспечивает продуманная конструкция на оборудовании от IEK GROUP и сопутствующая ему библиотека цифровых инструментов в помощь проектировщикам и инженерам-конструкторам.

Цифровые инструменты бренда IEK DIGITAL — MasterBMS, MasterDigitalTwin, IEK IIoT Platform, iEK ERM, Ambiot — объединены в экосистему промышленной автоматизации, разработанную для решения широкого спектра инженерных задач.

На форуме компания также представила Инжиниринговый центр. Он специализируется на разработке проектной документации для систем электроснабжения, освещения и слабых систем, при необходимости — для всех основных инженерных систем объекта. Его открытие позволяет IEK GROUP взаимодействовать с партнерами на новом уровне.

Кузбасс получит надежное энергоснабжение

«Россети» направят свыше 560 млн рублей на модернизацию подстанции 220 кВ «Краснополянская» в Кемеровской области. Энергообъект критически важен для региона: он обеспечивает электроснабжение 90 тысяч жителей Ленинска-Кузнецкого и пяти крупных угольных шахт на западе Кузбасса. В рамках проекта филиала компании — МЭС Сибири — установит 59 микропроцессорных шкафов релейной защиты и противоаварийной автоматики российского производства. Эти современные устройства с системой самодиагностики заменят устаревшее оборудование и будут защищать от повреждений два автотрансформатора суммарной мощностью 250 МВА, а также 14 линий напряжением 110–220 кВ, включая транзиты для выдачи мощности Беловской ГРЭС на север области.

Модернизация «Краснополянской» — часть системной работы «Россетей» по обновлению электросетей Кузбасса. Ранее компания реконструировала ПС 220 кВ «Крохалевская», питающую шахты на севере региона, а также провела модернизацию двух подстанций сверхвысокого напряжения 500 кВ — «Ново-Анжерской» и «Юрги». В частности, после реконструкции в феврале 2025 года мощность ПС «Ново-Анжерская» выросла на 20% (до 1752 МВА) при затратах в 1,4 млрд рублей. «Россети» — один из крупнейших электросетевых холдингов мира: компания обеспечивает энергоснабжение в 82 регионах России, управляет 2,6 млн км линий электропередачи и подстанциями общей мощностью 892 тыс. МВА, на долю которых приходится более 80% вырабатываемой в стране электроэнергии.

Китай запустил первый реактор «Хуалун-1» на АЭС «Тайпинлин»

Первый энергоблок АЭС «Тайпинлин» в Китае успешно подключен к электросети. Реактор типа «Хуалун-1» (HPR1000) достиг первой критичности 3 февраля, а 13 февраля выдал первый киловатт-час электроэнергии. Лицензия на эксплуатацию была получена 24 декабря 2025 года, вслед за этим в активную зону загрузили 177 топливных кассет. Ввод блока в коммерческую эксплуатацию запланирован на первое полугодие 2026 года после завершения пусконаладочных испытаний, включая 168-часовую пробную эксплуатацию. Чистая электрическая мощность реактора составляет 1116 МВт.

АЭС «Тайпинлин» предусматривает строительство шести реакторов «Хуа-

лун-1», общий объем инвестиций превышает 120 млрд юаней (17 млрд долларов США). Строительство первого и второго энергоблоков началось в 2019 и 2020 годах соответственно, горячие испытания они прошли в 2024–2025 годах. В декабре 2023 года Государственный совет КНР одобрил возведение третьего и четвертого блоков, при этом строительство блока № 3 стартовало в июне 2025 года. После ввода в эксплуатацию первый энергоблок будет ежегодно поставлять около 8,1 млрд кВт·ч электроэнергии, что позволит сократить потребление условного угля на 2,45 млн тонн и выбросы CO₂ на 7,48 млн тонн, поддерживая переход зоны Большого залива Гуандун-Сянган-Аомэнь на чистую энергию.

Экологичный полет

В России ведется разработка первого в мире беспилотного летательного аппарата с водородным двигателем. Об этом сообщил президент НИЦ «Курчатовский институт» М. Ковальчук на заседании научно-экспертного совета Морской коллегии РФ. Проект продолжает традиции советской авиационной науки — в СССР уже проводились испытания самолета Ту-155 на водородном топливе. Современная разработка призвана отработать ключевые технологии, которые в перспективе могут быть применены и на пилотируемых воздушных судах. Водород рассматривается как экологически чистое топливо с нулевым уровнем выбросов: при его использовании образуются лишь пары дистиллированной воды. Среди преимуществ водородных двигателей — увеличенное время полета, быстрая дозаправка, повышенная грузоподъемность, устойчивость к низким температурам и отсутствие теплового следа.

Работы по созданию водородных силовых установок для летательных аппаратов ведутся не только в России, но и в других странах. Например, в августе 2025 года был представлен российский БПЛА от Центра водородного инжиниринга (с полигоном в Южно-Сахалинске), способный находиться в воздухе до 4 часов при взлетной массе 18 кг и полезной нагрузке 5 кг. В ЮАР исследователи из Совета по научным и промышленным исследованиям (CSIR) продемонстрировали силовую установку на водородных топливных элементах для БПЛА вертикального взлета и посадки (VTOL). Разрабатываемый аппарат весом менее 35 кг с четырехметровым размахом крыльев сможет нести нагрузку 5 кг и находиться в воздухе около 10 часов и более. Он будет работоспособен в широком диапазоне температур (от –19 до +45 °С). При этом конечной целью южноафриканских раз-

работчиков является создание региональных авиалайнеров и пилотируемых самолетов на водородном топливе.

Омская область берет курс на ветроэнергетику

В Омской области к 2029 году планируют построить первую в Сибири ветроэлектростанцию мощностью 18,35 МВт. По словам советника компании «Росатом возобновляемая энергия» Егора Гринкевича, инвестор рассматривает шесть районов для размещения объекта: Кормиловский, Омский, Марьяновский, Таврический, Черлакский и Нововаршавский.

Алексей Хлебов отметил высокий ветропотенциал региона, хотя традиционно проекты ветроэнергетики чаще реализуются в приморских зонах. Эксперт подчеркнул, что для успешной работы ВЭС важны не только устойчивые ветровые нагрузки, но и логистика доставки лопастей: их увеличенный размер напрямую влияет на коэффициент полезного действия установки.

Интеллектуальный контроль ЛЭП

Группа компаний «АНТРАКС» представила комплексное решение для автоматизации распределительных электрических сетей — систему управления воздушными линиями электропередачи 6–10 кВ. В основу решения легли: управляемый разъединитель РИЦ, индикаторы короткого замыкания ИКЗ-В6–35–4 и программно-аппаратный комплекс Коморсан с модулем САВС. Эта интеграция позволяет перевести традиционные секционирующие устройства на новый уровень функциональности, превратив их в интеллектуальные системы мониторинга и диагностики линий.

Главное преимущество комплекса — радикальное сокращение времени поиска и устранения повреждений на линиях, в том числе в сложных метеоусловиях. Благодаря автоматизированному контролю отпадает необходимость в трудоемких обходах трасс при непогоде или в мороз. Решение «АНТРАКС» выступает стратегическим инструментом для построения надежной и высокоавтоматизированной энергетической инфраструктуры, повышая оперативность реагирования на аварийные ситуации и устойчивость распределительных сетей.

Дефицит электроэнергии тормозит развитие Казахстана

На заседании правительства Казахстана президент К.-Ж. Токаев уделил внимание проблемам и перспективам электроэнергетики. Глава государства

подчеркнул, что текущий объем выработки электроэнергии — 123 млрд кВт·ч — не покрывает потребностей страны, из-за чего Казахстан вынужден импортировать энергию (в 2025 году импорт составил 3,7 млрд кВт·ч). Среди причин дефицита названы высокий уровень износа генерирующих мощностей и электросетей, а также смещение приоритетов в сторону нефтяной отрасли в ущерб развитию электроэнергетики.

Правительство наметило меры по преодолению дефицита: до конца 2029 года планируется ввести 13,3 ГВт новых мощностей, из которых 5,9 ГВт будут обеспечены за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ). К 2027 году ожидается достижение профицита в 1,3 млрд кВт·ч. Кроме того, президент акцентировал необходимость внедрения цифровых решений и искусственного интеллекта в энергетике, развития «чистой» угольной генерации, а также привлечения частных инвестиций для модернизации инфраструктуры и обеспечения долгосрочной устойчивости энергосистемы.

Казахстан и Китай договорились о совместном строительстве ВИЭ-электростанций

Парламент Казахстана ратифицировал межправительственное соглашение с КНР о возведении на территории республики четырех электростанций, использующих возобновляемые источники энергии. Документ, заключенный осенью 2024 года, предусматривает строительство трех ветроферм совокупной мощностью 1,5 ГВт и одной солнечной электростанции мощностью 0,3 ГВт. Объекты планируется разместить в Карагандинской, Туркестанской и Павлодарской областях.

Проекты включают создание полной инфраструктуры для выработки и накопления энергии. Общий объем инвестиций в проекты составит около 2 млрд долларов. Со стороны Казахстана в реализации инициатив будет участвовать компания «Самрук-Энерго». В настоящее время документ ожидает одобрения верхней палаты парламента Республики Казахстан.

Дальний Восток готовится к росту энергопотребления

На заседании правительственной комиссии были рассмотрены планы по развитию энергосистемы Дальнего Востока. Особое внимание уделено прогнозируемым потребностям в электроэнергии субъектов Дальневосточного федерального округа — Республики Саха (Якутия), Приморского и Хабаровского краев. К 2031 году совокупная

потребность оценивается в 700 МВт, что соответствует 4,5 млрд кВт·ч электроэнергии в год.

Для удовлетворения растущего спроса предложено реализовать комплекс мер: модернизировать действующие электростанции (Якутскую ГРЭС, Артемовскую ТЭЦ и ТЭЦ «Восточная»), построить новые генерирующие объекты в Якутии, а также возвести высоковольтную линию электропередачи 500 кВ «Хабаровская — Комсомольская». Кроме того, поручено проработать расширение Хабаровской ТЭЦ-1, модернизацию Комсомольской ТЭЦ-2 и создание систем накопления энергии в связке с возобновляемыми источниками. Реализация этих шагов обеспечит устойчивое энергоснабжение региона, поддержит его социально-экономическое развитие и создаст благоприятные условия для привлечения инвестиций и развития инфраструктуры.

Электрификация Восточного полигона

РЖД выделит 34 млрд рублей на электрификацию железнодорожного участка между Волочаевкой и Комсомольском-на-Амуре — ключевого звена, связывающего Транссибирскую магистраль и БАМ. Работы пройдут в рамках III этапа модернизации Восточного полигона: в текущем году планируется построить перемычку и электрифицировать указанный участок, а в следующем — завершить электрификацию отрезка от Комсомольска-на-Амуре до Ванино.

При общем сокращении инвестиционной программы РЖД (в 2025 году объем инвестпрограммы упал почти в четыре раза — с 1,6 трлн рублей в 2024 году до 880 млрд, а на 2026 год утвержден показатель в 713,6 млрд рублей, что на 20% ниже прошлогоднего) планы по электрификации намеченного участка остаются в силе. ВЭБ.РФ поддержал проект, одобрил участие в строительстве четырех крупных объектов третьего этапа (включая вторые Северомуйский, Кузнецовский и Кодарский тоннели, а также мост через Амур) и запланировав инвестиции до 500 млрд рублей плюс гарантийную поддержку до 145 млрд рублей.

Мировой спрос на электроэнергию вырастет на 3,6% в год

Международное энергетическое агентство прогнозирует, что в период с 2026 по 2030 год мировой спрос на электроэнергию будет увеличиваться в среднем на 3,6% в год. Ключевым драйвером этого роста станут

развивающиеся экономики: на их долю придется около 80% дополнительного потребления до 2030 года. В докладе «Электроэнергетика 2026» подчеркивается, что ускорение спроса связано с ростом потребления в промышленности, секторе электромобилей, системах кондиционирования воздуха и центрах обработки данных. При этом уже в 2025 году мировой спрос вырос на 3% в годовом исчислении, а в 2024 году показатель составил 4,4% — во многом из-за аномальной жары и высокой промышленной активности.

МЭА также отмечает, что среднегодовой рост спроса в ближайшие пять лет окажется на 50% выше, чем в среднем за предыдущее десятилетие. Особенно значителен вклад Китая: за пятилетний период страна увеличит спрос на объем, сопоставимый с текущим потреблением всего Европейского союза. Помимо этого, после 15 лет стагнации наблюдается ускорение роста спроса на электроэнергию и в развитых странах. Так, в 2025 году на них приходилось почти 20% прироста мирового спроса (против 17% в 2024 году). Агентство ожидает, что эта доля останется на уровне около 20% в течение прогнозируемого периода — благодаря расширению промышленности, а также росту числа центров обработки данных и электромобилей.

Нет свободных мощностей

В Москве исчерпаны свободные энергетические мощности для подключения новых центров обработки данных: сетевые компании отказывают в заключении договоров, поскольку имеющиеся ресурсы либо уже задействованы, либо зарезервированы до 2028 года под крупных игроков. Ситуация усугубляется тем, что для ЦОДов неприемлемы уменьшенные мощности, которые поставщик вправе предложить при дефиците ресурсов согласно постановлению № 861.

В результате потенциал размещения новых дата-центров в столице и ближайшем Подмосковье практически исчерпан — загрузка действующих ЦОДов достигает 95%, а свободная мощность в регионе не превышает 1400 стойко-мест. На фоне дефицита московские компании переориентируются на регионы: новые проекты реализуются в Екатеринбурге, Новосибирске, Казани, Самаре, Нижнем Новгороде и Ростове-на-Дону, где наблюдается профицит энергомощностей. Однако массовый перенос инфраструктуры из Москвы пока не происходит: региональные ЦОДы преимущественно обслуживают локальный спрос, а бизнес не видит острой необходимости в миграции данных.

Рынок распределительных систем электроснабжения в России: технические решения, надежность и экономика

■ Евгений Кочевников

Энергетическая инфраструктура на перепутье

Российская энергетика вступает в 2026 год в состояние, которое можно охарактеризовать одновременно как кризисное и многообещающее. По данным АО «СО ЕЭС», потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России по итогам 2025 года составило 1,161 трлн кВт·ч, снизившись на 0,8% относительно предыдущего года. Это первое снижение за четыре года подряд, которое аналитики связывают преимущественно с аномально теплой погодой и замедлением экономического роста. Однако за этими средними цифрами скрывается сложнейшая мозаика региональных диспропорций: шестнадцать субъектов Федерации установили новые исторические максимумы нагрузки, а общая установленная мощность энергосистемы на 1 января 2026 года достигла 271 ГВт.

Распределительные системы электроснабжения — тот самый участок «последней мили», через который

электроэнергия поступает к конечному потребителю, находятся сегодня в центре сразу нескольких масштабных процессов. Беспрецедентная программа импортозамещения вынуждает переосмысливать всю компонентную базу: от автоматических выключателей и контакторов до систем релейной защиты и SCADA-платформ. Нарастающий энергодефицит в ряде макрорегионов, прежде всего на Дальнем Востоке и Юге, предъявляет жесткие требования к надежности и пропускной способности распределительных сетей. А рекордный износ инфраструктуры — до 80–90% в отдельных регионах — превращает модернизацию из стратегической задачи в неотложную необходимость.

В настоящем аналитическом обзоре мы детально рассмотрим текущее состояние рынка распределительных систем электроснабжения, ключевые технологические тренды, экономику модернизации, основные проблемы и вызовы, а также перспективы развития отрасли в среднесрочной перспективе до 2030 года.

1. Анатомия рынка: масштаб, структура, динамика

1.1. Объем и сегментация рынка

Рынок распределительных систем электроснабжения в России охватывает широкий спектр оборудования: комплектные распределительные устройства (КРУ) среднего напряжения 6201335 кВ, низковольтные комплектные устройства (НКУ), включая главные распределительные щиты (ГРЩ), вводно-распределительные устройства (ВРУ), щиты автоматического ввода резерва (АВР), силовые и распределительные трансформаторы, кабельную продукцию, коммутационную аппаратуру, а также системы релейной защиты и автоматики (РЗА). По оценкам аналитических компаний, совокупный объем российского рынка устройств для коммутации и защиты электрических цепей на напряжение свыше 1 кВ в 2024 году составил 116,3 млрд рублей, продемонстрировав впечатляющий рост на 22,4% относительно 2023 года.

Низковольтный сегмент, охватывающий автоматические выключатели, контакторы, устройства защитного отключения и щитовое оборудование, по экспертным оценкам, оценивается еще выше — порядка 180–200 млрд рублей в ценах 2025 года. Таким образом, совокупный объем рынка оборудования для распределения электроэнергии в России превышает 300 млрд рублей и продолжает расти, несмотря на макроэкономическую неопределенность. Драйверами роста выступают масштабные инвестиционные программы сетевых компаний, строительный бум в жилом и промышленном секторах, а также вынужденное обновление морально и физически устаревших систем.



1.2. Инвестиционные программы как мотор рынка

Крупнейшим заказчиком на рынке распределительного оборудования остается группа «Россети». В период 2025–2028 годов общий объем инвестпрограммы холдинга запланирован на уровне более 2 трлн рублей. Только в 2025 году расходы на инвестпрограмму составили порядка 760 млрд рублей, а на 2026 год запланировано около 568 млрд рублей. При этом руководство компании отмечает, что программа будет оптимизирована с учетом текущей макроэкономической ситуации и необходимости поддержания сбалансированной финансовой модели.

Приоритетными направлениями инвестиций на 2026 год названы: Восточный полигон, электроснабжение Москвы и крупных мегаполисов, обеспечение энергией крупнейших промышленных предприятий на Ямале, в Туве, Хабаровском крае. Особое значение придается строительству подстанции 500 кВ «Варяг» в Приморье и связанного с ней транзита протяженностью почти 500 км, призванных снизить риск энергодефицита на юге края. В Северо-Западном федеральном округе «Россети Северо-Запад» реализуют пятилетнюю программу (2025–2029) с акцентом на модернизацию линий электропередачи в семи регионах присутствия.

Показательна ситуация в отдельных регионах. В Мурманской области на модернизацию электросетей направляется 7,5 млрд рублей, включая строительство магистральной подстанции 330 кВ «Арктика». В Республике Бурятия утверждено регуляторное соглашение на семь лет (2026–2032), предусматривающее инвестиции порядка 13 млрд рублей в строительство новых подстанций и реконструкцию существующих сетей. В Удмуртии на 2026 год запланированы вложения более 4 млрд рублей, включая строительство подстанции 110 кВ для энергоснабжения крупнейшего в стране завода по производству редкоземельных магнитов.

2. Технические решения: от импортозамещения к технологическому суверенитету

2.1. Ландшафт российских производителей

Уход западных вендоров с российского рынка в 2022–2023 годах радикально изменил расстановку сил среди поставщиков распределительного оборудования. Место ушедших Schneider

Electric, ABB, Siemens и Eaton заняли как выросшие российские компании, так и преобразованные «наследники» западных брендов. Ключевым игроком нового ландшафта стала компания «Систэм электрик» (Systeme Electric), образованная в 2022 году на базе российского бизнеса Schneider Electric.

Она продолжает производить оборудование под собственными брендами — Systeme Electric, «Механотроника», Dekraft 2014 и оказывать сервисную поддержку установочной базы оборудования предшественника.

Среди ведущих отечественных производителей низковольтного оборудования необходимо выделить группу IEK GROUP — крупнейшего российского производителя, специализирующегося на разработке и выпуске силовых автоматических выключателей, контакторов, модульного оборудования, кабеленесущих систем

и комплектных трансформаторных подстанций. В ноябре 2025 года IEK GROUP запустила в Калужской области завод по выпуску металлических кабеленесущих систем стоимостью 2 млрд рублей, что свидетельствует о курсе на расширение производственной базы.

Компания ЕКФ зарекомендовала себя как первая российская электро-техническая компания, разработавшая собственную облачную IoT-платформу EKF Connect Industry для анализа производственных процессов. Курский электроаппаратный завод (КЭАЗ) остаётся одним из столпов отрасли, поставляя автоматические выключатели, контакторы, разъединители и предохранители для промышленных объектов, атомных электростанций и метрополитенов. Компания ДКС (АО ДКС) в 2025 году объявила о строительстве нового завода по выпуску электро-



техники в Ростовской особой экономической зоне с инвестициями более 2,8 млрд рублей.

В сегменте среднего напряжения активно замещают импортные решения Челябинский завод электрооборудования (ЧЗЭО), «ЭП-А», «МЭЩ». ЧЗЭО, в частности, разработал аналоги зарубежных ячеек КРУ 2014 PIX 12 и MCSet от Schneider Electric, NXPLUS C от Siemens, UniGear от АBB, Xiria от Eaton, а также сверхкомпактных решений типа RM6, SIMOSEC, SafeRing. В Чебоксарах в 2025 году запущен завод «Юнител Инжиниринг» по производству электротехнического оборудования для автоматизации подстанций. В Тюмени стартовало производство цифровых трансформаторных подстанций.

2.2. Проблема компонентной зависимости

Несмотря на существенный прогресс в импортозамещении «внешней оболочки» — корпусов, шкафов, металлоконструкций, — глубинная зависимость от иностранных компонентов сохраняется. Как отмечают участники рынка, к 2021 году в сегменте низковольтной электротехники удалось достичь 80–90% локализации по таким позициям, как силовые кабели, металлические лотки, пластиковые системы для прокладки кабеля и светильники. Однако электронные комплектующие для светильников и источники света по-прежнему на 90% остаются импортными.

Критической остается зависимость от неодимовых магнитов, закупаемых в Китае, — это ключевой элемент для

бесщеточных электродвигателей, применяемых в приводах коммутационных аппаратов. Микропроцессорные блоки релейной защиты, полупроводниковые компоненты силовой электроники, ряд типов датчиков и измерительных трансформаторов тока также в значительной степени зависят от импорта. Для атомной отрасли эта проблема стоит особенно остро: по словам представителей «РАСУ» (входит в «Росатом»), после введения санкций цены на электротехническое оборудование в отдельных случаях выросли в четыре раза, а некоторые виды оборудования стало невозможно приобрести.

Параллельно нарастает проблема экспансии китайских производителей и фальсификата. Участники рынка констатируют увеличение объемов контрафактной продукции, маскирующейся под известные бренды. Особенно опасно это в сегменте защитных аппаратов — автоматических выключателей и устройств защитного отключения, — где от качества изделия напрямую зависит безопасность людей и объектов.

2.3. Модульные и мобильные решения

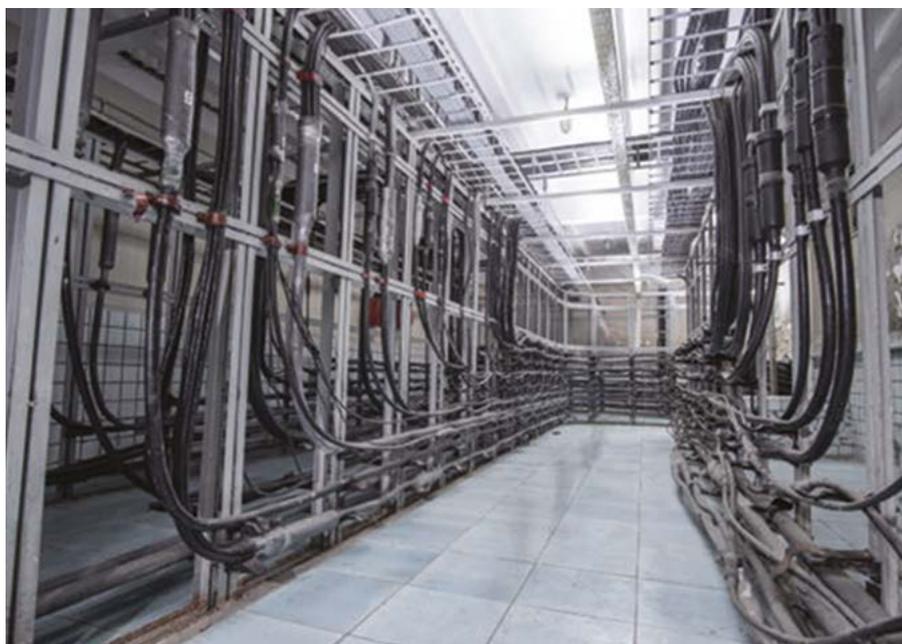
Одним из заметных трендов последних лет стало развитие модульных и мобильных подстанций, которые существенно сокращают сроки развертывания энергоинфраструктуры. Мобильные модульные подстанции 110 кВ, блочно-комплектные распределительные трансформаторные подстанции (БКРТП), инвентарные вводно-распределительные устройства (ИВРУ) — все эти решения востребованы в условиях, когда традиционное капитальное строительство подстанций занимает годы, а дефицит мощности нарастает уже сейчас.

Модульный подход имеет ряд преимуществ: компактность размещения, заводская готовность оборудования с высокой степенью испытаний, быстрота монтажа на площадке заказчика, возможность тиражирования типовых решений. Это особенно актуально для плотной промышленной и городской застройки, где строительство открытых распределительных устройств с воздушными выключателями нецелесообразно или невозможно.

3. Надежность: между износом и цифровизацией

3.1. Масштаб проблемы износа

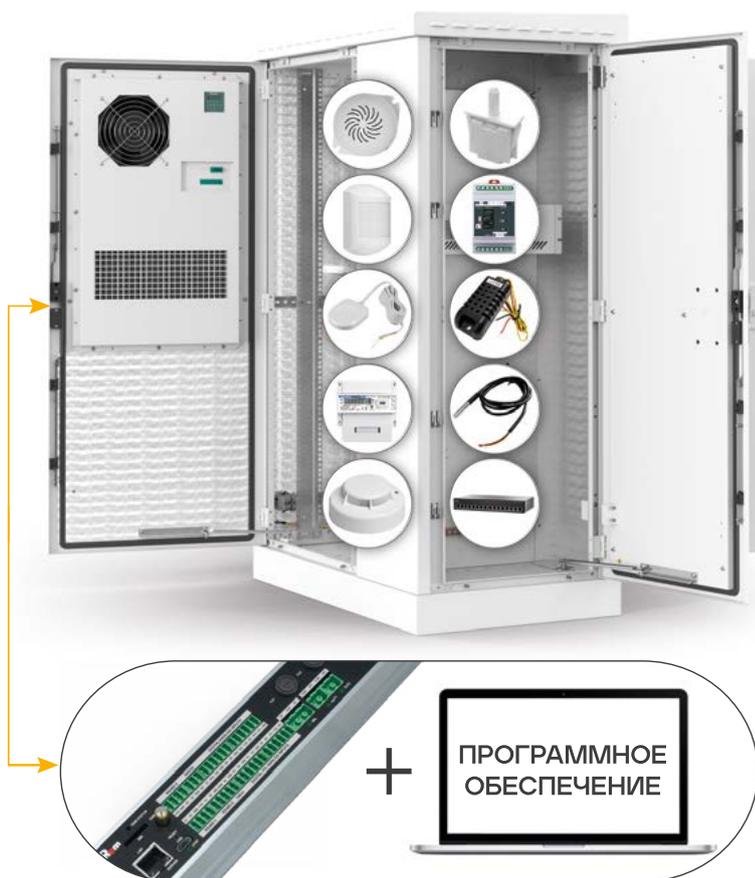
Проблема физического износа распределительных электрических сетей в России достигла масштабов, которые угрожают энергетической безопасности целых регионов. Средний износ



ЦМО

сделано в России

ВСЕПОГОДНЫЕ УКОМПЛЕКТОВАННЫЕ ШКАФЫ ШТВ



проверенное
схемотехническое решение

заводской монтаж
оборудования

качественные
комплектующие

вводно-распределительное
устройство (ВРУ)

климатическое
оборудование REM

управление
микроклиматом в шкафу

подключение
внешних датчиков

**Система удалённого управления электропитанием
и микроклиматом позволяет:**

- ⦿ удалённо управлять питанием нагрузок
- ⦿ настраивать параметры кондиционирования
- ⦿ настраивать и отслеживать состояние датчиков и подключённых устройств
- ⦿ управлять охранной системой шкафа
- ⦿ загружать настройки
- ⦿ получать и сохранять логи
- ⦿ обновлять программное обеспечение контроллера

REMER
производственная группа

www.cmo.ru

инфраструктуры «Россетей», по различным оценкам, превышает 60%, а в отдельных филиалах, например в «Россети Северо-Запад», достигает 80%. В Мурманской области подстанционное оборудование изношено на 81,5%, а линии электропередачи — на 59,4%. В Новосибирской области доля подстанций 220 кВ, отработавших нормативный срок в 25 лет, составляет 82%, подстанций 110 кВ — 77%, подстанций 35 кВ — 70%.

Глава Минстроя РФ оценивал степень износа объектов жилищно-коммунального хозяйства в диапазоне от 40 до 80% в зависимости от региона. По информации членов профильного комитета Государственной Думы, ежегодно в России обновляется лишь

около 2% коммунальной инфраструктуры, тогда как для остановки деградации сетей необходимо минимум вдвое больше. Зимний сезон 2025–2026 годов наглядно продемонстрировал последствия этого накопленного износа: по некоторым подсчетам, число сооб-

щений о коммунальных авариях в январе 2026 года почти вдвое превысило показатели января 2025-го, при этом наиболее распространенными были отключения электричества.

Выработка нормативного срока магистральных сетей в среднем по регионам составляет около 50%, а распределительных — порядка 70%. В ряде городов Сибирского федерального округа показатели изношенности достигают 90%. Кабельные линии центральной застройки крупных городов, проложенные несколько десятилетий назад, работают на пределе и за пределами проектного ресурса, регулярно вызывая аварии из-за деградации изоляции.

3.2. Зима 2025–2026: проверка на прочность

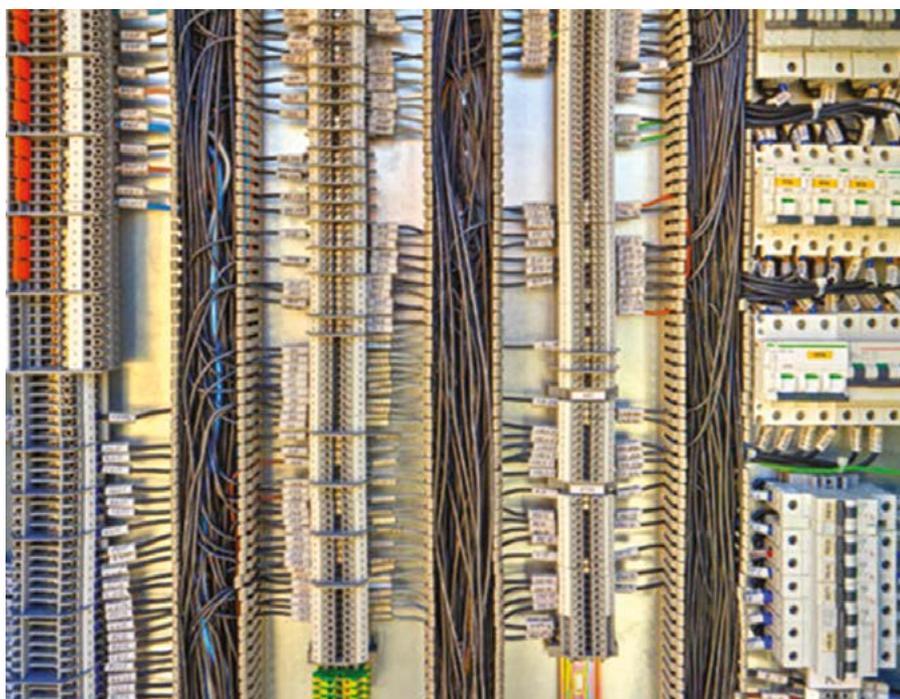
Зимний сезон 2025–2026 годов стал жесткой проверкой состояния распределительной инфраструктуры. Несмотря на то, что пиковый спрос на мощность в ЕЭС, зафиксированный 24 декабря 2025 года на отметке 166,15 ГВт, оказался на 1,2% ниже рекорда предыдущего года, региональные энергосистемы подвергались серьезным испытаниям. Москва и Московская область, Краснодарский край, Татарстан, Дагестан, Якутия, Крым и ряд других регионов установили собственные исторические максимумы нагрузки.

Особую тревогу вызвала ситуация в Архангельской области, где авария на воздушной линии затронула Пинежский и Холмогорский районы, оставив без электричества более 9 тысяч домов, а также школы, детские сады и 28 котельных, вынужденных перейти на резервное питание. Жители сообщали, что подобные отключения происходили уже в третий раз за месяц. Этот случай — не исключение, а системная проблема, имеющая прямое отношение к состоянию именно распределительных сетей, находящихся в зоне ответственности территориальных сетевых организаций.

3.3. Цифровизация как стратегия повышения надежности

В условиях невозможности одновременной замены всей изношенной ин-

Зимний сезон 2025–2026 годов стал жесткой проверкой состояния распределительной инфраструктуры



фраструктуры ставка делается на цифровизацию как инструмент «умного» управления имеющимися ресурсами. Концепция «Цифровая трансформация 2030», утвержденная «Россетями», предусматривает создание цифровых подстанций, внедрение интеллектуальных систем учета, автоматизированных систем технологического управления (АСТУ), построение единого геоинформационного пространства электросетевого комплекса.

Однако потенциал цифровизации пока реализован минимально. По данным «Россетей», более 90% подстанций в стране до сих пор не оборудованы современными SCADA-системами. Пилотные проекты «Цифровой РЭС» реализуются в Москве и Московской области (создание 21 цифрового района электрических сетей), Санкт-Петербурге и Ленинградской области (внедрение цифровой системы управления на 80 подстанциях 35–110 кВ), но масштабное тиражирование сдерживается финансовыми ограничениями и дефицитом квалифицированных кадров.

Отдельной проблемой является импортозамещение программного обеспечения в технологическом контуре. С 1 января 2025 года на значимых объектах критической информационной инфраструктуры запрещено использование иностранного ПО. Однако, по признанию заместителя генерального директора «Россетей» по цифровой трансформации, компания планирует продолжать использовать нелицензионное иностранное ПО до его полного «износа» (срок амортизации — пять-семь лет) из-за высоких финансовых издержек перехода на отечественные продукты. Сегмент облачных SCADA-систем демонстрирует рост на 120% в рублевом выражении за пять лет, но отечественные решения пока не достигли зрелости ведущих западных платформ.

4. Экономика распределительных систем: издержки, тарифы, окупаемость

4.1. Стоимость модернизации и ценовое давление

Экономика распределительных систем электроснабжения в 2025–2026 годах формируется под воздействием нескольких разнонаправленных факторов. С одной стороны, рост стоимости оборудования: санкционные ограничения и разрыв традиционных цепочек поставок привели к удорожанию компонентной базы в два-три раза по отдельным позициям. С другой стороны, жесткая денежно-кредитная

политика Банка России, удерживающего ключевую ставку на высоком уровне, существенно увеличивает стоимость заемного финансирования для инвестиционных программ.

Стоимость электроэнергии на оптовом рынке продолжила расти даже на фоне снижения потребления в 2025 году, что связано с индексацией цен на газ и удорожанием угля. Вместе с тем программа КОМ НГО (конкурентный отбор мощности для новой генерации), являющаяся базовым механизмом ликвидации энергодефицита через строительство новых электростанций, дает одноставочную цену электроэнергии на уровне 15–20 рублей за кВт·ч, что в четыре-пять раз превышает текущий сред-

ний уровень. От момента выявления дефицита до ввода новых мощностей по этому механизму проходит восемь-десять лет.

В этих условиях модернизация распределительных систем становится экономически более привлекательным инструментом, нежели строительство новой генерации. Усиление межсетевых связей, повышение пропускной способности существующих сетей, сокращение потерь — все эти меры дают более быстрый и менее затратный эффект. Так, технологические потери в низковольтных сетях (220 В) составляют около 6%, а потери в трансформаторах добавляют еще около 3%. Сокращение этих потерь за счет модернизации оборудования и оптимизации





ООО «ТУЛЬСКИЕ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ
ТРАНСФОРМАТОРЫ»



- тороидальные трансформаторы до 7 кВА;
- понижающие автотрансформаторы в корпусе 230-220/100/110/120 В;
- влагозащищенные трансформаторы;
- тороидальные дроссели;
- высокочастотные трансформаторы и дроссели;
- трёхфазные и однофазные трансформаторы мощностью от 5 до 100 кВА
- трансформаторы симметрирующие трёхфазно-однофазные
- сердечники по технологии Unicore (2-х и 3-х стержневые)
- производство металлоконструкций (лазерная резка, гибка, покраска)

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

АО «Тульский Завод Трансформаторов»
ООО «Тульские высокочастотные трансформаторы»

режимов работы может высвободить значительные объемы мощности без строительства новых станций.

4.2. Тарифное регулирование и регуляторные соглашения

Важнейшим инструментом финансирования модернизации становятся регуляторные соглашения между региональными властями и сетевыми компаниями. Эти соглашения, уже действующие более чем в 20 субъектах Российской Федерации, позволяют привлекать дополнительное финансирование для обновления электросетевого комплекса в обмен на обеспечение стабильности тарифов для населения. Механизм предусматривает фиксацию инвестиционных обязательств сетевой компании на срок пять-семь лет с гарантированным тарифным регулированием.

Вместе с тем остается нерешенной проблема перекрестного субсидирования, при котором промышленные потребители фактически оплачивают часть расходов на электроснабжение населения. Эксперты рекомендуют распределять перекрестное субсидирование на все категории потребителей, что позволит снизить нагрузку на промышленность и улучшить инвестиционную привлекательность отрасли. В 42 регионах уже приняты решения о пересмотре тарифов на электроэнергию для населения, что отражает попытку сбалансировать интересы потребителей и необходимость обновления инфраструктуры.

4.3. Экономический эффект стандартизации и унификации

Представители атомной отрасли указывают на стандартизацию, унификацию и модульность как на ключе-

вые инструменты снижения стоимости электротехнического оборудования. Разработка типовых технических требований для ключевого оборудования АЭС позволяет оперативно формировать спецификации для конкретных проектов и снижать затраты на проектирование. Этот подход применим и к распределительным системам гражданского сектора: типизация решений для жилищного строительства, коммерческой недвижимости, промышленных объектов может существенно сократить стоимость инжиниринга и ускорить реализацию проектов.

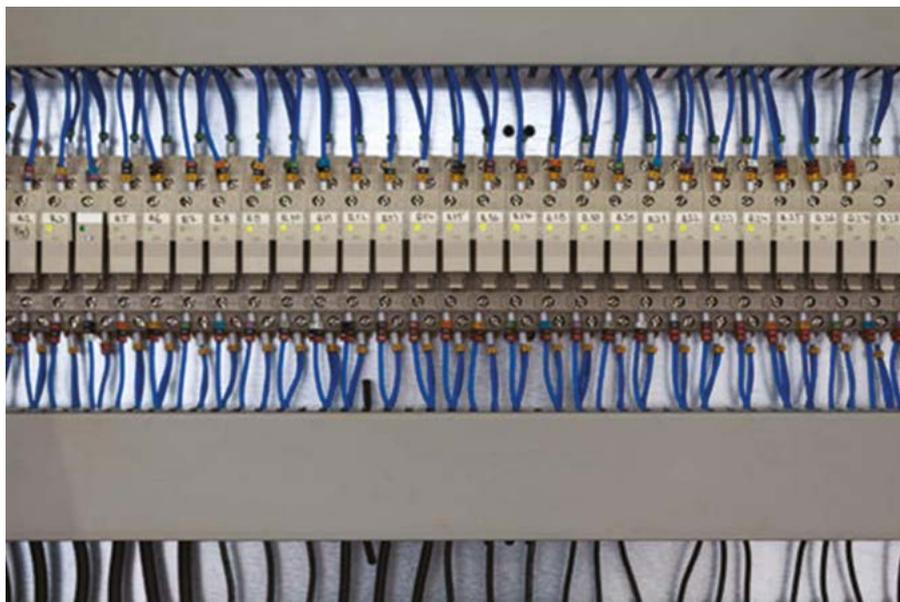
Отечественные производители щитового оборудования всё активнее переходят на модульные конструкции, легко масштабируемые в зависимости от потребностей заказчика. Сертификация распределительных сборок в соответствии с международным стандартом МЭК (IEC) 61439-1 обеспечивает совместимость с глобальными инженерными практиками. Использование выдвижных модулей в НКУ позволяет обслуживать оборудование без прерывания технологического процесса электроснабжения и производить замену в минимальные сроки — критически важное преимущество для объектов с непрерывным циклом работы.

5. Проблемы и вызовы отрасли

5.1. Энергодефицит: хронический диагноз

Нарастающий энергодефицит становится, пожалуй, главным вызовом для всей электроэнергетики страны, и распределительные системы находятся в самом центре этой проблемы. По оценкам консалтинговой компании ЭКОПСИ, к 2030 году разрыв между доступными и необходимыми мощностями может достигнуть 14,2 ГВт, что составляет около 5% текущей установленной мощности ЕЭС. Дальний Восток — регион, где ситуация наиболее критическая: текущий дефицит оценивается в 3 ГВт, а для полной его ликвидации необходимо строительство мощностей на 12,8 ГВт.

Вице-премьер Юрий Трутнев неоднократно обращал внимание на то, что с 2026 года на Дальнем Востоке начнется полномасштабный энергодефицит, который будет только нарастать. При этом Минэнерго до сих пор не представило целостной программы развития электроэнергетики региона. Частный бизнес заявляет о готовности инвестировать в строительство до 3 ГВт генерирующих мощностей при условии создания благоприятных условий, однако институциональные механизмы для привлечения этих инвестиций пока не сформированы.



В ближайшие два года рынок распределительных систем электроснабжения продолжит рост

На Юге России проблема энергодефицита усугубляется массовым электроотоплением жилья в условиях недостаточной газификации и низкой энергоэффективности жилого фонда. Это создает аномальные пиковые нагрузки в зимний период, которые распределительные сети физически не способны выдержать. Эксперты справедливо указывают, что вложения только в сети и генерацию решают следствие, а не причину: без модернизации жилья и повышения его энергоэффективности регионы будут вновь и вновь сталкиваться с необходимостью наращивания мощностей под несколько самых холодных недель в году.

5.2. Кадровый голод

Дефицит квалифицированных кадров охватывает все звенья цепочки — от инженеров-проектировщиков распределительных систем до электромонтажников и наладчиков релейной защиты. Программа цифровой трансформации требует специалистов на стыке электроэнергетики и информационных технологий, которых российская образовательная система выпускает крайне мало. «Россети» в своей программе инновационного развития на 2024–2029 годы делают ставку на внедрение искусственного интеллекта, беспилотников и роботизированных систем именно как компенсацию дефицита персонала, однако эти технологии находятся на ранних этапах внедрения.

Отдельная проблема — «утечка мозгов» из электроэнергетики в более высокооплачиваемые секторы ИТ и финансов. Сложность и ответственность работы в распределительных сетях (дежурства, выезды на аварии, работа в экстремальных погодных условиях) не компенсируется соответствующим уровнем оплаты труда, что делает профессию непривлекательной для молодых специалистов.

5.3. Проблема «серого» майнинга

Неожиданным, но весьма ощутимым фактором давления на распределительные сети стал нелегальный майнинг криптовалют. В регионах

с дешевой электроэнергией — Иркутская область, республики Северного Кавказа, Бурятия — неконтролируемый рост мощностей майнинговых ферм создает колоссальную нагрузку на распределительные сети, спроектированные для совершенно иных параметров потребления. Минэнерго прорабатывает нормативное регулирование майнинга в энергодефицитных регионах, но до его полноценного

внедрения распределительная инфраструктура продолжает работать в режиме перегрузки.

5.4. Раздробленность электросетевого комплекса

Серьезной системной проблемой остается множественность территориальных сетевых организаций (ТСО). Наряду с крупным государственным холдингом «Россети» в стране действуют сотни мелких ТСО, качество обслуживания, техническое состояние сетей и финансовая устойчивость которых зачастую не выдерживают критики. Процесс консолидации электросетевых активов, заявленный как одно из приоритетных направлений реформы, продвигается медленно и наталкивается на сопротивление муниципальных властей и частных владельцев сетей.



В результате потребитель нередко оказывается заложником ситуации, когда за надежность его электроснабжения формально отвечает ТСО с изношенными сетями, минимальным бюджетом на обслуживание и полным отсутствием инвестиционной программы. Унификация стандартов обслуживания, механизмов контроля и финансирования по всему электросетевому комплексу — задача, без решения которой повышение надежности распределительных систем останется фрагментарным.

6. Перспективы и прогнозы

6.1. Краткосрочный горизонт: 2026–2027 годы

В ближайшие два года рынок распределительных систем электроснабжения продолжит рост, хотя его

темпы будут зависеть от макроэкономической конъюнктуры. По прогнозам экспертов, потребление электроэнергии в 2026 году увеличится на 1,3%, а утвержденная Схема и программа развития электроэнергетических систем России (СиПР) на 2026–2031 годы задает рамку для масштабных инвестиций в сетевую инфраструктуру. Ввод в 2025 году 34 новых подстанций и 80 линий электропередачи напряжением 110–500 кВ, включая стратегически важные объекты «ПС 500 кВ «Варяг»» и «ПС 330 кВ «Ручей»», задает темп для 2026 года.

Ключевыми событиями 2026 года должны стать: начало реализации крупных регуляторных соглашений в Бурятии и ряде других регионов; продолжение строительства объектов Восточного полигона; активизация программ замены среднего напряжения

в городских распределительных сетях Москвы, Санкт-Петербурга и городов-миллионников. Ожидается также запуск нескольких производственных площадок отечественных производителей электротехники, что расширит предложение на рынке и может оказать сдерживающее влияние на рост цен.

6.2. Среднесрочный горизонт: 2027–2030 годы

В среднесрочной перспективе отрасль столкнется с необходимостью масштабного обновления распределительных систем, построенных в 1970–1980-х годах. К 2030 году большинство этих объектов выработают не только нормативный, но и предельный ресурс, что делает их замену безальтернативной. По оценкам ЭКОПСИ, потребуются строительство новых генерирующих мощностей на десятки гигаватт, но не менее масштабным будет и обновление распределительной инфраструктуры.

Можно прогнозировать ускоренное развитие следующих направлений. Во-первых, массовое внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии и систем управления распределенными энергоресурсами (DERMS). Во-вторых, переход к риск-ориентированному управлению активами на основе предиктивной аналитики и цифровых двойников оборудования. В-третьих, развитие микросетей и распределенной генерации, особенно в территориально изолированных и труднодоступных районах. В-четвертых, широкое применение технологии Smart Grid с интеграцией возобновляемых источников энергии — на Дальнем Востоке уже отобраны проекты на размещение 1,7 ГВт солнечных и ветровых электростанций.

Государственная программа развития электронной компонентной базы и радиоэлектроники предусматривает импортозамещение около 70% оборудования и материалов для производства микроэлектроники к 2030 году с бюджетным финансированием более 240 млрд рублей. Это должно снизить зависимость от импортных электронных компонентов для систем РЗА и управления, хотя до полной технологической автономии путь остается длинным.

6.3. Технологические тренды, формирующие будущее

Несколько технологических трендов определяют облик распределительных систем электроснабжения к 2030 году. Первый — газоизолированные распределительные устройства (КРУЭ), позволяющие существенно со-



Завод электромонтажных изделий

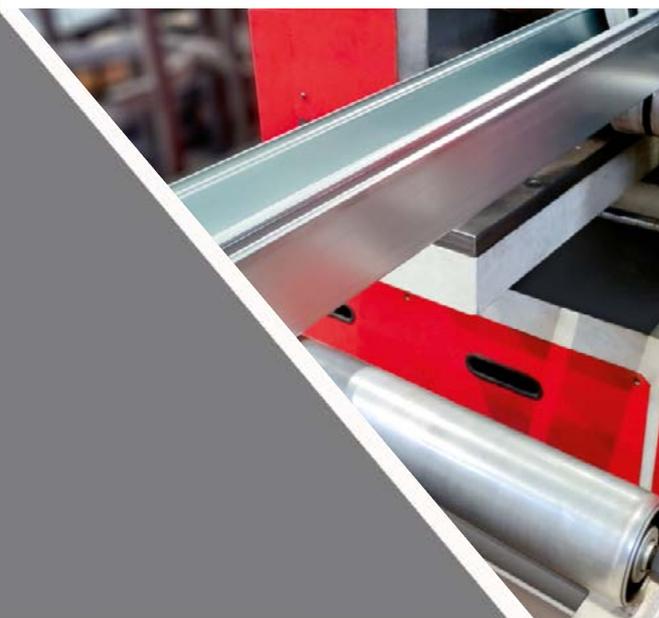
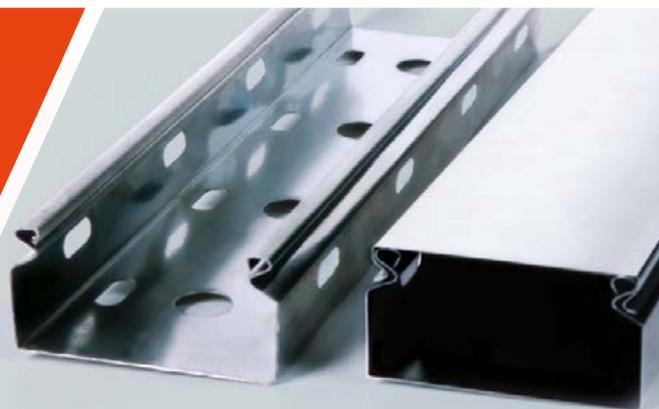
ЕКА®

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 (903) 927-1101
 Пермь +7 (342) 234-5929

Казань +7 (963) 122-9721
 Смоленск +7 (915) 651-1590
 Ростов-на-Дону +7 (904) 349-8173
 Минск +375 (17) 238-1201
 Гомель +375 (23) 221-1020

кратить габариты подстанций и повысить надежность в условиях городской застройки. Второй — широкое применение силовой электроники в распределительных сетях: управляемые компенсирующие устройства, статические преобразователи, активные фильтры гармоник. Третий — развитие систем накопления энергии (СНЭ) промышленного масштаба, способных сглаживать пиковые нагрузки на распределительные сети и повышать качество электроснабжения.

Четвертый тренд — интеграция протокола IEC 61850 как единого стандарта связи на подстанциях, обеспечивающего интероперабельность оборудования различных производителей. Пятый — развитие технологий предиктивного обслуживания на основе данных онлайн-мониторинга состояния оборудования, позволяю-

щих перейти от ремонта по регламенту к ремонту по фактическому состоянию. Наконец, шестой — кибербезопасность распределительных систем, которая в условиях цифровизации и растущих киберугроз становится критически важным аспектом надежности электроснабжения. «Россети» уже выделили 2,5 млрд рублей на кибербезопасность инфраструктуры.

На пороге большой перестройки

Российский рынок распределительных систем электроснабжения находится в точке перелома. С одной стороны, отрасль демонстрирует значительную динамику: растут объемы производства отечественного оборудования, запускаются новые заводы, расширяется номенклатура продукции, актив-

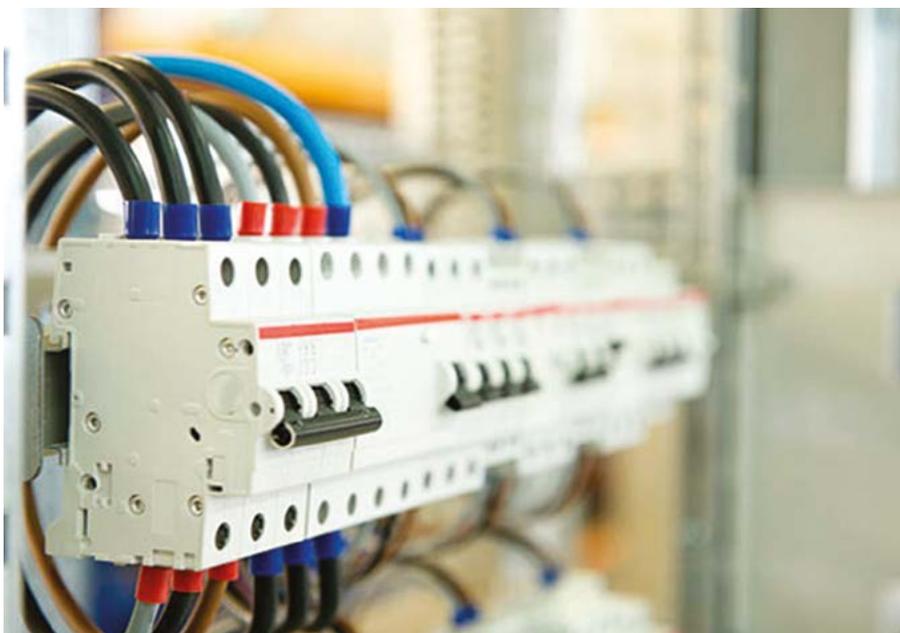
но внедряются цифровые технологии. Инвестиционные программы сетевых компаний измеряются триллионами рублей, а государственная поддержка импортозамещения создает беспрецедентные условия для развития национальной промышленной базы.

С другой стороны, масштаб накопленных проблем поистине колоссален. Износ распределительных сетей, достигающий 70–90% в ряде регионов, невозможно устранить ни за год, ни за пять лет. Энергодефицит на Дальнем Востоке и Юге будет нарастать быстрее, чем строятся новые мощности. Зависимость от импортных компонентов остается критической в таких ключевых сегментах, как микроэлектроника, силовая электроника, измерительные трансформаторы. Кадровый голод подрывает способность отрасли к технологическому обновлению.

Тем не менее именно в этом сочетании вызовов и возможностей заключается потенциал для качественного скачка. Необходимость замены устаревшего оборудования — это одновременно и возможность перехода на принципиально новый технологический уклад: цифровые подстанции, интеллектуальные системы управления, модульные конструкции, интегрированные решения. Ключевой вопрос: сможет ли отрасль обеспечить этот переход системно, а не фрагментарно, избежав ловушки «латания дыр» вместо полноценной модернизации.

Для этого необходимо решение нескольких стратегических задач: завершение консолидации электросетевых активов с выведением нежизнеспособных ТСО из эксплуатации; формирование долгосрочной тарифной политики, обеспечивающей окупаемость инвестиций в модернизацию; создание эффективных механизмов привлечения частных инвестиций в генерацию и сетевую инфраструктуру; ускоренное развитие отечественной электронной компонентной базы; масштабная подготовка кадров для цифровой энергетики. Решение этих задач определит, каким будет электроснабжение России в следующем десятилетии.

Распределительные системы электроснабжения — это «кровеносная система» экономики, от состояния которой зависит качество жизни миллионов людей, работа промышленных предприятий, развитие регионов и технологический суверенитет страны. Инвестиции в эту инфраструктуру — не расходы, а вложения в фундамент будущего. И от того, насколько грамотно, системно и последовательно они будут осуществлены, зависит энергетическая безопасность России на десятилетия вперед.



Двухпозиционное электромагнитное реле с нормированными параметрами РЭП38ДН и РЭП38ДМН

Двухпозиционные реле широко применяются в технике как общего, так и специального назначения благодаря ряду их достоинств: это, в первую очередь, обеспечение рабочих положений без энергопотребления и высокая надежность работы при жестких параметрах внешних воздействующих факторов (температуры, механических воздействий).

Двухпозиционные электромагнитные реле по способу управления подразделяются на две группы:

1) Реле с катушкой, состоящей из двух обмоток, включающей и отключающей.

Питание на включающую обмотку (реле находится в исходном состоянии) подается через последовательный подключенный контакт, который находится в замкнутом состоянии и размыкается в момент срабатывания реле, обесточивая цепь обмотки. Одновременно с этим происходит замыкание разомкнутого контакта, подключенного последовательно с отключающей обмоткой. После прекращения подачи напряжения на включающую обмотку реле оста-

ется в притянутом положении за счет магнита. Повторная подача напряжения не изменит его коммутационное положение из-за последовательного подключенного контакта, находящегося в разомкнутом состоянии. Возврат реле в исходное состояние осуществляется подачей напряжения на выводы отключающей обмотки.

Достоинство: обеспечивает гальваническую развязку включающей и отключающей цепи управления реле.

Недостаток: необходимость в контактах в количестве двух штук, используемых для внутренних нужд, требуется точная настройка величины раствора и провала, что в совокупности сокращает количество внешних контактов реле.

2) Реле с катушкой, состоящей из одной обмотки.

Принцип работы аналогичен вышеуказанному за исключением того, что реле имеет всего одну обмотку и отсутствует потребность в контактах для внутренних нужд. Изменение коммутационного состояния реле осуществляется за счет подачи



Рисунок 1. Реле РЭП38ДН-1 с 3-й степенью жесткости по ЭМС стойкости

напряжения питания прямой или обратной полярности. Данное решение конструктивно упрощает реле и обеспечивает возможность использовать все контакты для внешних нужд, но требует изменения логики управления реле и отсутствует возможность обеспечить гальваническую развязку включающей и отключающей цепи управления.

На настоящий момент специалистами «ООО ВНИИР-Промэлектро» разработано и налажено серийное производство ряда новых исполнений на изделия «Реле промежуточное двухпозиционное серии РЭП38ДН-1 и РЭП38ДМН-1» с нормированными параметрами срабатывания (0,6–0,65)Уном, в которых отсутствуют контакты, используемые для внутренних нужд, что увеличило количество внешних контактов (6з/2 р и 6з/1 р) и имеют повышенную ЭМС стойкость (3 и 4 степени). Изделия являются аналогом реле РП8 и РП11М.

Внешний вид изделий приведен на рисунке 1 и 2.



Рисунок 2. Реле РЭП38ДН-1 и РЭП38ДМН-1 с 4-й степенью жесткости по ЭМС стойкости

АБС Электро

www.vniir.ru

Рынок распределительных систем электроснабжения: технические решения, надежность и экономика

Тема сегодняшнего круглого стола – «Рынок распределительных систем электроснабжения: технические решения, надежность и экономика». Мы расспросили наших экспертов о том, что сегодня происходит в этой сфере электротехники, с какими проблемами приходится сталкиваться и чего ожидать.

На наши вопросы отвечали:

Дмитрий Евтушков, технический директор ООО «Тенген Электрик»

Игорь Бабашка, директор по развитию ООО «Тенген Электрик»

Валерий Терентьев, директор департамента технического маркетинга систем релейной защиты и автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА»

Андрей Литвиненко, коммерческий директор АО «Электронмаш»

Андрей Кудрявцев, советник генерального директора Южноуральского арматурно-изоляторного завода



Дмитрий Евтушков,
технический директор
ООО «Тенген Электрик»



Игорь Бабашка,
директор по развитию
ООО «Тенген Электрик»



Валерий Терентьев,
директор департамента технического
маркетинга систем релейной защиты
и автоматизации энергосистем
ООО НПП «ЭКРА»

— *Какие ключевые изменения в архитектуре распределительных систем вы считаете наиболее значимыми за последние пять лет?*

Дмитрий Евтушков: Если отбросить маркетинговые лозунги и посмотреть на то, что реально изменилось «в железе» и логике проектирования за последние пять лет, я бы выделил три фундаментальных сдвига.

Во-первых, архитектура перестала быть статичной. Мы окончательно уходим от классической радиальной схемы «один источник — много потребителей». Сегодня распределительная сеть всё чаще проектируется как активная система с двусторонними потоками мощности. Это связано не только с развитием ВИЭ, но и с необходимостью интеграции систем накопления энергии (СНЭ) и локальной генерации на крупных промышленных объектах. Архитектура стала «петлевой» и более гибкой, что потребовало принципиально иного подхода к релейной защите и автоматике (РЗА).

Во-вторых, произошла децентрализация интеллекта. Если пять-семь лет



Андрей Литвиненко,
коммерческий директор
АО «Электронмаш»

назад мы стремились стянуть все данные в единый центр (SCADA), то сегодня «мозги» распределяются по узлам. Современное КРУ — это уже не просто ячейка с выключателем, а интеллектуальный узел, который способен самостоятельно принимать решения по локализации аварии или оптимизации нагрузок без участия верхнего уровня. Это критически важно для живучести



Андрей Кудрявцев,
советник генерального директора
Южноуральского
арматурно-изоляторного завода

сети: даже если связь с центральным диспетчерским пунктом пропадет, сегмент сети сохранит работоспособность.

В-третьих, это вынужденная, но качественная трансформация из-за смены технологических партнеров. Последние три-четыре года мы наблюдали массовый переход с западных стандартов и закрытых экосистем на более открытые или локализованные реше-

ния. Это заставило проектировщиков больше внимания уделять совместимости (interoperability). Мы наконец-то начали строить архитектуру, которая не привязана к «железу» одного бренда. Переход на протоколы МЭК 61850 перестал быть «экспериментом для избранных» и стал повседневной необходимостью для обеспечения гибкости системы в условиях дефицита конкретных комплектующих.

В сухом остатке: за пять лет архитектуры распределительных систем превратилась из «пассивного транспортного пути» в адаптивную, распределенную вычислительную среду, где первичная схема неразрывно связана с логикой управления данными.

Андрей Кудрявцев: Наиболее значимыми изменениями являются:

- укоренение «в головах», что в распределительных системах необходимо применять только провод СИП, который резко снижает поток отказов в сетях;

- деление сети на участки для локализации поврежденных участков (ранее при повреждении отключалась вся сеть), с помощью реклоузеров, «умных разъединителей» и т. п.;

- начавшееся применение систем накопления, энергоузелов, симметрирующих трансформаторов, вольтдобавки и т. п. решений как вариантов расширения сети при росте нагрузок;

- начавшийся переход к рассмотрению механизма «микроридов» как элемента, повышающего надежность распределительных сетей.

— Какие технологические решения сегодня в наибольшей степени влияют на надежность и отказоустойчивость распределительных сетей?

Дмитрий Евтушков: Если раньше надежность определялась в основном качеством самого оборудования и регламентными обходами, то сегодня акцент сместился в сторону «цифрового иммунитета» и систем мониторинга в реальном времени. Я бы выделил три ключевых технологических пласта.

Системы FDIR (Fault Detection, Isolation, and Restoration). Это то, что реально «спасает» показатели надежности (SAIDI/SAIFI). Сегодня мало просто обнаружить аварию — нужно, чтобы сеть сама локализовала поврежденный участок и переконфигурировалась за секунды, восстановив питание потребителей на здоровых участках. Без участия диспетчера. Внедрение автоматизированных реклоузеров и интеллектуальных разъединителей с управлением по протоколам связи — это сейчас «золотой стандарт» для повышения отказоустойчивости в распределительных сетях 6–20 кВ.

Переход от планового обслуживания к ремонтам по состоянию (СВМ). Технологии онлайн-мониторинга (датчики частичных разрядов в муфтах, контроль температуры кабельных линий, анализ газов в трансформаторном масле) позволяют видеть проблему до того, как она превратится в короткое замыкание. Мы уходим от логики «менять, потому что прошло 20 лет» к логике «менять, потому что параметры изоляции деградируют». Это радикально снижает риск внезапных отказов и, что немаловажно, оптимизирует бюджеты на эксплуатацию.

Применение твердой изоляции и необслуживаемых вакуумных коммутационных аппаратов. С точки зрения «железа», это самый значимый тренд. Отказ от элегаза (SF₆) в пользу твердой изоляции в КРУ среднего напряжения и использование вакуумных выключателей с огромным механическим ресурсом делают ячейки практически необслуживаемыми на протяжении 25–30 лет. Это снимает риски, связанные с «человеческим фактором» при монтаже и эксплуатации, а также исключает проблемы с утечками газа, которые часто становились причиной аварий в прошлом.

Резюмируя: надежность сегодня обеспечивается не избыточностью оборудования, а прозрачностью процессов внутри него. Мы стали видеть сеть «насквозь», и именно эта прозрачность позволяет купировать аварии еще на стадии их зарождения.

Андрей Кудрявцев: В распределительных сетях нет «волшебной палочки», которая может резко повысить надежность и отказоустойчивость распределительных сетей.

Каждая сеть имеет свой набор «болезней» и проблем. И поэтому часто решения, удачные для одной топологии и характера сети, не дают эффекта на другой сети.

Применение СИП и деления сети реклоузерами и «умными» разъединителями являются применимыми для подавляющего количества сетей и доказали свою эффективность.

Новые разработки в области изолирующих конструкций и конструкций опор ВЛ — могут усилить это направление в части повышения отказоустойчивости распределительных сетей. Так как именно изоляторы, опоры и провод являются самыми повреждаемыми элементами распределительных сетей.

При этом рассматриваемые «микрориды», включение «малой генерации», «генерации потребителей», накопителей энергии в работу распределительных сетей находятся в РФ в самом начале своего пути. Эти решения сдерживаются пока не столько технической и организационной непроработанностью, сколько дороговизной решений на настоящем историческом этапе.

— Насколько активно в распределительных системах внедряются цифровые технологии (Smart Grid, цифровые подстанции и т. д.) и что сегодня тормозит этот процесс?

Дмитрий Евтушков: Если честно, мы сейчас находимся на этапе «отрезвления» после первой волны хайпа вокруг Smart Grid. Цифровизация идет, но она стала более прагматичной. Если раньше пытались «оцифровать всё ради цифры», то теперь внедряют только то, что дает реальный экономический эффект.

Что внедряется активно? В первую очередь — технологии IEC 61850 (МЭК 61850). Это уже не экзотика, а базовое требование для новых или капитально реконструируемых ПС 110 кВ и выше. Мы видим реальный переход от сотен километров медного контрольного кабеля к оптическим шинам процесса (Process Bus). Также массово «поумнел» учет — системы АМІ (интеллектуальный учет электроэнергии) стали обязательными, и это, пожалуй, самый масштабный сегмент цифровизации, который затронул конечного потребителя.

Что тормозит процесс? Здесь я бы выделил три «якоря», которые мешают нам лететь вперед.

Кибербезопасность. Чем больше в сети IP-адресов, тем выше риск внешнего вмешательства, и это главный страх любого главного инженера. Защита периметра и соблюдение требований по КИИ (критической информационной инфраструктуре) требуют колоссальных ресурсов — как финансовых, так и вычислительных. Иногда стоимость системы защиты информации сопоставима со стоимостью самого силового оборудования.

Кадровый разрыв. Мы столкнулись с дефицитом специалистов «на стыке». Классический релейщик не всегда понимает тонкости настройки сетевых коммутаторов и задержек в Ethernet-сетях, а системный администратор не знает, что такое векторная диаграмма. Эксплуатация цифровых объектов требует принципиально других компетенций, которых на рынке труда катастрофически не хватает.

Вы не можете сделать «цифровую сеть», если у вас 70% оборудования — это аналоговые ячейки выпуска 80-х годов. Гибридные решения (когда мы пытаемся «скрестить» старое железо с новыми контроллерами через кучу преобразователей) часто получают переусложненными и менее надежными, чем чистая «аналоговая классика».

Итог: цифровизация в распределительных сетях сегодня — это не революция, а планомерная эволюция. Мы больше не строим «цифровые подстанции-игрушки» для выставок, мы строим работающие системы, где цифра помогает экономить на эксплуатации и сокращать время простоя.

Андрей Литвиненко: В России цифровые технологии в распределительных сетях внедряются активно, но неравномерно. Ключевым драйвером выступает программа цифровой трансформации под руководством ПАО «Россети». Реализуются проекты «Цифровой РЭС», создаются цифровые подстанции, внедряются интеллектуальные системы учета и элементы Smart Grid. Развиваются SCADA-системы, автоматизированные измерительные комплексы, дистанционное управление, технологии прогнозирования и анализа данных.

Цифровизация уже позволяет повышать надежность, снижать потери, автоматизировать управление режимами и интегрировать распределенную генерацию и ВИЭ. Однако процесс сдерживается рядом факторов. Во-первых, высокая степень износа сетевой инфраструктуры: цифровые решения нередко внедряются на базе устаревших объектов, что увеличивает стоимость проектов. Во-вторых, значительные капитальные затраты при длительном сроке окупаемости. Серьезным ограничением остаются киберриски: расширение использования SCADA, IoT и микропроцессорных устройств повышает уязвимость критической инфраструктуры.

На мой взгляд, цифровизация распределительных систем в России уже стала системным процессом, но ее темпы определяются балансом между инвестиционными возможностями, требованиями к надежности и уровнем киберустойчивости.

Андрей Кудрявцев: Заинтересованными компаниями цифровые технологии рассматриваются очень серьезно, проводятся опробования решений.

Но эти решения пока имеют огромное ограничение из-за экономических «ножниц» — стоимость решений гораздо больше, чем вся величина ущерба от отказов в распределительных сетях, которые несут сетевые компании. Именно разница в экономической составляющей является основным тормозом при внедрении новых технологий.

При этом нет сомнения в «технической полезности» цифровых подстанций, Smart Grid и других аналогичных решений.

— Как меняются требования заказчиков к распределительным устройствам и сетям среднего и низкого напряжения?

Дмитрий Евтушков: За последние годы портрет заказчика сильно изменился. Если раньше основным критерием была цена («лишь бы работало»), то сегодня на первый план вышли три критических параметра: компактность, скорость монтажа и безопасность персонала.

Борьба за каждый квадратный метр. В гражданском строительстве и при реконструкции старых заводов место под электрощитовую выделяется по остаточному принципу. Поэтому ключевой запрос сегодня — минимизация габаритов. Заказчик ищет решения, где на той же площади можно разместить в 1,5–2 раза больше фидеров. Это подстегнуло спрос на малогабаритные КРУ с воздушной или твердой изоляцией и многоуровневые системы шин в РУНН (распределительных устройствах низкого напряжения).

Концепция Plug & Play и модульность. Время на стройплощадке стоит баснословных денег. Заказчики больше не хотят видеть на объекте «полевую сборку» из тысячи деталей. Требования номер один — максимальная заводская готовность. Всё чаще запрашиваются блочно-модульные решения (БКТП, мобильные подстанции), которые приходят на объект уже с настроенной РЗА, освещением и системами пожаротушения. Соединил кабели — и в работу.

Безопасность без компромиссов (дугостойкость). Раньше на наличие клапанов сброса избыточного давления или на дугостойкость оболочки смотрели как на «опцию». Сейчас это обязательный стандарт. Заказчик понимает, что стоимость аварии — это не только створенное железо, но и риск для жизни персонала, а также огромные штрафы за простой. Поэтому требования к внутренней локализации дуги и к использованию необслуживаемых соединений стали жесткими как никогда.

Экологический и эксплуатационный прагматизм. Заметен тренд на отказ от элегаза (SF6) в пользу решений с твердой или комбинированной изоляцией. И дело здесь не только в «экологии» в мировом масштабе, но и в банальном удобстве: оборудование без газа не требует специального контроля утечек, дозаправки и специфической утилизации. Это напрямую снижает стоимость владения (ОРЕХ) на горизонте 20–30 лет.

Подводя итог: заказчик перестал покупать «железо», он покупает «функциональный объем», который должен быть безопасным, занимать минимум места и требовать минимум внимания в течение всего жизненного цикла.

Андрей Литвиненко: Существенно усилились требования к безопасности — как персонала, так и самого оборудования. В сегменте устройств среднего напряжения заказчики всё чаще требуют подтвержденную стойкость к внутренней дуге и продуманную систему механических и электрических блокировок. В сегменте НКУ растет интерес к решениям с изолированными шинами, где минимизируется риск прикосновения и межфазных перекры-

тий. Фактически речь идет о переходе от «допустимой безопасности» к концепции максимально защищенной конструкции по умолчанию.

Появление чувствительного оборудования, частотно-регулируемых приводов, центров обработки данных, а также интеграция ВИЭ предъявляют повышенные требования к качеству электроэнергии и гибкости схем. Для реализации требований следует уделять повышенное внимание контролю параметров сети, контролю качества электроэнергии, перетоков реактивной мощности, внедрению расширенных функций автоматике и релейной защиты, фильтров гармоник (в том числе активных фильтров).

Вырос запрос на интеграцию распределительных устройств в системы автоматизированного управления. Заказчики ожидают, что устройства будут поддерживать телеуправление и постоянный контроль состояния оборудования. Для этого активно применяются программируемые логические контроллеры и интеллектуальные электронные устройства (IED), обеспечивающие сбор сигналов с дискретных и аналоговых входов, обмен данными по высокоскоростным каналам связи с поддержкой резервирования, регистрацию событий в энергонезависимой памяти, самодиагностику и передачу данных в диспетчерские центры. Заказчику важно не просто «отключить выключатель», а гарантированно проконтролировать положение аппарата, состояние заземляющих ножей, выкатных элементов, блокировок и получить подтверждение корректности всех операций.

На фоне масштабной модернизации электросетевого комплекса и роста доли отечественного оборудования заказчики оценивают не только цену поставки, но и совокупную стоимость владения: межремонтные интервалы, доступность сервисной поддержки, наличие цифровой диагностики, снижение времени простоя. Автоматизация, самодиагностика и регистрация событий позволяют частично или полностью перейти от системы планового обслуживания к обслуживанию по состоянию, что существенно сокращает операционные затраты.

Наконец, всё более значимым становится вопрос кибербезопасности. При интеграции КРУ и НКУ в корпоративные сети заказчики требуют сегментации, защищенных протоколов, разграничения прав доступа и устойчивости к несанкционированному вмешательству.

Андрей Кудрявцев: Кратко на этот вопрос можно ответить так:

- требования повышаются в части отказоустойчивости оборудования;
- повышаются требования к дистанционному управлению оборудованием;

— повышаются требования к обеспечению наблюдаемости как за работой оборудования (самодиагностика), так и за параметрами электрической сети с целью своевременной локализации места аварии и обеспечения быстрого восстановления полной работоспособности сети;

— увеличиваются сроки гарантии на оборудование. Некоторые компании начали предлагать «пожизненную гарантию».

— Какие типовые ошибки чаще всего встречаются при проектировании и модернизации распределительных систем?

Дмитрий Евтушков: Зачастую ошибки возникают не из-за низкой квалификации, а из-за попытки «впихнуть невпихуемое»: совместить бюджетные ограничения, сжатые сроки и новые технологии. По моему опыту, лидирует следующий «хит-парад» просчетов.

Проблемы селективности в гибридных сетях. Это классика при модернизации. Когда на одном объекте встречаются старые электромеханические реле и современные микропроцессорные терминалы разных производителей, настроить их корректную совместную работу — та еще задача. Часто проектировщики забывают о разнице в кривых срабатывания. Итог: при коротком замыкании на фидере 0,4 кВ «вылетает» вводной выключатель на 10 кВ, обесточивая всё предприятие.

Игнорирование «грязной» нагрузки (высших гармоник). Сегодня в сетях стало слишком много нелинейной нагрузки: частотные преобразователи, блоки питания серверов, светодиодное освещение. Проектировщики часто выбирают сечение нейтрального проводника или мощность фильтров «по старинке». В результате — перегрев трансформаторов, ложные срабатывания защиты и преждевременный выход из строя дорогостоящей электроники. На бумаге всё гладко, а по факту — оборудование «звенит» и греется.

Просчеты в микроклимате компактных решений. Желание заказчика сэкономить место (о чем мы говорили в четвертом вопросе) приводит к тому, что оборудование забивается в тесные оболочки с плохой вентиляцией. Но современные цифровые блоки РЗА и силовые полупроводники не любят перегрева. Ошибка проектировщика здесь — недооценка тепловыделения в замкнутом объеме, что сокращает срок службы электроники с 15 лет до трех-четырех.

Отсутствие запаса на масштабирование. Проектирование «вприкрык» — еще одна актуальная проблема. Мы строим систему под текущие нуж-

ды, не закладывая возможность расширения. В итоге, когда через два года владельцу нужно добавить всего один фидер, выясняется, что места в одной ветке нет, шинный мост не рассчитан на допнагрузку, а контроллеры автоматизации не поддерживают новые модули расширения. Модернизация превращается в полную перестройку.

«Лоскутная» автоматизация. Часто системы мониторинга и связи проектируются как надстройка, а не как часть ядра. В результате мы получаем «зоопарк» протоколов и интерфейсов, которые физически невозможно свести в единую систему без покупки дорогостоящих шлюзов-конвертеров.

Мой совет: проектирование сегодня должно начинаться не с выбора выключателя, а с анализа профиля нагрузки и стратегии развития объекта на 10 лет вперед. Только тогда система будет действительно надежной, а не просто соответствующей ГОСТу на момент сдачи.

Андрей Литвиненко: При проектировании и модернизации распределительных систем наиболее распространены ошибки стратегического характера. Прежде всего — отсутствие четко сформулированных целей и их связи с политикой управления активами. В условиях ориентации бизнеса на максимальную отдачу инвестиций модернизация должна рассматриваться как инструмент повышения эффективности и инвестиционный проект с горизонтом 20–25 лет, а не как локальная замена отдельных элементов.

Вторая типовая проблема — недостаточное технико-экономическое обоснование. Многообразие эксплуатируемого оборудования разных лет и производителей, включая импортные поставки прошлых десятилетий, усложняет принятие решений. Предприятия всё чаще сталкиваются с дилеммой: делать ретрофит стареющего и морально устаревшего оборудования или заменять его новым. Однако попытки точечного обновления без оценки жизненного цикла оборудования ведут к росту издержек и рисков, связанных с его неравномерным износом, и усложнению эксплуатации.

Третья ошибка — недооценка сложности интеграции новых решений в существующую инфраструктуру. Переход к цифровым подстанциям и элементам интеллектуальных сетей требует комплексного подхода: пересмотра схем, автоматизации, обучения персонала. Отдельно отмечу игнорирование морального устаревания систем защиты и управления. Формально работоспособное оборудование может уже не отвечать современным требованиям по мониторингу, автоматизации и интеграции с цифровыми платформами, особенно в условиях растущей доли ВИЭ и нестабильной нагрузки.

Андрей Кудрявцев: С чем сталкивался сам — неполный учет перспективных нагрузок в сети, неполный учет внешних негативных факторов (климатические воздействия и техногенные воздействия), которые влияют на работу сети.

В дальнейшем это приводит к повышенному потоку отказов элементов построенной сети.

— Как рост доли ВИЭ, накопителей энергии и микросетей влияет на принципы построения распределительных систем?

Дмитрий Евтушков: Мы присутствуем при историческом демонтаже классической концепции сети. Сто лет мы строили систему как «одностороннее движение»: от большой электростанции к пассивному потребителю. Сегодня распределительная сеть превращается в многополюсное шоссе с реверсивным движением, и это требует пересмотра основ.

От пассивного потребления к «активному узлу». Главное изменение — появление двунаправленных потоков мощности. Раньше защита на подстанции «знала», что ток всегда течет сверху вниз. Теперь, когда у потребителя стоит солнечная генерация или накопитель (BESS), энергия может пойти обратно в сеть. Это заставляет нас полностью менять логику РЗА (релейной защиты и автоматики). Обычные направленные защиты уже не справляются, нужны адаптивные алгоритмы, которые понижают текущую конфигурацию генерации в конкретном сегменте.

Проблема инерции и grid-forming решения. Традиционные сети держат частоту за счет огромных вращающихся масс турбин на ТЭС и ГЭС. У солнца и ветра нет инерции. Чем больше ВИЭ в сети, тем она «дерганнее». В 2026 году критически важным стало внедрение grid-forming инверторов. Это не просто преобразователи, а устройства, которые имитируют работу синхронного генератора, формируя опорное напряжение и частоту. Без них микросети и системы с высокой долей ВИЭ просто разваливаются при малейшем возмущении.

Накопители как «виртуальная емкость» сети. Накопители энергии (ESS) перестали восприниматься как «большой ИБП». Теперь это инструмент управления профилем нагрузки. Мы видим активное использование накопителей для Peak Shaving (срезания пиков потребления) и коррекции коэффициента мощности. Это позволяет не перекладывать кабель и не ставить более мощный трансформатор там, где потребление выросло, а просто сглаживать пики за счет батарей. Экономика таких решений в 2026 году стала биться даже без госсубсидий.

Изоляция и микросети. Микросети (microgrids) привнесли требование бесшовного перехода на островной режим. Для распределительных систем это вызов: как безопасно «отрезать» кусок сети с собственной генерацией при аварии во внешней системе, а потом синхронизировать его обратно без бросков тока? Это требует прецизионной синхронизации и высокоскоростных каналов связи, чего раньше в распределительных сетях 0,4–10 кВ практически не требовалось.

Итог: мы уходим от жесткой иерархии к сетевцентрической модели. Распределительная система становится набором автономных «сот» (кластеров), которые могут поддерживать друг друга. Это на порядок сложнее в управлении, но делает общую систему кратно устойчивее к глобальным сбоям.

Валерий Терентьев: Рост доли ВИЭ и микросетей усложняет процесс согласования производства и потребления электроэнергии. Усложняются системы их автоматического управления и снижается надежность их функционирования и электроснабжения потребителей.

Неравномерность выработки электроэнергии на ВИЭ (например, из-за изменения силы ветра и переменной облачности) требует наличия достаточного оперативного резерва мощности на традиционных электростанциях. Микросети должны функционировать как подсистемы в составе систем управления распределительными сетями, а их владельцы вынуждены координировать работу соседних микросетей и тесно сотрудничать с операторами распределительных систем.

Андрей Кудрявцев: Очень сильным образом. Меняется топология сети. Но в России нет полного набора решений, которые делают такую сеть и гибкой и малоотказной. Да и за рубежом этим вопросом озадачились относительно недавно, получив в результате массового внедрения проблемы в распределительных сетях, которые отражались и на магистральных.

— Какие сегменты рынка распределительных систем (промышленность, городская инфраструктура, ЦОД, коммерческая недвижимость) сегодня развиваются наиболее динамично и почему?

Игорь Бабашка: Если смотреть на структуру заказов, то мы видим явный перекося в сторону высокотехнологичных и энергоемких объектов. Я бы выделил три сегмента, которые сегодня «тащат» на себе всю динамику рынка.

Центры обработки данных (ЦОД). Это абсолютный лидер по темпам роста. Взрывной спрос на вычислительные мощности для ИИ и госпрограм-

мы по суверенитету данных привели к тому, что ЦОДы строятся повсеместно. Для нас как для электротехников это самый сложный и интересный заказчик. Здесь требуются сверхвысокая плотность мощности (до 20–30 кВт на стойку), модульные системы бесперебойного питания и крайне жесткие требования к селективности защит. Ошибка в ЦОДе стоит миллионы в секунду, поэтому здесь охотнее всего внедряют инновации — от систем мониторинга шинопроводов до литий-ионных накопителей.

Тяжелая промышленность и ВПК. Идет масштабная модернизация производств и строительство новых цехов, особенно в регионах Урала, Сибири и Дальнего Востока. Здесь драйвером выступает не только импортозамещение оборудования, но и необходимость повышения энергоэффективности. Заводы начали считать деньги и активно внедряют системы АСКУЭ/АСТУЭ, а также строят собственные микросети с газопоршневыми установками, чтобы не зависеть от тарифов и лимитов внешних сетей.

Транспортная инфраструктура и зарядный «хайвей». К 2026 году количество электромобилей и электробусов в крупных городах достигло критической массы, при которой старая сеть начала «проседать». Сегодня огромный сегмент рынка — это глубокая модернизация городских ТП (трансформаторных подстанций) под нужды быстрой зарядки. Заказчики ищут решения, которые позволяют интегрировать мощные зарядные хабы в существующую плотную застройку без прокладки новых фидеров 110 кВ, используя накопители энергии для сглаживания пиков.

А кто в аутсайдерах? Коммерческая недвижимость (офисные и торговые центры) сейчас находится в стадии стагнации. Там рынок перенасыщен, и основные заказы идут только на сервис или точечную замену вышедшего из строя оборудования. Инвесторы в этом сегменте крайне неохотно вкладываются в сложные цифровые решения, предпочитая самые бюджетные варианты.

Итог: деньги и технологии сейчас там, где критически важна непрерывность процесса (ЦОДы и заводы) или где возник новый тип мощной нагрузки (электротранспорт). Именно эти сегменты формируют облик современной распределительной сети.

Андрей Кудрявцев: Динамично развиваются сегменты в промышленности, коммерческой недвижимости. Эти сегменты стараются сделать сети отказоустойчивыми, чтобы не нести убытки. Каждое мероприятие просчитано с экономической точки зрения (как правило). У этих сегментов своя мотивация и источники финансирования.

Городская инфраструктура развивается не такими активными темпами, как промышленность. Причина — огромное хозяйство с постоянно изменяющейся топологией, требующее для развития огромных средств.

И если в районах нового строительства (развития города) закладываются новые технические решения, то в старых районах на вложения средств уже не хватает. Всё делается в рамках имеющихся средств на ремонты и модернизацию.

Исключение составляет Москва и частично Санкт-Петербург. Просто потому что финансовые возможности в этих городах выше. А также выше потребление электроэнергии и концентрация потребления по условной площади пространства, что дает более быстрый возврат вложенных средств в повышении надежности сети.

ЦОД — это отдельная сторона дела в развитии сети. ЦОД почему-то рассматривается как элемент распределительной сети. Но по единичной мощности потребления ЦОД — это по сути дела промышленное предприятие со средней и большой нагрузкой.

Идеология электроснабжения ЦОДов должна быть изменена, так как все доступные и свободные мощности сетей вычерпаны для этого направления. Видится, что в России не знали, что делать, и упустили много времени. При чем ситуация с ЦОД типична и в России, и за границей.

Очевидно, ЦОД необходимо размещать по следующим вариантам:

1. Около ТЭЦ, имеющих свободные мощности.
2. Около ГЭС, имеющих свободные мощности.
3. Строительство связок «ТЭЦ-ЦОД». И это строительство концентрировать в угольных регионах того же Кузбасса и новых территорий, где много угля и имеются все шансы на снижение деловой активности из-за глобального снижения потребления угля. Т. е. строить такие блоки на базе угольных ТЭЦ. Но эти ТЭЦ должны быть построены по передовым технологиям, с увеличенным КПД и минимальными тарифами.

При строительстве связки «ЦОД-ТЭЦ» резко сокращается необходимость в строительстве протяженных ВЛ, то есть данные проекты должны получить экономию на сетевой компоненте.

За рубежом технологические гиганты всерьез рассматривают строительство малых АЭС, газовой генерации для электроснабжения ЦОД. У нас это тоже может быть востребовано.

Отдельная тема распределительных сетей — сети в удаленных и изолированных районах. Хотя их и объ-

единяют в одной фразе, но это все-таки немного разные подходы к строительству эксплуатации распределительных систем. Здесь как раз близки к реализации и «микрогриды», и цифровизация, и накопители энергии, и энергоутеры. Работы в данном направлении ведутся и, надеюсь, приведут к положительному результату.

— Как вы оцениваете уровень импортозамещения оборудования для распределительных систем и его влияние на технические решения?

Игорь Бабашка: На текущий момент (начало 2026 года) ситуация в распределительных сетях выглядит неоднородно: в чем-то мы достигли почти полной независимости, а где-то просто сменили вектор зависимости.

«Железо» и конструктивы: почти 100%-ная локализация. В том, что касается металлоконструкций, шинных мостов, низковольтных шкафов и оболочек КРУ, российские производители полностью закрывают потребности рынка. Мы научились делать качественные конструктивы, которые не уступают мировым лидерам по эргономике и дугостойкости. Здесь импортозамещение произошло успешно и бесповоротно.

Среднее напряжение и вакуумная техника. В сегменте 6–20 кВ уровень локализации крайне высок. Отечественные вакуумные выключатели стали основным стандартом. Однако стоит признать, что в части электромагнитных приводов и специфических изоляционных материалов мы все еще частично опираемся на компонентную базу из дружественных стран. Тем не менее технические решения здесь полностью суверенны — мы сами проектируем логику работы и топологию ячеек.

«Мозги» системы: РЗА и контроллеры. Это самая сложная зона. Да, сами терминалы релейной защиты и контроллеры АСУ ТП собираются в России, ПО для них пишется нашими программистами. Но мы должны быть реалистами: элементная база (процессоры, чипсеты) пока остается импортной, просто вектор сменился с западного на азиатский. Влияние на технические решения здесь огромное: проектировщикам приходится закладывать в проекты «открытость» архитектуры (например, на базе МЭК 61850), чтобы в случае выпадения одного поставщика можно было безболезненно заменить терминал на аналог другого производителя.

Как это повлияло на технические решения?

Упрощение и унификация: мы ушли от избыточных, «перенавороченных» функций, которые предлагали западные

вендоры, в пользу надежных и понятных алгоритмов.

Ремонтпригодность как приоритет: теперь при выборе решения главный вопрос — «где мы возьмем запчасти через пять лет?». Это заставляет выбирать решения с высокой степенью стандартизации.

Рост гибкости проектирования: исчезла концепция «моновендорности», когда весь объект от трансформатора до лампочки строился на одном бренде. Современные проекты — это всегда конструктор из решений нескольких локальных игроков.

Итог: уровень импортозамещения достаточен для того, чтобы отрасль чувствовала себя уверенно. Мы больше не боимся внезапного отключения обновлений ПО или прекращения поставок. Но главный вызов на ближайшие годы — это собственная микроэлектроника для систем управления, без которой полная технологическая независимость невозможна.

Валерий Терентьев: Россия активно развивает программу импортозамещения и сокращает технологическое отставание. Разработка конкурентоспособной отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ) требует больших финансовых вложений и времени.

Если до 2022 г. в основном использовалась западная ЭКБ, то в настоящее время идет переход на доступную ЭКБ стран Юго-Восточной Азии.

Доля эксплуатируемых иностранных систем РЗА и АСУ ТП в настоящее время составляет не менее 20–30% всего парка оборудования. Импортозамещение значительного объема иностранных систем РЗА и АСУ ТП в российской электроэнергетике приходится проводить на непрерывно работающем первичном оборудовании. Это означает, что на время наладки/ввода российского оборудования в работу иностранная и российская системы работают параллельно.

Еще одной особенностью импортозамещения является короткий (по сравнению с электромеханической базой) жизненный цикл микропроцессорного оборудования. Комплектующие, которые были доступны 10–15 лет, либо недоступны, либо уже не выпускаются.

Поэтому импортозамещение иностранных систем РЗА и АСУ ТП требует разработки дополнительных технических решений (ретрофита), выполнения работ по перепроектированию, монтажу и наладке.

Андрей Кудрявцев: Уровень импортозамещения высокий.

Многое производится в России.

Часть того, что не производится, по крайней мере локализуется в стране.

Конечно, имеются и «переклейщики шильдиков». Они были всегда, и они есть везде. Не только в нашей стране.

— Какие технологии и подходы к развитию распределительных систем станут определяющими в ближайшие пять лет?

Дмитрий Евтушков: Если смотреть на горизонт до 2030 года, я бы выделил три «кита», на которых будет строиться эволюция наших сетей.

Цифровые двойники всего жизненного цикла. Мы переходим от статических схем к живым цифровым моделям. В ближайшие пять лет «цифровой двойник» станет обязательным не только для проектирования, но и для эксплуатации. Это позволит нам проводить стресс-тесты системы в виртуальной среде: «А что будет, если в этом районе через год появится 500 новых электростанций и при этом отключится одна из КЛ?». Умение предсказывать поведение сети при изменении конфигурации нагрузок станет ключевым навыком диспетчера.

Искусственный интеллект в управлении активами. Объем данных с датчиков уже превышает возможности человеческого восприятия. В ближайшую пятилетку мы увидим массовое внедрение систем ИИ, которые будут заниматься «просеиванием» этих данных. Основной упор — на предиктивную диагностику. Алгоритмы будут анализировать шум в трансформаторах или микроискажения синусоиды и выдавать предписание: «Ячейка № 4 выйдет из строя через две недели с вероятностью 90%». Это переход от аварийного реагирования к упреждающему управлению.

Программное управление сетью. Мы привыкли, что сеть — это жесткое «железо». Будущее за гибкостью. Развитие технологий Edge Computing (граничных вычислений) позволит подстанциям становиться интеллектуальными хабами. Сами устройства будут определять оптимальные режимы работы, обмениваясь данными друг с другом напрямую, минуя центральный сервер. Это сделает сеть похожей на интернет: если один узел падает, данные (в нашем случае — энергия) автоматически находят другой путь.

Энергетические сообщества и VPP (виртуальные электростанции). На уровне низкого напряжения определяющим станет подход объединения малых генераторов и потребителей в единые управляемые кластеры. Виртуальные электростанции позволят объединять сотни малых накопителей и солнечных панелей в один мощный ресурс, который сможет участвовать в регулировании частоты и напряжения наравне с большими ТЭЦ.

В завершение: главным трендом станет «прозрачность». Сеть перестанет быть «черным ящиком» с провода-

ми. В ближайшие пять лет мы научимся видеть каждый ампер в реальном времени, понимать остаточный ресурс каждого выключателя и управлять спросом так же эффективно, как мы сегодня управляем генерацией. Победит тот, кто сделает свою систему не самой мощной, а самой «умной» и адаптивной.

Валерий Терентьев: Как было отмечено на X международной НТК «Распределительных электрических сетей» (1–3 июля 2025 г., Москва), за последние пять лет в архитектуре распределительных систем электроснабжения произошли изменения в разных аспектах: в нормативно-правовой базе, в развитии технологий, в подходах к управ-

лению и в финансировании. Эти изменения связаны с цифровизацией, внедрением «умных» сетей (Smart Grid), оптимизацией управления и изменением подходов к финансированию отрасли.

В ближайшие пять лет приоритеты останутся прежними: экономическая эффективность с повышением надежности и качества электроснабжения за счет применения современных технологий — создание «цифровых двойников» моделей распределительных систем, интеграция с облачными сервисами, использование геоинформационных систем, БПЛА, искусственного интеллекта и др. Внедрение распределенной генерации на базе возобновляемых источников энергии, систем

накопления энергии, создание высокоавтоматизированных районов электрических сетей и систем мониторинга технического состояния оборудования, создание единых центров управления сетями и импортозамещение в закупках электросетевого оборудования позволяют обеспечивать технологическую безопасность сетевых объектов и снижать зависимость от зарубежных поставщиков.

Андрей Кудрявцев: Здесь нельзя вот так взять и перечислить эти технологии. Что-то да пропустишь. А список большой.

Это будет пул технологий, каждая из которых содержит свои «вложенные» технологии. О части из них я упомянул выше.



КАЗАНСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

**ЭНЕРГО
ПРОМ/26**

**1-3
апреля
2026 года**

**Казань
МВЦ «Казань
Экспо»**

Полный цикл создания и реализации релейной продукции

ООО «НПП «Центр реле и автоматики» специализируется на разработке, производстве, реализации и обслуживании современных цифровых, микроэлектронных, электромагнитных реле защиты, автоматики, сигнализации и низковольтной аппаратуры для создания релейной защиты и автоматики для всей «линейки» напряжений 0,4...6–750 кВ электрических сетей, станций и подстанций.



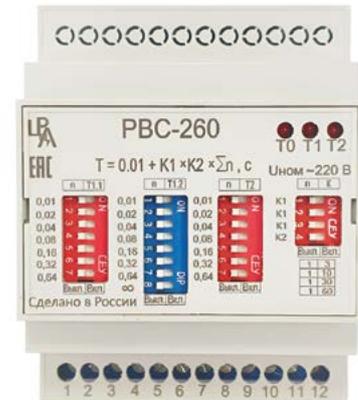
Развитие отечественного релестроения и низковольтного аппаратостроения сегодня движется в сторону цифровизации. Особенностью наших реле является использование новейших схемотехнических и конструкторских решений в построении измерительной части реле, основанных на адаптивной фильтрации измерительных электрических сигналов с алгоритмами искусственного интеллекта. Это повышает помехоустойчивость, селективность и чувствительность.

Полный цикл создания и реализации релейной продукции и низковольтной аппаратуры — это сложный комплексный процесс, где требуется интеграция научных исследований с новейшими производственными технологиями. В современной экономической ситуации

меняются не только технические требования, но и подходы к работе с заказчиками. Предприятие активно работает в сфере импортозамещения релейных и низковольтных электрических устройств, поддерживая политику импортоопережения. Сегодня заказчики ожидают от производителей не только полноценной замены, но и решений с улучшенными характеристиками реле и низковольтной аппаратуры.

Потребителями нашей релейной и низковольтной аппаратуры являются:

- генерирующие и сетевые компании (распределительные, магистральные), которые требуют высокой надежности и сервисной поддержки;
- промышленные предприятия (нефтегаз, металлургия, горная добыча), нуждающиеся в устройствах, устойчивых к тяжелым условиям;
- проектные и инжиниринговые компании;
- электромонтажные организации, которые ценят удобство монтажа и наличие типовых решений.



В стратегии развития предприятия основными целями и приоритетами являются:

- инвестирование в развитие современных технологий и обновление производства;
- расширение номенклатуры выпускаемых изделий на базе собственных разработок, где сочетаются классические принципы изготовления и технические инновации, собственные схемные, конструктивные и программные решения;
- качество выпускаемой продукции;
- развитие потенциала и повышение эффективности работы персонала предприятия.



Телефон:
+7 999 738 85 49;
+7 8352 63 10 10;
+7 8352 63 10 15.

E-mail:
info@releavtomatica.ru

Отдел продаж:
sales@releavtomatica.ru

Фактический адрес:
г. Чебоксары,
проезд Хозяйственный, д. 5Б.

Силовые кабели нового поколения: инновации и области применения

Технологии, повышающие долговечность и безопасность кабельной продукции

■ Андрей Метельников

В этом аналитическом обзоре рассматриваются ключевые инновации в производстве силовых кабелей: от новых изоляционных материалов на основе сшитого полиэтилена (XLPE) и безгалогенных композиций до высокотемпературных сверхпроводящих систем. Анализируются передовые технологии повышения безопасности — огнестойкие и самозатухающие оболочки, интеллектуальный мониторинг с оптоволоконными сенсорами, а также перспективные области применения: возобновляемая энергетика, центры обработки данных для ИИ, электромобильная инфраструктура. Отдельное внимание уделено состоянию российского рынка кабельно-проводниковой продукции на фоне трендов импортозамещения и роста отечественного производства.

Кабельная отрасль в эпоху технологических перемен

Силовой кабель — один из тех продуктов, которые кажутся незаметными ровно до тех пор, пока не случается авария. Спрятанный под землей, замурованный в стены и протянутый по кабельным лоткам промышленных объектов, он обеспечивает передачу электрической энергии — базового ресурса современной цивилизации. Именно поэтому требования к кабельной продукции неуклонно ужесточаются, а инновационный потенциал отрасли год от года растет.

По данным маркетингового исследования РБК, в 2024 году объем внутреннего производства силовых

кабелей в России превышал объем импортных поставок почти в 29 раз. Российская кабельная промышленность насчитывает около 280 заводов, а производство силовых кабелей для стационарной прокладки напряжением до 1 кВ выросло за рассматриваемый период на 24%. Выставка Cabex-2025, прошедшая в марте прошлого года в московском «Экспоцентре», показала: отечественные производители активно инвестируют в разработки и освоение ранее импортируемых специализированных марок — огнестойких, безгалогенных, высоковольтных кабелей нового поколения.

Глобальный контекст не менее показателен. Microsoft в феврале 2026 года объявила о тестировании вы-

сокотемпературных сверхпроводящих кабелей (ВТСП) для питания дата-центров искусственного интеллекта. Это яркая иллюстрация того, насколько глубоко кабельные технологии вошли в стратегическую повестку крупнейших технологических компаний планеты. Мировой рынок подводных кабелей достиг в 2025 году отметки 24,5 млрд долларов, а в первом полугодии 2025 года возобновляемая энергетика впервые обогнала угольную генерацию — и за каждой турбиной, каждой солнечной панелью стоит специализированный кабель.

Я постарался систематизировать ключевые технологические направления, определяющие облик силового кабеля нового поколения, и проанализировать области его применения в 2025–2026 годах и ближайшей перспективе.

1. Рынок силовых кабелей: цифры и тренды

1.1. Российский рынок: устойчивый рост в непростых условиях

Кабельная промышленность традиционно считается индикатором состояния экономики: объемы производства и потребления кабельно-проводниковой продукции (КПП) напрямую отражают активность строительства, промышленности и энергетики. По итогам периода с июля 2024 по июнь 2025 года объем производства силовых кабелей в России вырос на 12–15% относительно предыдущего периода. Основными



Кабельная промышленность традиционно считается

индикатором состояния экономики

драйверами стали инфраструктурные проекты, строительство промышленных объектов и расширение жилищного фонда.

Ценовая конъюнктура оставалась напряженной: стоимость силовых кабелей повысилась в среднем на 8–10%, что обусловлено удорожанием сырья. Медь в 2024 году торговалась в диапазоне 680–750 тысяч рублей за тонну, алюминий подорожал на 12%. Тем не менее производители смогли частично компенсировать рост затрат за счет оптимизации технологических процессов и наращивания объемов.

Структура рынка также претерпевает изменения. Лидером по импортным поставкам остается Китай — более 53% — однако отечественные предприятия активно осваивают ниши, прежде занятые иностранными поставщиками. Особенно показательна ситуация в сегменте специализированных кабелей: огнестойкие и безгалогенные марки, ещё несколько лет назад в значительной мере импортировавшиеся, теперь производятся на российских заводах. Экспорт, резко упавший в 2022 году, восстанавливается — прежде всего в страны дальнего зарубежья, где реализуются проекты «Росатома».

1.2. Мировые тренды: энергопереход как главный драйвер

На глобальном уровне кабельный рынок определяется несколькими мощными мегатрендами. Первый и наиболее значимый — энергетический переход. По данным аналитического центра Ember, возобновляемая энергетика уже в первом полугодии 2025 года превзошла угольную генерацию по объему производства электроэнергии в мировом масштабе. Каждый гигавайт новых ветровых и солнечных мощностей требует километров специализированных кабелей — устойчивых к ультрафиолету, влаге, морской воде и температурным перепадам.

Второй тренд — стремительный рост потребления энергии дата-центрами. Только Microsoft и Google в 2024 году потребили электроэнергии больше, чем более 100 стран мира совокупно.

Это формирует колоссальный спрос на высокоэффективные кабельные системы с минимальными потерями. Третий тренд — электромобилизация транспорта, требующая развертывания разветвленной зарядной инфраструктуры.

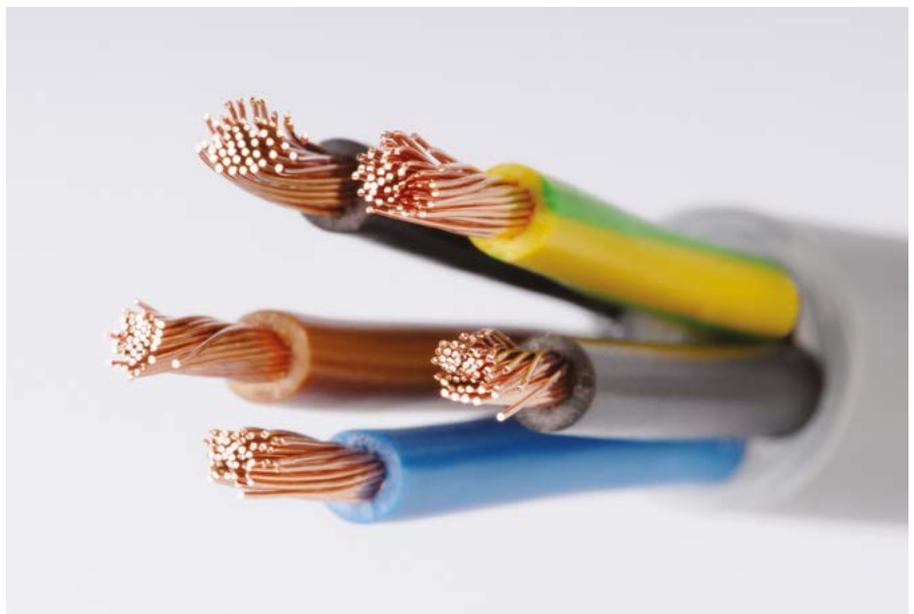
Результатом является устойчивый рост мирового рынка подводных кабелей (24,5 млрд долларов в 2025 году), кабелей для ВИЭ и специализированных силовых систем для промышленности.

2. Революция материалов: чем изолируют кабели нового поколения

2.1. Сшитый полиэтилен (XLPE): индустриальный стандарт нового времени

Если говорить об одном материале, который в наибольшей степени изменил облик современного силового кабеля, — это сшитый полиэтилен, или XLPE (Cross-linked PolyEthylene). В отличие от традиционного термопластичного полиэтилена, молекулы которого не связаны между собой поперечными связями, XLPE создает трехмерную сетчатую структуру, принципиально меняющую его физические свойства.

XLPE-изоляция выдерживает длительный нагрев жилы до 90 °С (против 70 °С у обычного ПЭТ) и крат-



современный до 250 °С при коротком замыкании. Материал обладает превосходными диэлектрическими характеристиками, высокой механической прочностью, устойчивостью к ударным нагрузкам и влагостойкостью. Срок службы кабелей с XLPE-изоляцией составляет не менее 40 лет — вдвое больше по сравнению с кабелями в бумажно-пропитанной изоляции.

Широкое распространение XLPE охватывает весь диапазон напряжений: от распределительных сетей 10–35 кВ до высоковольтных магистральных линий 132 кВ и выше. Кабели в XLPE-изоляции допускают прокладку во влажной среде, грунтах с повышенной влажностью, тоннелях и водоемах, что существенно расширяет область применения.

Стоит отметить, что в Европе действует полный запрет на кабельные линии со свинцовой броней, что дополнительно стимулировало переход на

современные конструкции с XLPE-изоляцией и полимерными оболочками.

Ключевые преимущества XLPE-изоляции

Рабочая температура жилы до +90 °С (кратковременно до +250 °С) · Диапазон эксплуатации от –50 °С до +50 °С · Срок службы не менее 40 лет · Высокая химическая стойкость · Устойчивость к частичным разрядам · Разрешена прокладка в воде · Совместимость с безгалогенными оболочками

2.2. Этиленпропиленовый каучук (EPR): гибкость без компромиссов

Этиленпропиленовый каучук (EPR — Ethylene Propylene Rubber) занимает

особую нишу в семействе современных изоляционных материалов. Его высокая эластичность делает его незаменимым для создания гибких и компактных кабелей, а стойкость к экстремальным условиям эксплуатации открывает применение там, где XLPE уступает.

EPR-изоляция применяется в кабелях для горнодобывающей промышленности, морских платформ, промышленного оборудования с высокой механической нагрузкой. Кабели с EPR-изоляцией в комбинации с безгалогенными оболочками формируют продуктовые линейки следующего поколения для нефтегазовой отрасли и тяжелой промышленности.

2.3. Силиконовая резина: для экстремальных условий

Силиконовая резина сохраняет гибкость и изоляционные свойства в диапазоне температур от –60 °С до +200 °С, а в специальных исполнениях — до +300 °С. Кабели с силиконовой изоляцией востребованы в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, пищевой промышленности и медицинском оборудовании.

Ключевым преимуществом является поведение силиконовой резины при пожаре: при высоких температурах она превращается в негорючий оксид кремния, не выделяя токсичных газов. Именно это свойство делает силиконовые кабели обязательным элементом систем пожарной сигнализации и аварийного освещения.

2.4. Нанокompозиты и материалы будущего

Передовой рубеж кабельных материалов — нанокompозитные диэлектрики. Введение наночастиц оксидов металлов (Al_2O_3 , TiO_2 , SiO_2) в полимерную матрицу позволяет радикально улучшить стойкость к частичным разрядам, тепловое рассеяние и механическую прочность. Исследования показывают, что правильно подобранные нанокompозиты способны увеличить срок службы изоляции в два-три раза по сравнению с базовым полимером.

Параллельно ведется разработка биodeградируемых изоляционных материалов на основе растительных полимеров — полилактида (PLA) и других. Пока они не достигли характеристик XLPE для высоковольтных применений, однако для низковольтных цепей управления и сигнализации такие материалы уже рассматриваются как реальная перспектива.

Компания «Росатом МеталлТех» на выставке Sabex-2025 представила разработку в области композиционных токопроводящих жил для



проводов и кабелей с температурой эксплуатации вплоть до 125 °С — что открывает новые горизонты для промышленных применений с высокими тепловыми нагрузками.

3. Пожарная безопасность: требования ужесточаются

3.1. От «не горит» к «не опасен при горении»

Трагедии в торговых центрах и на промышленных объектах последних лет вывели пожарную безопасность кабелей из разряда технической нормы в приоритет публичной дискуссии. Статистика однозначна: традиционные ПВХ-кабели, будучи огнестойкими, при горении выделяют токсичные хлороводород и другие галогенные соединения, а также образуют густой дым, препятствующий эвакуации.

Сравнительные испытания, проведенные Институтом стандартов и технологий США, показали: огнестойкие провода обеспечивают в 15 раз больше времени для эвакуации по сравнению с неогнестойкими аналогами, выделяют в три раза меньше токсичных газов и потребляют в четыре раза меньше энергии при горении.

3.2. Безгалогенные кабели: конструкция и классификация

Безгалогенные кабели с низким дымовыделением (LSZH — Low Smoke Zero Halogen, в российской маркировке — нг-FRHF) создаются с применением специальных полимерных композиций на основе оксидов металлов, XLPE и термопластичных эластомеров. Принципиально важны три характеристики: отсутствие галогенов по стандарту IEC 60754, низкое дымовыделение (пропускание света не менее 60%) по IEC 61034, и pH дыма не ниже 4,3.

Конструктивно огнестойкий безгалогенный кабель включает несколько функциональных слоев. Токопроводящая жила из меди или алюминия окружена изоляцией из XLPE или термопластичного эластомера. Поверх изоляции располагается слюдяная лента — именно она обеспечивает работоспособность кабеля при открытом огне: при температурах до 950 °С слюда сохраняет целостность и не допускает замыкания жил. Внешняя оболочка изготавливается из безгалогенной полимерной композиции.

По классам огнестойкости кабели делятся на три категории согласно IEC 60332-3-24. Класс А обеспечивает наивысшую защиту и применяется для систем безопасности, противопожар-

ной сигнализации и аварийного освещения. Класс В охватывает основную массу промышленных применений. Класс С используется в стандартных установках.

Особую нишу занимают кабели с минеральной изоляцией (медный сердечник, медная оболочка, изоляция из оксида магния — MI-кабели). Они абсолютно негорючи, нетоксичны и устойчивы к воздействию воды. Однако их производство технологически сложно, стоимость высока, а сечение доступно, как правило, от 25 мм² и выше.

3.3. Нормативное регулирование: тренд на ужесточение

Российское нормативное поле в области пожарной безопасности кабелей последовательно движется в сторо-

ну ужесточения. Применение огнестойких безгалогенных кабелей стало обязательным при прокладке в зданиях с массовым пребыванием людей: торговых центрах, больницах, образовательных учреждениях, транспортных узлах. Параллельно активно внедряются европейские стандарты серии CPR (Construction Products Regulation), определяющие классификацию кабелей по реакции на огонь.

На выставке Cabex-2025 отдельную дискуссию вызвал вопрос возвращения государственного контроля над кабельной продукцией. Эксперты указывают, что значительная доля продаваемых кабелей не соответствует заявленным характеристикам, и призывают ввести обязательную сертификацию с независимым контролем. Это создает рыночное преимущество для добросовестных производителей, инвестирующих в реальные испытания.



4. Высокотемпературные сверхпроводники: кабели будущего

4.1. Физика явления и потенциал ВТСП

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) — материалы, переходящие в состояние нулевого электрического сопротивления при температурах выше 77 К (–196 °С, температура кипения жидкого азота). Это принципиально отличает их от классических сверхпроводников, требующих охлаждения жидким гелием до 4 К.

Открытые в 1986–1987 годах Беднорцем и Мюллером (Нобелевская премия 1987 года), купратные соединения с содержанием иттрия или висмута стали основой первого поколения ВТСП-кабелей. Сегодня применяются ленты второго поколения на основе YBCO (иттрий-барий-медная оксидная керамика), обеспечивающие критические токи до 500–1000 А/мм².

Фундаментальные преимущества ВТСП-кабелей для энергетики: передача электроэнергии практически без потерь (нулевое сопротивление), возможность замены существующего кабеля на линию с гораздо большей пропускной способностью при тех же габаритах трубопровода, экологическая чистота и пожаробезопасность (отсутствие электромагнитного и теплового рассеяния), а также возможность передачи мощностей при сравнительно низком напряжении, что снижает требования к изоляции.

4.2. Применение в электроэнергетике

ПАО «ФСК ЕЭС» в рамках программы НИОКР разрабатывает высокотемпературные сверхпроводящие кабельные линии как переменного, так и постоянного тока. Потенциал применения ВТСП КЛ в российских усло-

ВТСП-кабели значительно компактнее медных

виях особенно велик для модернизации кабельных коллекторов в крупных городах: замена традиционного кабеля на ВТСП позволяет в три-пять раз увеличить передаваемую мощность без расширения инфраструктуры.

В контексте глобальной повестки показательна инициатива Microsoft 2026 года: компания приступила к тестированию ВТСП-кабелей внутри дата-центров и для длинных линий электропередачи. ВТСП-кабели значительно компактнее медных, что позволяет по-новому организовать электрические помещения и размещение оборудования, одновременно снижая потери энергии и нагрузку на систему охлаждения.

ВТСП-кабели: основные параметры и ограничения

Рабочая температура: –196 °С (жидкий азот)

- *Пропускная способность тока: до 5 кА у существующих систем, до 20 кА у разрабатываемых (Китай)*
- *Потери: практически нулевые*
- *Масса: значительно меньше медных аналогов*
- *Ограничения: необходимость системы охлаждения, высокая стоимость, сложность монтажа соединений, ограниченная длина секций*

4.3. От лабораторий к инфраструктуре

Если ВТСП-кабели для энергетики еще находятся на стадии пилотных проектов, то сверхпроводящие ограничители тока уже нашли практическое применение в защите электроэнергетических систем. Они мгновенно реагируют на токи короткого замыкания, ограничивая разрушительные энергетические выбросы, — при этом не требуя механических переключателей с их ограниченным ресурсом.

По оценкам специалистов АВОК, внедрение ВТСП КЛ постоянного тока в умные сети позволит существенно повысить управляемость энергопотоками и снизить число базовых подстанций — что критически важно для мегаполисов с ограниченным пространством и высокой плотностью потребления.

5. Интеллектуальные кабельные системы: кабель как сенсор

5.1. Интегрированный оптоволоконный мониторинг

Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение оптоволоконных сенсоров непосредственно в структуру силового кабеля. Оптическое волокно, проложенное вдоль или внутри кабеля, становится распределенным датчиком температуры, дефор-

Таблица 1. Сравнительные характеристики кабелей по классам пожарной безопасности

Тип кабеля	Стандарт	pH дыма	Пропускание света	Применение
ПВХ-изоляция (базовый)	—	<2,0	<20%	Общие применения
Не распространяющий горение нг (А)	IEC 60332–3	>4,3	—	Жгуты кабелей
нг-LS (низкое дымовыделение)	IEC 61034	>4,3	>60%	Закрытые пространства
нг-FRHF (безгалогенный, огнестойкий)	IEC 60754/61034	≥4,3	≥60%	Объекты с людьми
MI-кабель (минеральная изоляция)	BS 6207	>7,0	>90%	Критические системы

мации и акустических событий на всём протяжении кабельной линии.

Технология DTS (Distributed Temperature Sensing — распределенное температурное зондирование) позволяет с точностью до 1 °C отслеживать температурный профиль по всей длине кабеля в режиме реального времени. Это дает возможность немедленно обнаруживать перегрев на конкретном участке — признак начинающегося дефекта изоляции или перегрузки. Первые проекты с использованием оптического волокна в качестве температурного сенсора датируются концом 1980-х годов, промышленное применение в нефтегазовой отрасли стартовало в начале 2000-х.

Сегодня технология вышла далеко за пределы нефтянки. Завод «Инкаб» разработал специализированные кабели-датчики, применяемые для охраны периметра режимных объектов, мониторинга состояния железнодорожных путей и составов, обнаружения утечек и несанкционированного доступа вдоль трубопроводов. Оптическое волокно в этих конструкциях выступает одновременно акустическим сенсором — технология DAS (Distributed Acoustic Sensing).

5.2. Предиктивное обслуживание: от ремонта по отказу к профилактике

Интеграция данных распределенного мониторинга с системами аналитики на основе машинного обучения открывает возможности предиктивного обслуживания кабельной инфраструктуры. Алгоритмы выявляют статистически значимые паттерны в температурных и акустических данных, предсказывая отказ изоляции за недели и месяцы до его фактического наступления.

Экономический эффект предиктивного обслуживания в электроэнергетике значителен. По ряду оценок, своевременное обнаружение и устранение дефектов снижает затраты на аварийный ремонт в 5–10 раз, а для критической инфраструктуры — предотвращает потери от недоотпуска электроэнергии, исчисляемые миллионами рублей за час простоя.

5.3. Умные кабельные системы в промышленном IoT

В промышленном интернете вещей (IIoT) концепция умного кабеля выходит на новый уровень. Перспективные разработки предполагают встройку не только оптоволоконных сенсоров, но и миниатюрных RFID-меток, позволяющих автоматически идентифицировать кабель при монтаже и обслуживании, и датчиков тока, снимающих показания непосредственно с жилы без разрыва цепи.

Гибридные кабельные системы, совмещающие передачу энергии и данных в единой оболочке, становятся всё более популярными для промышленных объектов и умных зданий. Они позволяют упростить инфраструктуру и снизить затраты на монтаж и обслуживание. Ожидается, что к концу 2020-х годов умные кабельные системы станут стандартом для большинства крупных промышленных проектов.

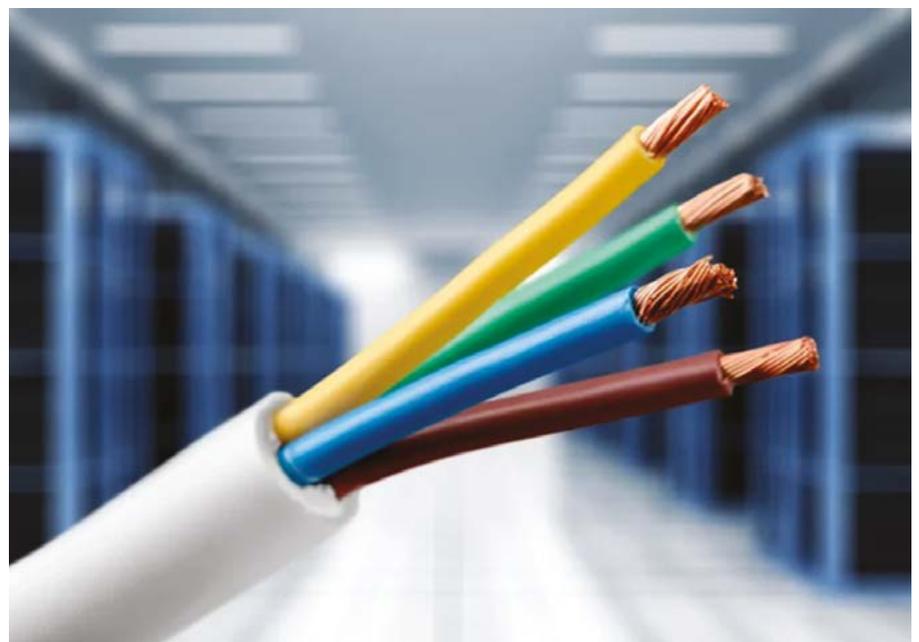
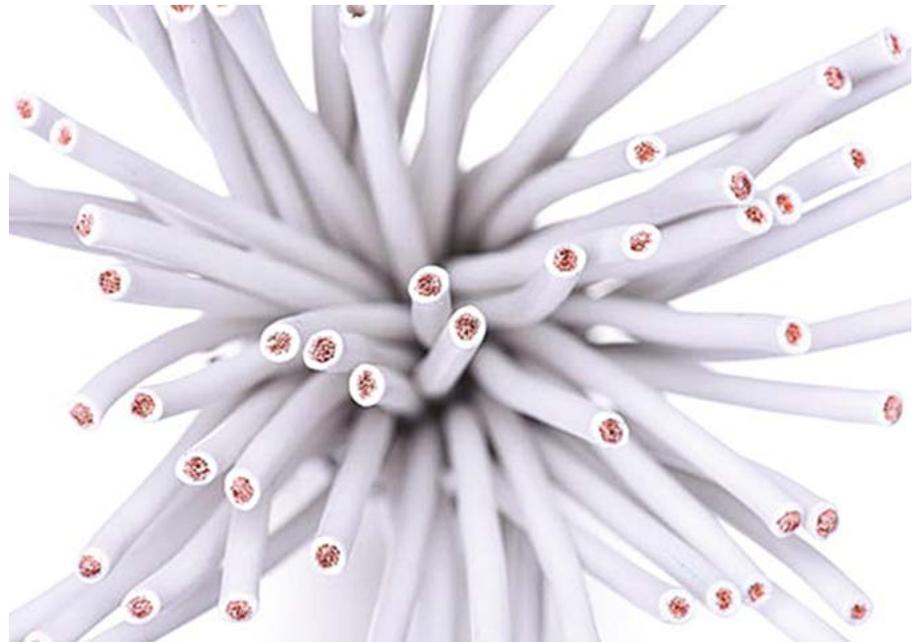
6. Специализированные области применения

6.1. Возобновляемая энергетика: новые требования к кабелям

Ветровая и солнечная энергетика предъявляют к кабелям уникальный набор требований. Фотоэлектрические

кабели постоянного тока должны выдерживать 25-летний срок службы под прямым воздействием солнечной радиации: устойчивость к УФ-излучению, озону, влаге и широкому диапазону температур — от арктических морозов до пустынного зноя. Специальные марки типа PV-кабелей имеют многослойную оболочку на основе XLPE с добавлением светостабилизаторов.

Для офшорных ветровых электростанций требования еще жестче. Кабели, прокладываемые по дну моря на глубинах до 1000 метров и более, должны выдерживать гидростатическое давление, коррозионное воздействие соленой воды, механические нагрузки от морских течений и якорных операций. Мировой лидер в этом сегменте — компания Nexans — разрабатывает специализированные подводные кабели с усиленными броневыми оболоч-



ками, интегрированным оптоволоконным мониторингом и инициативой по переработке CABLELOOP (до 30% вторичной меди к 2030 году).

По данным аналитиков, глобальный рынок подводных кабелей для возобновляемой энергетики продолжает динамично расти — развитие офшорной ветроэнергетики требует прокладки всё более мощных линий для передачи энергии на берег.

6.2. Электромобильная инфраструктура

Зарядная инфраструктура для электромобилей формирует принципиально новый сегмент спроса. Быстрые зарядные станции мощностью 150–350 кВт и выше предъявляют специфические требования к кабелям: высокая токовая нагрузка при компактных сечениях, гибкость и устойчивость

к механическим воздействиям (кабели подвергаются ежедневным перегибам в процессе использования), устойчивость к маслам, озону и температурным перепадам.

Зарядные кабели нового поколения используют жилы из тонкопроволочных медных жгутов для максимальной гибкости и изоляцию из термопластичного полиуретана (TPU) или специальных резиновых компаундов. Ресурс таких кабелей рассчитан на 10 000 и более циклов сгибания-разгибания — что соответствует нескольким годам интенсивной эксплуатации.

Перспективным направлением является концепция Vehicle-to-Grid (V2G), при которой электромобиль не просто потребляет, но и отдает энергию в сеть в периоды пикового спроса. Это требует двунаправленных зарядных систем и соответствующей

кабельной инфраструктуры с иными характеристиками надежности и долговечности.

6.3. Центры обработки данных и ИИ-инфраструктура

Гиперскейл дата-центры для задач искусственного интеллекта стали одними из самых требовательных потребителей кабельной продукции. Стойки с ускорителями потребляют мощности до 100–200 кВт каждая, а весь ЦОД может потреблять десятки и сотни мегаватт. При таких нагрузках потери в медных кабелях перестают быть пренебрежимой величиной.

Именно это обстоятельство стоит за инициативой Microsoft по тестированию ВТСП-кабелей в 2026 году. Нулевое сопротивление сверхпроводников позволяет передавать ту же мощность в значительно более компактном кабеле, одновременно снижая выделение тепла — что напрямую сокращает нагрузку на системы охлаждения, являющиеся вторым крупнейшим потребителем энергии в ЦОД.

В ближайшей перспективе, до внедрения ВТСП, ЦОД активно используют кабели с алюминиевыми жилами для снижения веса и стоимости при сохранении приемлемой проводимости, а также шинпроводные системы с изоляцией на XLPE для магистральных линий питания.

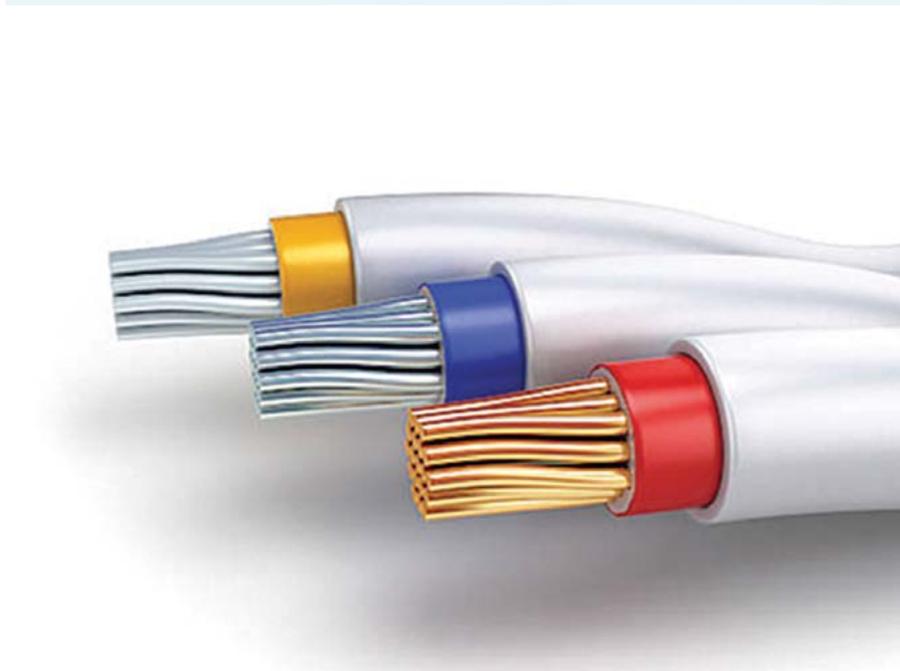
6.4. Нефтегазовая отрасль и горнодобывающая промышленность

Нефтегазовый сектор предъявляет к кабелям требования, сочетающие высокие механические нагрузки (вибрация, удары, кручение) с химической агрессивностью (углеводороды, буровые растворы, сероводород) и пожаровзрывоопасностью. Для этих условий разработаны специальные марки с оболочками на основе хлоропреновой резины (неопрена) и EPR-изоляцией.

Горнодобывающая промышленность использует гибкие силовые кабели для питания мобильного оборудования — горнопроходческих комбайнов, экскаваторов, ленточных конвейеров. Такие кабели должны выдерживать многотысячные циклы сгибания при воздействии влаги, низких температур и механических повреждений.

6.5. Транспортная инфраструктура

Железнодорожный транспорт, метрополитен и системы городского трамвая предъявляют к кабелям требования нераспространения огня и минимального дымовыделения — обязательные



XLPE-изоляция стареет значительно медленнее

бумажно-пропитанной

условия для тоннельных прокладок. Для тяговых сетей метрополитена и скоростных магистралей применяются специальные высоковольтные кабели с усиленной изоляцией.

Отдельного внимания заслуживают авиационные кабели — они должны обеспечивать минимальный вес при максимальной надежности, работая в условиях вибраций, перепадов давления и температур, воздействия авиационных жидкостей. Применение алюминиевых и алюминиево-медных сплавов вместо чистой меди позволяет снизить вес проводки воздушного судна на 20–30%.

7. Технологии производства: как создается современный кабель

7.1. Экструзия XLPE: непрерывный вулканизационный процесс

Производство силовых кабелей с XLPE-изоляцией требует специализированного оборудования — линий непрерывной вулканизации CCV (Catenary Continuous Vulcanization) или VCV (Vertical Continuous Vulcanization). В вертикальных линиях VCV изоляция накладывается и сшивается при вертикальном движении кабеля, что обеспечивает равномерное распределение материала без гравитационных деформаций.

Совершенствование технологии «тройной экструзии» (одновременное нанесение внутреннего полупроводящего слоя, изоляции и наружного полупроводящего слоя) позволяет обеспечить идеальную границу раздела между слоями без включений и неоднородностей — главного источника частичных разрядов и ускоренного старения изоляции.

7.2. Контроль качества: от разрушающих испытаний к онлайн-диагностике

Современные производства всё активнее переходят от финального контроля готовой продукции к непрерывному онлайн-мониторингу

производственного процесса. Датчики в реальном времени измеряют диаметр изоляции, эксцентриситет жилы, емкость погонного метра — параметры, напрямую влияющие на электрические характеристики готового кабеля.

Для высоковольтных кабелей обязательной является испытание на частичные разряды (ЧР-испытания). Инновацией последних лет стала воз-

можность проведения ЧР-диагностики непосредственно на смонтированных кабельных линиях без их вывода из работы — технология онлайн-мониторинга ЧР, позволяющая отслеживать развитие дефектов изоляции в процессе эксплуатации.

7.3. Ресурс и долговечность: как продлить жизнь кабеля

Долговечность кабеля определяется несколькими факторами: качеством изоляционных материалов, точностью производственных процессов, условиями прокладки и режимом эксплуатации. Кабельная продукция нового поколения стоит дороже традиционных марок, однако расчеты показывают быструю окупаемость за счет снижения затрат на обслуживание и аварийный ремонт.

XLPE-изоляция стареет значительно медленнее бумажно-пропитанной.



Механизм термоокислительного старения полимера при рабочих температурах настолько замедлен, что ресурс современного высоковольтного кабеля может превышать 50 лет при соблюдении нормативных нагрузок. Ключевую роль играет тепловой режим: перегрев сверх допустимого значения на каждые 10 °C сокращает ресурс изоляции примерно вдвое — так называемое «правило десяти градусов» Аррениуса.

8. Импортозамещение и российские компетенции

8.1. Что освоено и что предстоит освоить

Уход западных поставщиков с российского рынка в 2022 году создал как вызовы, так и возможности для отечественной кабельной промышленности. К 2024–2025 годам российские предприятия освоили производство многих

ранее импортировавшихся специализированных марок: огнестойкие и безгалогенные кабели, кабели для нефтегазовой отрасли, часть номенклатуры высоковольтных кабелей.

Наиболее сложными остаются несколько сегментов. Кабели сверхвысокого напряжения (330 кВ и выше) в XLPE-изоляции требуют особо чистых материалов и оборудования, производство которых в России ограничено. Специализированные кабели для атомной энергетики и подводной прокладки также нуждаются в развитии компетенций. Оптоволоконный сенсорный кабель — сегмент, где Россия традиционно отставала, — сегодня активно развивается.

9. Устойчивое развитие: кабель и экология

Экологическая повестка становится всё более значимой для кабель-

ной индустрии. Запрет на свинцовые броневые оболочки в Европе — лишь один из примеров ужесточения экологических требований. Полный отказ от ПВХ в пользу безгалогенных материалов в ряде категорий применений меняет структуру спроса на компаунды.

Особого внимания заслуживают инициативы по замкнутому циклу материалов. Медь — один из наиболее эффективно перерабатываемых металлов: из вторичного сырья можно получить медь, практически неотличимую по свойствам от первичной. Nexans в рамках программы CABLELOOP ставит цель использовать до 30 % переработанной меди к 2030 году.

В России переработка отработавших кабелей пока не достигла европейского уровня организации, однако экономическая логика — высокая стоимость меди и алюминия — стимулирует развитие этого направления. Ряд предприятий уже выстраивает системы сбора и переработки кабельных отходов.

Биодеградируемые изоляционные материалы остаются предметом исследований, но уже прошли стадию лабораторных разработок. Ожидается, что в 2026 году доля кабелей, изготовленных из экологически чистых материалов, существенно увеличится — пусть преимущественно в низковольтном сегменте.

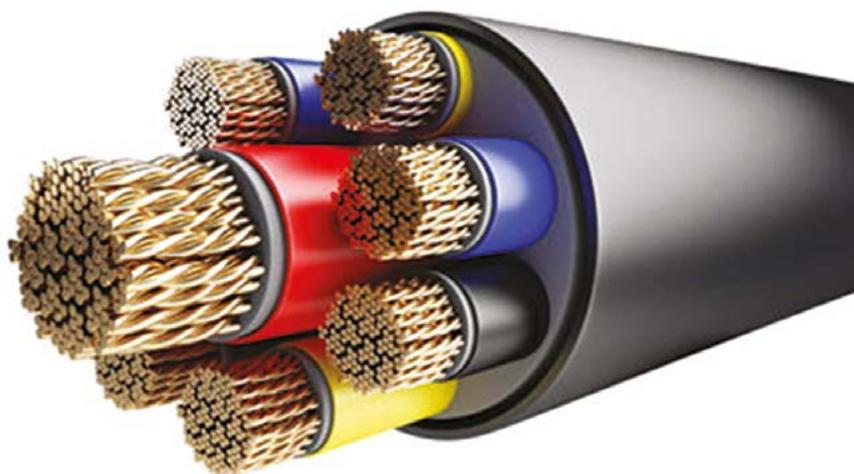
10. Прогноз и выводы

10.1. Технологические приоритеты на 2026–2030 годы

Анализ мировых и российских трендов позволяет выделить несколько ключевых технологических приоритетов для отрасли на ближайшие пять лет.

Первый — расширение применения XLPE-изоляции, вытесняющей бумажно-пропитанные и ПВХ-изоляции во всём диапазоне напряжений. Второй — массовое внедрение безгалогенных материалов в связи с ужесточением пожарных норм и общественным запросом на безопасность. Третий — интеллектуализация кабельных систем через интеграцию оптоволоконных сенсоров и систем предиктивного мониторинга. Четвертый — ВТСП для нишевых высокоответственных применений: магистральные линии в городах, питание ЦОД, системы накопления энергии.

Пятый — специализация для возобновляемой энергетики: разработка кабелей с 30–40-летним ресурсом для морских ветровых ферм и наземных солнечных электростанций. Шестой — кабели для электромобильной инфраструктуры: высокогибкие, сверхтоковые, с интегрированным управлением зарядом.



10.2. Рекомендации для участников рынка

Производителям: инвестировать в освоение безгалогенных компаундов и XLPE-изоляции, развивать системы онлайн-контроля качества, активно участвовать в сертификационных программах для подтверждения реальных характеристик продукции.

Проектировщикам и заказчикам: при разработке технических заданий учитывать долгосрочную стоимость владения, а не только начальную стоимость кабеля. Обоснованное применение огнестойких безгалогенных кабелей окупается в первый же пожарный инцидент, который они предотвратят.

Регуляторам: ускорить введение обязательной сертификации кабельной продукции с независимым контролем. По экспертным оценкам, значительная доля реализуемых кабелей не соответствует заявленным характеристикам, что создает скрытые риски для электроэнергетической инфраструктуры.

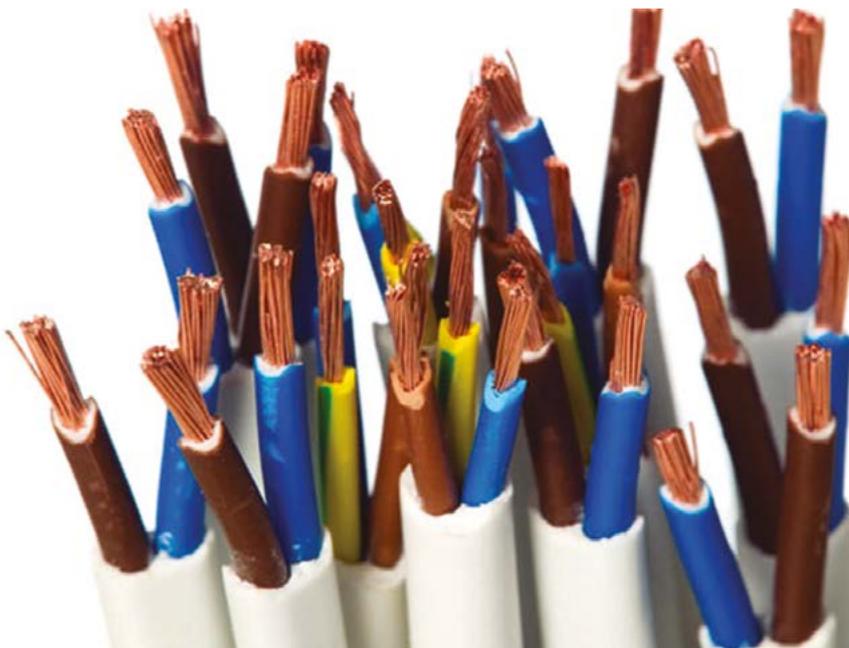
Исследователям: сосредоточить усилия на нанокompозитных диэлектриках, технологиях гибкой электроники для умных кабелей и снижении стоимости ВТСП-лент второго поколения.

Подведем итог

Силовой кабель нового поколения — это принципиально иной продукт по сравнению с кабелями прошлого столетия. Он живет дольше, работает безопаснее, «умнее» в эксплуатации и экологичнее в производстве. Переход от ПВХ к XLPE и безгалогенным компаундам, от пассивного элемента к активному датчику, от медной жилы к ВТСП-ленте — это не просто технические улучшения, а смена парадигмы.

Российская кабельная промышленность, несмотря на вызовы последних лет, демонстрирует способность к технологическому развитию. 280 заводов, отраслевые научные центры и активное освоение импортозамещающих компетенций создают основу для укрепления позиций на внутреннем рынке и постепенного выхода на экспортные направления.

Главным вызовом остается не производственный, а нормативно-регуляторный и культурный: сформировать рыночные условия, при которых качество и инновации вознаграждаются, а фальсификат и технический демпинг — исключаются. В этом смысле кабельная отрасль — не исключение, а зеркало более широких экономических и институциональных процессов.



Импортозамещение в электротехнической отрасли в России в 2026 году: проблемы и тренды

■ Максим Ковалев

Российское импортозамещение в электротехнике к 2026 году переходит от «ручного пожаротушения» к системной перестройке цепочек поставок, с опорой на госзаказ, локализацию критического оборудования и углубление техсуверенитета в электронике и силовом оборудовании. При этом отрасль остается в зоне повышенных рисков из-за санкций по высокотехнологичной электронике и сужения «окна» китайских и других азиатских поставщиков.

1. Стратегический сдвиг: от «замены бренда» к технологическому суверенитету

- Импортозамещение в энергетике и электротехнике закрепляется как долгосрочный приоритет промышленной политики, а не временная антикризисная мера. В госдокументах появляются перечни критически важного энергооборудования и целевые показатели локализации до конца десятилетия (силовые трансформаторы, газовые турбины, высоковольтное оборудование, системы управления).
- Формируется фокус на технологической независимости: задача смещается от простого поиска альтер-

нативных поставщиков к созданию собственных технологий и производств (R&D в силовой электронике, промышленной автоматизации, электронных компонентах).

- Во всех крупных инфраструктурных проектах (ТЭК, электроэнергетика, атомная отрасль) импортозамещение электрооборудования увязывается с энергетической и национальной безопасностью, что стимулирует спрос на отечественные решения, даже если они пока уступают по характеристикам.

Ключевой тренд: государство всё жестче «зашивает» приоритет российских решений в регуляторику, закупочную политику и стратегическое планирование.

2. Фокус на критическом оборудовании и «узких местах»

- Регуляторы выделяют группы критического оборудования, где импортозамещение становится «обязательным»: силовые трансформаторы 110–500 кВ, газовые турбины 65–110 МВт и выше, высоковольтные выключатели и разъединители, КРУ/КРУЭ, системы релейной защиты и автоматики, системы управления технологическими процессами и SCADA. strana-rosatom+2
- По ряду позиций в энергетике заявлено стремление обеспечить до 80–95% внутреннего спроса за счет отечественного производства к концу десятилетия (трансформаторы, кабель, системы управления). В реальности 2025–2026 годов это превращается в принципиально новый уровень загрузки электротехнических заводов и спрос на модернизацию производственных линий.
- В атомной и смежных отраслях на первый план выходит импортозамещение сложных комплектных устройств: КРУ среднего напряжения и НКУ на отечественной компонентной базе, включая выключатели, терминалы РЗА и автоматики.

Проблема: смена номенклатуры не всегда сопровождается развитием испытательной и сертификационной базы — отрасль испытывает дефицит «длинных» стендовых испытаний по международным и обновленным ГОСТ стандартам.



3. Срыв привычных цепочек поставок: санкции и «усталость» параллельного импорта

- Санкции ЕС, США и других стран радикально ограничивают доступ к высокотехнологичным станкам, электронным компонентам и специализированному оборудованию, что особенно болезненно для производителей силовой и промышленной электроники. С 2022 года это уже не шок, а «новая нормальность» производственного планирования и логистики.
- К 2024–2025 годам появляются дополнительные ограничения, затрагивающие схемы реэкспорта и транзита через третьи страны; одновременно ужесточается контроль китайских банков за платежами за электронные компоненты, что снижает предсказуемость поставок из КНР.
- Отрасль всё активнее диверсифицирует «серую» географию: Турция, ОАЭ, Юго Восточная Азия, Индия, но логистические плечи удлиняются, а сроки и цены сильнее волатильны.

Ключевая проблема: даже при наличии формальных аналогов производители электротехники живут в условиях постоянного риска срыва поставок по «узким» компонентам (микроэлектроника, силовые модули, специализированные датчики), что заставляет создавать запасы и ухудшает оборачиваемость капитала.

4. Электроника как «бутылочное горлышко» для всей электротехники

- Ограничения на поставки современных электронных компонентов и оборудования для их производства делают рынок электронных компонентов ключевым ограничителем развития отечественной электротехники. Российские компании вынуждены параллельно: искать альтернативных зарубежных поставщиков и ускоренно развивать собственные технологии.
- В госсекторе к 2028 году ставится задача довести долю российской радиоэлектроники до 60%, причем речь идет не только о конечной технике, но и об элементной базе, микроконтроллерах, датчиках и промышленной автоматике.





- На уровне технологических планов признается, что заменить импорт в сегментах, где десятилетиями не было своих разработок (медицинская высокотехнологичная техника, электроника с техпроцессами ниже 28 нм), будет особенно сложно и долго.

Последствия для электротехники: проекты КРУ, НКУ, РЗА, АСУ ТП и «умных» систем энергоучета зависят от темпов импортозамещения в микро- и силовой электронике; период 2026–2030 годов во многом станет временем «догоняющего» развития с потенциальными компромиссами по характеристикам.

5. Государственная политика: квоты, реестры, преференции

- Инструментарий промышленной политики заметно усложняется: перечни критически важного оборудования, квоты на долю российских товаров, обязательность приоритета отечественных решений в госзакупках, отдельные требования по уровню локализации.
- Расширяется набор мер поддержки: СПИК, льготные кредиты, субсидирование НИОКР и модернизации производств, частичная компенсация затрат на покупку отечественного оборудования (в том числе для производств электроники и электротехники).
- Госкомпании получают прямые стимулы к переходу на отечественное оборудование: участие в госпрограммах финансирования, дополнительные баллы в оценке инвестпроектов, возможность быстрее согласовывать модернизационные программы при использовании российских решений.

Тренд: регуляторика постепенно превращает импортозамещение в «норму по умолчанию» для всех крупных проектов в электроэнергетике и ТЭК, а использование зарубежной техники требует отдельного обоснования.

6. Технологические тренды: цифровизация, автоматизация, энергоэффективность

- Одновременно с импортозамещением развивается тренд на цифровизацию электроэнергетики и промышленной инфраструктуры: интеллектуальные подстанции, цифровые РЗА, АСУ ТП



Одновременно с импортозамещением развивается

тренд на цифровизацию электроэнергетики

и SCADA-системы, соответствующие ГОСТ и IEC стандартам.

- Отечественные АСУ ТП и системы автоматизации постепенно занимают место импортных аналогов в энергетике, прежде всего на новых и модернизируемых объектах, что формирует устойчивый спрос на российскую компонентную базу, программное обеспечение и сервис.
- Программы импортозамещения стимулируют инвестиции в энергоэффективные решения, интеллектуальные системы управления нагрузкой, «умную» городскую и промышленную инфраструктуру, которые требуют уже не только замещения железа, но и собственной компетенции в софте и алгоритмах управления.

Для производителей: растет необходимость интеграционных компетенций — умения собирать комплексные решения «под ключ» на максимально локализованной базе.

7. Инвестиции в R&D и модернизацию производств

- Государственные субсидии и программы импортозамещения подталкивают предприятия вкладываться в собственные R&D-подразделения, чтобы отказаться от зарубежных технологий и создать конкурентоспособные отечественные решения. В приоритете — энергоэффективные системы, высоковольтное оборудование, промышленная автоматика, силовая электроника нового поколения.
- Ускоряется модернизация производственных линий, расширение мощностей, адаптация технологических процессов под новые материалы и компоненты, которые доступны в условиях санкций.
- Одновременно остро проявляется дефицит квалифицированных инженерных кадров и конструкторов, способных вести полноценный цикл разработки, а не только «отверточную» сборку.

Риск: без устойчивого финансирования «длинных» проектов НИОКР и подготовки кадров импортозамещение может застрять на уровне сборочных производств и интеграции чужих технологий.

8. Герметизация рынка: роль госзаказа и конкуренция с параллельным импортом

- Доля отечественного оборудования в энергетике уже оценивается порядка 60%, к концу десятилетия целевой ориентир — около 80%. Это фактически означает «герметизацию» значительной части рынка для иностранных поставщиков в сегментах, где есть локальные аналоги.
- Государственные и квазигосударственные заказчики становятся главным драйвером спроса на российскую электротехнику, обеспечивая загрузку предприятий при модернизации энергосистем, ТЭК и транспорта.
- При этом параллельный импорт и альтернативные каналы поставок сохраняют сильную конкуренцию, особенно по сложной электронике и спецоборудованию, где отечественные решения пока уступают по ТСО и функционалу.

Дилемма для отрасли: баланс между быстрым импортом «как есть»

и более долгим, но стратегическим развитием собственной технологической базы становится ключевой управленческой темой на уровне компаний и государства.

9. Ключевые проблемы и риски до 2030 года

- Зависимость от внешних поставок по критическим компонентам: микроэлектроника, силовые модули, станочное и технологическое оборудование остаются слабым звеном, которое трудно быстро импортозаместить.
- Несоответствие темпов регуляторных требований и реальных возможностей промышленности: жесткие квоты и критерии локализации иногда опережают технологическую готовность отечественных производителей.
- Высокая капиталоемкость и длинный инвестиционный цикл проектов НИОКР и модернизации, при этом доступ к «длинным» деньгам и устойчивому финансированию остается ограниченным, несмотря на льготы и субсидии.
- Риски перегрева и неэффективных инвестиций: часть проектов создается «под субсидию», а не под рыночный спрос, что повышает вероятность появления недогруженных мощностей и технологически устаревших решений.

Вызов для отрасли: превратить импортозамещение из набора разрозненных проектов в связанную экосистему — от элементной базы и материалов до сложных систем и экспорта электрооборудования.



Микросети и распределенная генерация: проблемы и прогнозы

■ Никита Новиков

Микросети и распределенная генерация к началу 2026 года перестали быть нишевой темой и становятся одним из ключевых направлений трансформации электроэнергетики во всём мире и в России. Рост доли локальной генерации, развитие накопителей и цифровых систем управления уже меняют архитектуру сетей, модель рынка и требования к оборудованию — от силовой электроники до учета и автоматизации.

Что такое микросети и распределенная генерация

Распределенная генерация (РГ) — это производство электроэнергии на относительно небольших объектах, расположенных вблизи потребителя: промпредприятия, сельхозкомплексы, жилые комплексы, коттеджные поселки, месторождения, отдельные здания. Типичные мощности единичных установок — от единиц сотен кВт до десятков МВт, в отличие от крупных электростанций, работающих на уровне Единой энергосистемы.

Микросеть — это локальная энергосистема, объединяющая распределенные источники (газовые и дизельные ДГУ, когенерационные установки, ВИЭ), накопители энергии, нагрузки и системы управления, способная работать как параллельно с магистральной сетью, так и в «островном» режиме. Микросеть выступает «умным контуром» баланса генерации, потребления и хранения энергии на локальном уровне.

К распределенной генерации относятся: газопоршневые и газотурбинные установки, когенерационные и тригенерационные станции, солнечные и ветровые установки малой и средней мощности, биогазовые и утилизационные станции, а также топливные элементы и микротурбины. Всё чаще в эту архитектуру интегрируются системы накопления (Li ion, Na ion, гибридные решения) и интеллектуальные системы управления нагрузкой.

Глобальные тренды: от ВИЭ к «умным» локальным системам

Глобальный рынок распределенной генерации в 2023 году оценивался примерно в 360 млрд долл. и, по оценкам отраслевых аналитиков, к 2033 году может превысить 1,4 трлн долл. при двузначных темпах роста. Рынок микросетей, в свою очередь, оценивается примерно в 43–48 млрд долл. в 2025 году и способен вырасти до 95–160 млрд долл.

к 2030–2033 гг. при среднем темпе 16–17% в год.

Главные драйверы мирового роста:

- Ускоренная интеграция ВИЭ (солнечная и ветровая генерация) и необходимость балансировки их переменности.
- Требования к надежности и устойчивости электроснабжения (blackout риски, климатические катастрофы, киберугрозы).
- Снижение стоимости солнечных панелей, накопителей и силовой электроники, рост эффективности управления на основе цифровых платформ и ИИ.
- Энергопереход и жесткие цели по декарбонизации в Европе и ряде стран Азии, корпоративные ESG обязательства.

Лидером по масштабам внедрения РГ и микросетей стал Азиатско-Тихоокеанский регион, где рост спроса на электроэнергию, урбанизация и поддержка ВИЭ стимулируют переход к локализованным решениям. Северная Америка активно развивает коммерческие микросети и виртуальные электростанции, прежде всего в сегментах C&I, кампусов, военной и критической инфраструктуры. Европа фокусируется на декарбонизации, энергоэффективности зданий и интеграции распределенных ресурсов в «умные» сети.

Россия: масштаб, динамика и специфика

По оценкам Ассоциации малой энергетики (АМЭ), совокупная установленная мощность распределенной генерации в России на январь 2026 года (без накопителей) достигла 38–39 ГВт, что составляет около 14–15% общей установленной мощности электроэнергетики страны. В 2025 году прирост мощностей РГ составил по-



В структуре российской распределенной генерации доминируют газопоршневые и газотурбинные установки

рядка 1,8–2,3 ГВт, а к концу 2026 года ожидается выход на 41–42 ГВт, с потенциальным ростом до 45 ГВт к 2027 году.

Ключевые факторы развития РГ в России:

- Рост тарифов на электроэнергию и плата за мощность, усиливающие мотивацию к собственной генерации.
- Удорожание технологического присоединения и обсуждаемые механизмы take or pay, меняющие экономику подключения к сети.
- Необходимость повышения надежности электроснабжения удаленных территорий, месторождений, промплощадок, районных центров.
- Потребность в импортонезависимых и устойчивых решениях на фоне санкций и ограничений по оборудованию.

В структуре российской распределенной генерации доминируют газопоршневые и газотурбинные установки, а также когенерация, ориентированная на промышленность, ЖКХ и нефтегазовый сектор. ВИЭ компонента (солнечная и ветровая микрогенерация) растет медленнее, но именно она формирует основу перспективных микросетевых решений для коттеджных поселков, сельхозкластеров и изолированных энергозон.

Микросети в российской повестке

Исследования российских вузов и отраслевых организаций показывают, что потенциал микросетей в России значителен, но уровень реального внедрения пока определяется регуляторной моделью и экономикой проектов. Обсуждаются два подхода к развитию электроэнергетики: «инновационная модель», предполагающая рост доли интеллектуальных сетей, распределенной и локальной генерации, и консервативная модель, ориентированная на поддержание крупномасштабной генерации.

На практике уже формируются типовые сценарии микросетей:

- Промышленные и промышленно-энергетические парки на базе когенерации и локальной сети с возможностью островного режима.
- Нефтегазовые месторождения с комбинированной генерацией (утилизация попутного газа, ДГУ, накопители) и локальными сетями.
- Коттеджные и малоэтажные поселки с микрогенерацией (солнечные установки, малые газовые станции), DC/AC микросетями и интеллектуальным управлением нагрузкой.

Отдельное направление — создание рынков гибкости на розничном уровне

и в дефицитных узлах: предполагается допуск локальной генерации и накопителей к оказанию системных услуг (управление спросом, регулирование мощности), что позволит инвесторам в распределенные решения зарабатывать не только на экономии по тарифу, но и на рыночных механизмах.

Технологические и рыночные возможности для электротехнической отрасли

Развитие микросетей и распределенной генерации создает устойчивый спрос на широкий спектр электротехнической продукции и решений.

К ключевым направлениям относятся:

- Силовая электроника и преобразовательная техника: инверторы, преобразователи частоты, DC-шины, устройства плавного пуска, решения для гибридных систем генерация–накопитель–нагрузка.
- Коммутационная аппаратура и распределительные устройства: КРУ/КРУН, РУ низкого и среднего напряжения, шкафы АВР, интеллектуальные выключатели и реле.
- Системы накопления энергии и их инфраструктура: батарейные модули, BMS, системы пожарной безопасности и климат-контроля, специализированные шкафы и контейнеры.
- Цифровые платформы управления: АСУ ТП микросетей, SCADA, локальные «диспетчерские» решения, системы прогнозирования генерации и нагрузки, платформы энергоменеджмента с применением ИИ и IoT.
- Учет и управление спросом: интеллектуальные счетчики, решения

Ключевые параметры развития РГ и микросетей (мир / Россия)

Параметр	Мир	Россия
Объем рынка распределенной генерации	360,4 млрд долл. в 2023 г., прогноз 1,4 трлн долл. к 2033 г.	38–39 ГВт установленной мощности РГ на янв. 2026 г. (14–15% генерации).
Рынок микросетей	43–48 млрд долл. в 2025 г., прогноз 95–163 млрд долл. к 2030–2033 г.	Начальная стадия, пилоты в промпарках, изолированных территориях, коттеджных поселках.
Основные драйверы	ВИЭ, надежность, снижение CAPEX/OPEX за счет технологий, ESG и декарбонизация.	Рост тарифов и платы за мощность, удорожание техприсоединения, потребность в надежности, импортонезависимость.
Технологический фокус	ВИЭ + накопители + цифровые платформы, виртуальные электростанции.	Газовая когенерация, ДГУ, постепенная интеграция ВИЭ и накопителей, развитие микрогенерации.

для «умных» домов и зданий, системы динамических тарифов и управления нагрузкой.

Для российских производителей и интеграторов это означает:

- Появление устойчивого внутреннего рынка решений для РГ и микросетей в диапазоне мощностей от нескольких сотен кВт до десятков МВт.
- Спрос на импортозамещающие решения — от низковольтной коммутации до высокотехнологичных инверторов и контроллеров, учитывая ограничения по зарубежному оборудованию.
- Рост интереса заказчиков к комплексным проектам «под ключ», включающим проектирование микросети, поставку оборудования, сервис и возможное участие в управлении объектом.

Роль систем накопления энергии в микросетях

Системы накопления энергии (СНЭ) — это ключевой элемент совре-

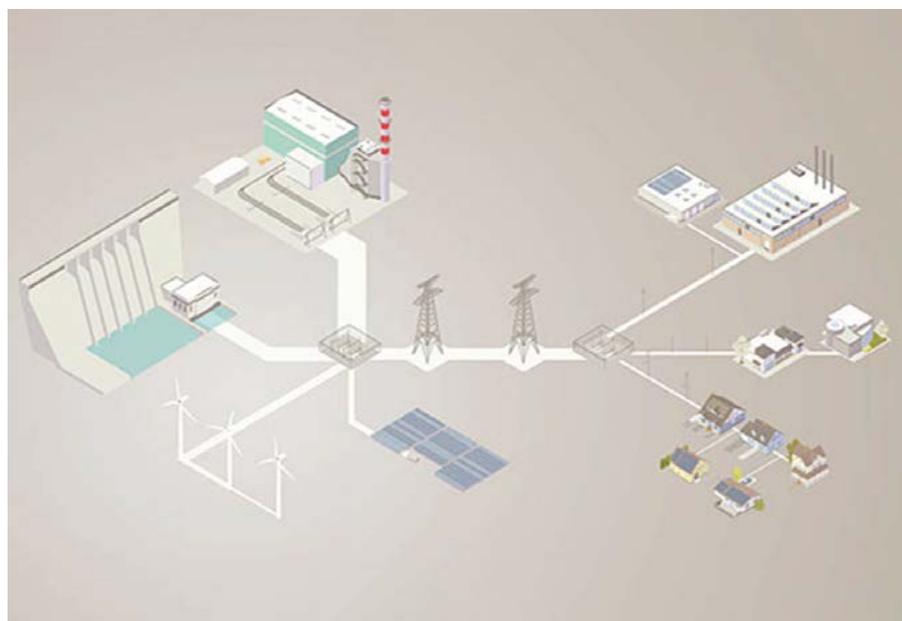
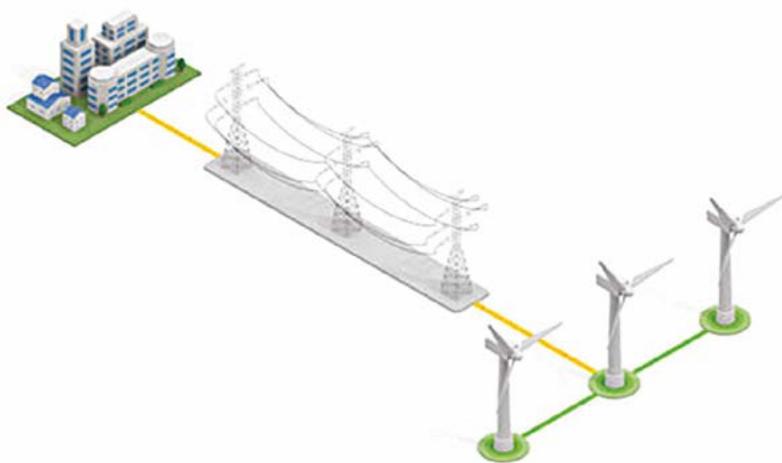
менной микросети, без которого она почти не может выполнять свои функции по надежности, качеству и экономике энергоснабжения. В большинстве актуальных архитектур именно накопитель делает микросеть действительно «умной» и управляемой, а не просто набором локальных источников.

Базовая роль СНЭ в микросети

СНЭ встраивается в микросеть как буфер между генерацией, нагрузкой и внешней сетью. Она принимает избыточную энергию (от ВИЭ или локальной генерации) и отдает ее в периоды дефицита или пиковых нагрузок.

Основные элементы:

- аккумуляторный модуль (Li ion, LFP и др.);
- силовая часть (PCS, инверторы, DC/AC преобразователи);
- система управления (BMS + EMS микросети).



Повышение надежности и резервирование

Микросети часто работают с высокой долей солнечной и ветровой генерации, мощность которых случайна и нестабильна. СНЭ сглаживает эти колебания и позволяет:

- поддерживать питание при резких изменениях выработки ВИЭ;
- обеспечивать резерв при отключении внешней сети или остановке распределенной генерации;
- сокращать время простоя при обслуживании источников.

В «островном» режиме (отключение от магистральной сети) именно накопитель позволяет микросети надежно питать приоритетную нагрузку и выдерживать переходные процессы.

Улучшение качества электроэнергии

Без накопителей микросеть с высокой долей ВИЭ часто не способна обеспечить стабильное напряжение и частоту на уровне стандартов энергосистемы. СНЭ через силовую электронику выполняет:

- регулирование активной и реактивной мощности для стабилизации напряжения и частоты;
- сглаживание провалов и всплесков напряжения при изменении нагрузки или состояния сети;
- частичную фильтрацию гармоник и поддержку коэффициента мощности.

По сути, накопитель превращает микросеть в полноценный источник высококачественной электроэнергии, готовый к параллельной работе с энергосистемой.

Пиковое регулирование и экономический эффект

СНЭ в микросети выполняет классическую функцию срезания пиков нагрузки и смещения нагрузки по времени.

- В периоды низкой нагрузки или высокой генерации (день для СЭС, ветреные часы) энергия аккумулируется.
- В часы вечернего и утреннего пика накопитель отдает энергию, снижая потребление из внешней сети и разгружая трансформаторы и линии. Это позволяет:
 - уменьшать необходимую установленную мощность локальной генерации и/или сетевого присоединения;
 - снижать плату за мощность и за пик спроса;
 - повышать загрузку существующего оборудования без его усиления.

Для микросетей на базе ВИЭ СНЭ — обязательный элемент

Интеграция ВИЭ и управление микросетью

Для микросетей на базе ВИЭ СНЭ — обязательный элемент, позволяющий перейти от «по мере наличия солнца/ветра» к управляемому графику выдачи мощности. Через EMS реализуются сценарии:

- приоритет зарядки от ВИЭ;
- ограничение обратной мощности в сеть;
- оптимизация работы дизель/газогенераторов (работа в оптимальной зоне, уменьшение числа пусков).

СНЭ также облегчает участие микросетей в программах управления спросом и сервисах гибкости: локальное хранилище берет на себя быстрые изменения нагрузки, позволяя объекту зарабатывать на рыночных услугах, не меняя привычное потребление.

Энергетическая независимость и устойчивость сообществ

Накопители на уровне микросетей повышают энергонезависимость районов, промплощадок и социальных объектов. При авариях в магистральной сети, природных катастрофах или отключениях по графику микросеть с СНЭ может:

- обеспечивать автономную работу критических потребителей (школы, медцентры, ИТ-инфраструктура);
- поддерживать комфорт в жилых домах и устойчивость малого бизнеса;
- компенсировать слабость или ветхость сетевой инфраструктуры.

Итог: в современной архитектуре микросетей системы накопления энергии играют роль «сердца» и «амортизатора» — они обеспечивают надежность, качество, экономику и управляемость локальной энергосистемы, превращая набор распределенных источников в полноценную энергетическую инфраструктуру нового поколения.

Регуляторные вызовы и сценарии до 2030 года

Дальнейший рост микросетей и распределенной генерации в России во многом будет определяться регулированием. Среди ключевых вопросов на 2026–2030 годы:

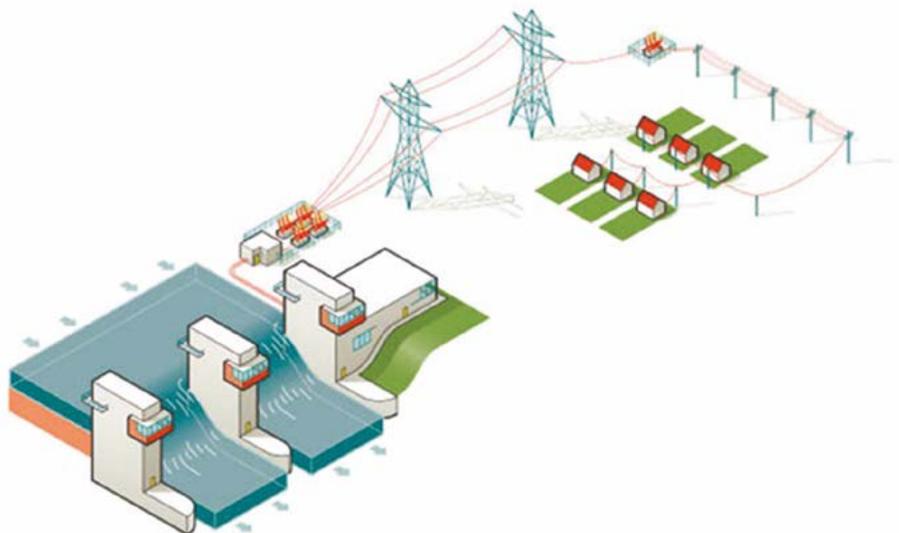
- Расширение режима микрогенерации (повышение порога мощности, упрощение подключения) для малого и среднего бизнеса и частных потребителей. Формирование рынков гибкости

и сервисов на розничном уровне, в узлах дефицита и сетевых ограничений.

- Пересмотр подходов к плате за мощность и техприсоединение, чтобы CAPEX в локальные решения компенсировались экономией не только по тарифу, но и по инфраструктурным платежам.

- Определение роли микросетей в структуре Единой энергосистемы и механизма их взаимодействия с сетевыми компаниями и ОДУ/СО ЕЭС.

Международный опыт показывает, что при благоприятной модели регулирования до 70–75% новых присоединений к сетям может обеспечиваться за счет распределенных энергоресурсов, включая микросети. Для России реалистичным выглядит сценарий, при котором доля распределенной генерации в общей установленной мощности к 2030 году существенно вырастет по сравнению с нынешними 14–15%, а микросети станут стандартным инструментом для предприятий, девелоперов и муниципальной инфраструктуры.



Мобильные подстанции и модульные энергоблоки

Новости рынка, проблемы и перспективы

■ Тимофей Лапочкин

Что такое мобильные подстанции и модульные энергоблоки

Под мобильной подстанцией в российских реалиях обычно понимают комплектную трансформаторную или распределительную подстанцию в блочно-модульном исполнении на транспортируемой раме, шасси или в контейнере, полностью готовую к быстрому подключению к сети и нагрузке. Она включает в себя силовой трансформатор или автотрансформатор, коммутационную аппаратуру, РЗА, системы АСУ ТП, а также собственные системы жизнеобеспечения — отопление, вентиляцию, кондиционирование.

Модульный энергоблок — более широкое понятие: это блочно-модульный комплекс, который может совмещать преобразование и распределение электроэнергии с генерацией (газопоршневая, дизельная, ВИЭ-модули, накопители) и зачастую строится по принципу заводской готовности, с возможностью наращивания мощности путем добавления типовых модулей. В отличие от стационарных подстанций и традиционных КТП, такие решения изначально проектируются под серийное производство, типизацию и быструю логистику.

Российский контекст 2023–2026: драйверы спроса

На российском рынке 2023–2026 годов спрос на мобильные и модульные решения формируют несколько групп факторов:

- Масштабная реконструкция распределительных сетей 6–35 кВ, в том числе по программам модернизации изношенных подстанций и линий, когда для «обхода» ремонтируемого узла требуется временная подстанция без длительного строительства капитальных сооружений.
- Рост количества крупных строек — промышленных, инфраструктурных, девелоперских проектов, где временное, но надежное электроснабжение на период строительства дешевле и быстрее решается мобильными подстанциями и модульными энергоблоками.
- Необходимость повышения готовности к ЧС: аномальные погодные явления, техногенные аварии и военные риски усилили запрос на быстроразворачиваемые источники питания для восстановления питания социальных объектов и критически важных потребителей.
- Перестройка логистики и санкционное давление: ограничение поставок импортного силового и коммутационного оборудования усилило интерес

к отечественным производителям блочно-модульных решений и подтолкнуло к стандартизации конструкций под доступную компонентную базу.

В результате если десять лет назад мобильные подстанции рассматривались в основном как «аварийный резерв» сетевых компаний, то к 2026 году они становятся плановым инструментом управления мощностью и надежностью, интегрированным в долгосрочные схемы и программы развития.

Применение на стройках: от временной схемы до «цифрового полигона»

Стройплощадки в сегменте промышленного и инфраструктурного строительства — один из главных заказчиков мобильных подстанций в 6–35 кВ и модульных энергоблоков малой и средней мощности.

Ключевые сценарии применения:

- Временное электроснабжение до ввода в работу постоянной подстанции: модульная подстанция ставится на площадке через считанные дни после доставки, пока идет строительство основного энергоузла.
 - Пошаговое наращивание мощности по мере увеличения количества потребителей на стройке: добавление дополнительных модулей или замена мобильной подстанции более мощной осуществляется без остановки работ, с минимальными перерывами.
 - Разделение площадки на энергозоны: использование нескольких мобильных КТП/ММПС позволяет развести высоко- и низкоприоритетные нагрузки, что важно для сложных промышленных строек и горнодобывающих проектов.
- Преимущества для застройщика и ЕРС-подрядчика:
- Сокращение сроков ввода стройплощадки: нет необходимости ждать завершения капитального строительства подстанции и согласований по площадке постоянного размещения.
 - Оптимизация CAPEX и OPEX: мобильные подстанции часто предоставляются по модели аренды или долгосрочного сервиса, что снижает



разовый инвестиционный пик и позволяет относить затраты на операционные расходы проекта.

- Повышение безопасности и управляемости: встроенные системы РЗА, мониторинга и дистанционного управления помогают лучше контролировать качество электроснабжения при высокодинамичной нагрузке стройки.

Для российских застройщиков на 2026 год становится характерной практика заранее закладывать в графики строительства этапы привязки и последующего вывода мобильной подстанции, что повышает предсказуемость сроков и снижает риски срыва ключевых вех проекта.

Роль в ЧС и аварийном резерве

В сценариях чрезвычайных ситуаций мобильные подстанции выступают как средство «быстрого восстановления» — от нескольких часов до 1–2 суток на развертывание в зависимости от доступности транспортной инфраструктуры и подготовленности персонала.

Типовые задачи:

- Временное питание больниц, объектов гражданской защиты, систем водоснабжения и связи в зоне природных катастроф или техногенных аварий.

- Обход поврежденного узла сети: мобильная подстанция подключается к уцелевшим линиям и берет на себя часть или всю нагрузку на период ремонтно-восстановительных работ.

- Создание временных пунктов питания для оперативных служб и строительно-восстановительных отрядов в полевых условиях.

Ключевое требование к такому оборудованию — максимальная готовность к немедленному выезду и работе: интегрированные системы отопления, вентиляции и поддержания температурного режима в аппаратных контейнерах, а также развитые блокировки безопасности для персонала уже стали отраслевым стандартом на примере поставок для «Россети Московский регион» и других сетевых компаний.

На фоне роста частоты ЧС и повышенного внимания к устойчивости критической инфраструктуры российские сетевые компании расширяют парк мобильных подстанций, размещая их как в центральных регионах, так и в труднодоступных зонах для оперативного реагирования.

Инструмент модернизации сетей

В программах модернизации электросетей мобильные и модульные решения играют роль «временного дублера» подстанций и узлов распределения.

Основные эффекты:

- Реконструкция подстанций «без погашения»: мобильная подстанция временно берет на себя нагрузку на время замены оборудования или перепланировки схемы, что критично для городских агломераций с высокой плотностью потребителей.

- Гибкое перераспределение мощности в периоды сезонных и пиковых нагрузок: временная установка мобильных подстанций на проблемных участках помогает уменьшить перегрузку сетей.

- Тестирование новых схем сети и цифровых решений: модульные подстанции все чаще используются как полигон для отработки цифровых РЗА, интеллектуальных счетчиков и систем удаленного управления в реальных условиях, без риска для основной инфраструктуры.

Таким образом, к 2026 году мобильная подстанция перестает быть исключительно аварийным ресурсом

и становится полноправным элементом стратегии модернизации сетей — особенно в регионах с высокой долей устаревшей инфраструктуры и ограниченным бюджетом на капитальное строительство.

Логистика: скорость против инфраструктурных ограничений

Логистический аспект — ключевое конкурентное преимущество мобильных и модульных решений. С точки зрения цепочки поставок и эксплуатации можно выделить несколько тенденций:

- Унификация транспортной базы: большинство российских производителей проектируют ММПС и блочно-модульные подстанции под перевозку стандартными низкорамными тралями, железнодорожными платформами или в габаритах контейнеров, что снижает стоимость и время доставки.



- Сокращение объема строительно-монтажных работ на месте: фактически требуется подготовка упрощенного фундамента или площадки, подвод кабельных линий и заземление; все остальное выполнено на заводе.

- Адаптация к сложным климатическим и дорожным условиям: для северных и восточных регионов особое внимание уделяется климатическому исполнению и возможностям транспортировки по временным зимникам и грунтовым дорогам.

Санкционные ограничения и изменение логистических маршрутов в 2022–2025 годах привели к росту сроков и стоимости импортных поставок электротехники, включая трансформаторы и распределительное оборудование; это дополнительно стимулировало локализацию производства и переход на российскую компонентную базу в модульных решениях. В результате логистика становится не только вопросом перевозки готового модуля, но и вопросом доступности комплектующих и сервисной поддержки внутри страны.

Стандартизация и нормативное поле

Нормативная база в России для трансформаторных подстанций и распределительных пунктов в целом сформирована ГОСТами и отраслевыми стандартами, которые задают требования к безопасности, классификации и климатическому исполнению оборудования. Документы, подобные ГОСТ Р 59726 2021, распространяются на комплектные и мачтовые трансформаторные подстанции 6–35 кВ и комплектные распределительные пункты, определяя ключевые параметры, типы изоляции, конструктивные решения и правила классификации.

Мировой рынок модульной энергетики и мобильных подстанций демонстрирует устойчивый рост

Для мобильных и модульных подстанций актуальны следующие направления стандартизации:

- Унификация требований к комплектности, степени заводской готовности и испытаниям ММПС, включая обязательное наличие систем защиты, АСУ ТП и инженерных систем жизнеобеспечения.
- Гармонизация требований к климатическому и сейсмическому исполнению, учитывающая использование модулей в широком диапазоне условий — от Крайнего Севера до южных регионов.
- Стандартизация интерфейсов подключения к сетям и системам верхнего уровня (диспетчеризация, цифровые подстанции), что критично для интеграции мобильных решений в «умные» сети.

Полной унификации именно под мобильные решения на уровне отдельных ГОСТов пока нет, но отраслевой ландшафт движется в сторону типизации решений крупнейших производителей, которые де факто формируют рыночные стандарты для ММПС и блочно-модульных КТП.

Российские производители и компетенции

На российском рынке сформировался круг компаний, специализирующихся на проектировании и выпуске мобильных и модульных подстанций

для сетевого и промышленного сегментов. Поставки мобильных модульных подстанций для «Россети Московский регион» демонстрируют не только наличие технических компетенций, но и высокий уровень интеграции: оборудование поставляется «под ключ», со встроенными инженерными системами, автоматикой и средствами защиты персонала.

Значимыми конкурентными преимуществами российских производителей являются:

- Глубокая адаптация к отечественным нормам и эксплуатационным условиям, включая низкие температуры, обледенение и повышенную запыленность.
- Готовность к кастомизации под требования конкретных сетевых компаний, промышленных заказчиков и нефтегазового сектора — по схемам, типам РЗА, классам напряжения.
- Наличие сервисной инфраструктуры и мобильных бригад для обслуживания ММПС в отдаленных регионах.

При этом линии серийного производства блочно-модульной техники позволяют наращивать выпуск без резкого роста затрат, что создает базу для как внутреннего, так и для потенциального экспортного спроса.

Экспортные перспективы: от ближнего зарубежья к глобальному рынку

Мировой рынок модульной энергетики и мобильных подстанций демонстрирует устойчивый рост благодаря усложнению энергосистем, росту доли ВИЭ и потребности в быстрой модернизации инфраструктуры, особенно в развивающихся странах. Российские решения теоретически конкурентоспособны в следующих нишах:

- Страны ЕАЭС и СНГ, где схожие нормативные требования и климатические условия, а также высокий спрос на модернизацию устаревших сетей и временные схемы питания для стройплощадок и добывающих проектов.
- Регионы с ограниченной инфраструктурой и сложной логистикой (Северная Африка, Ближний Восток, часть стран Азии), где модульность и заводская готовность особенно важны.



- Партнерские проекты в области малых модульных энергокомплексов, в том числе с использованием локализованной генерации и накопителей, где Россия может предложить блочно-модульную инфраструктуру и сервис.

Ограничивающими факторами остаются санкционные риски, ограничения на доступ на рынки развитых стран и необходимость сертификации продукции по международным стандартам, однако возможность экспорта в дружественные юрисдикции через совместные проекты и локализацию на месте остается реалистичной. Здесь важную роль играет и накопленный отечественной промышленностью опыт серийного блочно-модульного строительства (например, в сегменте котельных и энергокомплексов), который уже доказал свою жизнеспособность и экономичность.

Ключевые вызовы и точки роста к 2030 году

Несмотря на позитивную динамику, у сегмента мобильных подстанций и модульных энергоблоков в России есть ряд вызовов:

- Необходимость дальнейшей стандартизации и унификации, чтобы сократить номенклатуру и повысить совместимость решений разных производителей и заказчиков.
- Дефицит высокотехнологичных компонентов РЗА, силовой электроники и накопителей из-за санкций, который требует развития локальной компонентной базы и импортонезависимых решений.

- Конкуренция с традиционными стационарными решениями в условиях ограниченных инвестиционных бюджетов сетевых компаний, где требуется доказательная база по снижению совокупной стоимости владения модульными решениями.

Одновременно потенциал роста к 2030 году определяется:

- Продолжением модернизации распределительных сетей и программой обновления изношенных подстанций в регионах.
- Ростом распределенной генерации и гибридных энергокомплексов, где модульный подход становится естественным.
- Развитием экспортных направлений в странах с высоким спросом на быстровозводимую энергетику и инфраструктуру.

На фоне этих трендов мобильные подстанции и модульные энергоблоки к 2026 году уверенно закрепились как важнейший инструмент гибкого управления энергосистемой — от стройплощадки и аварийного резерва до комплексных программ модернизации и международных проектов в области энергетики.



Драйверы роста для рынка электротехнических компонентов для роботизированных производств

■ Игорь Сальников

Рынок электротехнических компонентов для роботизированных производств к началу 2026 года становится одним из ключевых драйверов промышленной автоматизации и цифровизации, причем рост спроса заметен как в мире, так и в России, где роботизация опирается на курс на импортозамещение и модернизацию производств. Для поставщиков электрокомпонентов это рынок с устойчивым ростом, но и с высокой технологической и санкционной турбулентностью, особенно в части приводов, контроллеров и силовой электроники для промышленных роботов.

1. Масштаб и динамика рынка

Глобальный рынок промышленной автоматизации, включающий роботов и их электротехническую «обвязку», растет почти двузначными темпами и может удвоиться за десятилетие. Оценки показывают, что объем рынка промышленной автоматизации вырос с порядка 200 млрд долл. в начале 2020-х до почти 400 млрд долл. к концу десятилетия, при среднегодовом росте около 9–10%.

Сегмент промышленных роботов в электронике и электротехнике, один из наиболее «электроемких», в 2025 году оценивался примерно в 15 млрд долл. с прогнозом роста до 28 млрд долл. к 2033 году при CAGR около 8%. Эта динамика напрямую подпитывает спрос на компоненты:

сервоприводы, контроллеры, сенсоры, силовые модули, системы безопасности и связи.

Отдельно выделяется рынок компонентов для промышленных роботов: по оценкам, только сегмент приводов и контроллеров формирует порядка 39% выручки рынка компонентов к 2025 году, что отражает их ключевую роль в архитектуре робота. Для поставщиков электротехники это означает смещение фокуса от «железа общего назначения» к специализированным высокоинтегрированным решениям под конкретные робототехнические платформы.

В России рынок промышленных роботов пока несопоставим по объемам с ведущими странами, но демонстрирует устойчивый рост: в 2024 году его оценивали примерно в 413,5 млн долл. с прогнозом до 778,9 млн долл.

к 2030 году и среднегодовым ростом около 10,2%. В штуках это 5 тыс. роботов в 2024 году с прогнозом до 13 тыс. к 2030 году (CAGR более 14%), что создает растущую базу установленного парка и долгосрочный спрос на сервис и запасные компоненты.

2. Структура спроса: какие компоненты нужны роботизированным производствам

Электротехническая «начинка» роботизированных производств формируется несколькими крупными группами компонентов, каждая из которых находится в своей фазе технологического и рыночного развития.

Основные группы:

- Электроприводы и двигатели.
 - Сервоприводы с обратной связью по положению и моменту, шаговые и синхронные двигатели с ПЧ и драйверами, интегрированные мотор редукторы.
 - В структуре рынка автоматизационных компонентов моторы дают около 23% выручки, а в компонентах промышленных роботов приводы и контроллеры в сумме близки к 40%.
- Силовая электроника и источники питания.
 - Инверторы, DC link модули, драйверы силовых полупроводников, импульсные ИП для бортовых шин 24/48 В, фильтры ЭМС.
 - Рост требований к энергоэффективности и компактности роботов стимулирует переход на современные SiC/GaN решения в высокоскоростных приводах и источниках питания.
- Системы управления и логики.
 - ПЛК, встраиваемые контроллеры движений, контроллеры роботов,



Сегмент промышленных роботов в электронике

и электротехнике, один из наиболее «электроемких»

модули ввода-вывода, промышленные компьютеры и панели HMI.

– В промышленной автоматизации именно контроллеры и приводы считаются наиболее ценными элементами, обеспечивающими сложные сценарии управления и интеграцию в цифровые платформы.

- Датчики, системы измерения и безопасности.

– Датчики положения, усилия, момента, инкрементальные и абсолютные энкодеры, лазерные и оптические системы, камеры машинного зрения, световые завесы и сканеры безопасности.

– В проектах «умных» фабрик доля сенсоров и систем машинного зрения растет особенно быстро, поскольку они обеспечивают высокую точность и возможность предиктивной аналитики.

- Коммуникационные и интерфейсные компоненты.

– Промышленные сети (EtherCAT, PROFINET, Ethernet/IP), коммутаторы, шлюзы, интерфейсные модули, системы синхронизации и распределенного ввода-вывода.

– Интеграция роботов в Industry 4.0 требует поддержки стандартных протоколов, OPC UA, TSN и сервисов кибербезопасности на уровне компонентов.

- Низковольтная аппаратура и распределение питания.

– Модульные автоматические выключатели, контакторы, реле, кросс-модули, клеммники, шинные провода, системы резервирования питания для роботизированных линий.

– Здесь идет постепенный переход к интеллектуальным защитным аппаратам с поддержкой удаленного мониторинга состояния и событийных логов.

Для электронного и электротехнического производства, где плотность роботизации особенно высока, основной объем спроса приходится на сервосистемы, контроллеры движения и высокоточные сенсоры, обеспечивающие точность порядка 0,02–0,1 мм и ниже.

3. Ключевые драйверы роста

Несмотря на высокую капиталоемкость, рынок электротехнических компонентов для роботизированных производств демонстрирует устойчивый

рост, опираясь на несколько долгосрочных драйверов.

Главные стимулы:

- Стремление к снижению операционных затрат и повышению эффективности.

– Производители под давлением конкуренции должны сокращать производственные циклы на 20–30%, повышая при этом точность и стабильность процесса.

– Роботы с высокоточным электроприводом и продвинутыми контроллерами позволяют минимизировать потери, брак и простой оборудования.

- Развитие smart manufacturing и Industry 4.0.

– Внедрение IoT датчиков, распределенных систем управления и edge вычислений в производство требует новых поколений сенсоров, контроллеров и коммуникационных модулей.

– Для крупных производителей электроники и автоиндустрии характерно уже почти повсеместное использование цифровых двойников и интегрированных сетей роботов, сенсоров и ПЛК. [marketreportanalytics.com](https://www.marketreportanalytics.com)

- Рост роботизации электроники и электротехники.

– В секторе электроники и электротехники роботы используются для сборки, пайки, нанесения покрытий,



тестирования, перемещения печатных плат и компонентов.

– Этот сегмент концентрирует до 65% стоимости рынка роботизации в электронике и электротехнике, что поддерживает стабильный спрос на специальные электрокомпоненты.

- Ужесточение требований к качеству и безопасности.

– Новые стандарты безопасности машин требуют комплексных решений: от силовой аппаратуры с диагностикой до систем обнаружения присутствия и машинного зрения.

– В ряде отраслей (химия, фармацевтика, пищевая) законодательные ограничения фактически вынуждают переходить к роботизированным линиям для критических операций.

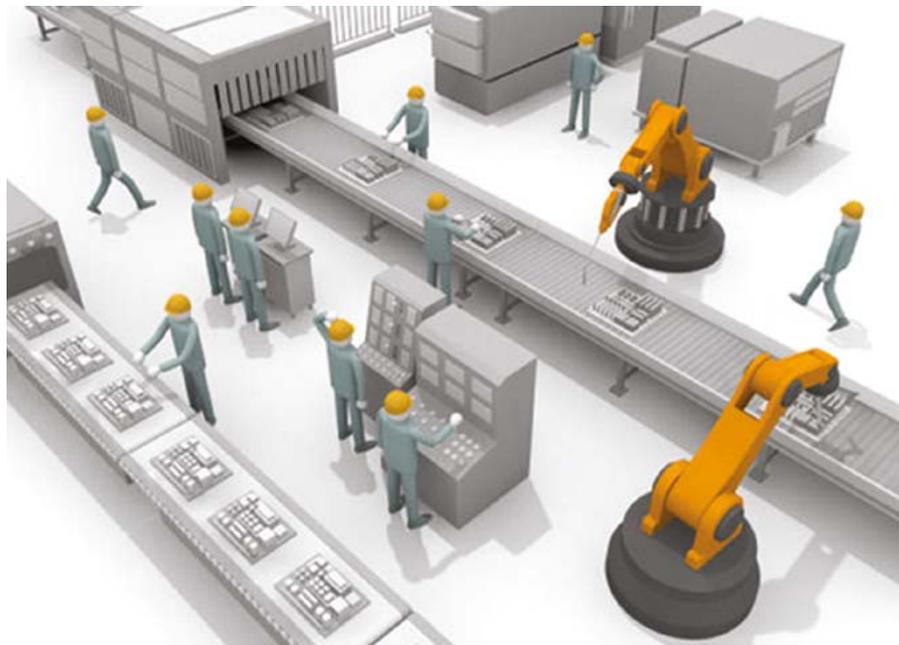
- Государственная политика и поддержка цифровизации.

– В России рост рынка промышленных роботов связан с программами цифровой трансформации промышленности, импортозамещения и поддержки высокотехнологичных производств.

– Инвестиции государства в микроэлектронику и робототехнику создают спрос на локально производимые компоненты и стимулируют разработку отечественных приводов, контроллеров и силовой электроники.

4. Технологические тренды в электрокомпонентах для робототехники

К 2026 году на рынке четко видны несколько технологических трендов, определяющих требования к электро-техническим компонентам для роботизированных производств.



Во первых, интеграция интеллектуальных функций и ИИ в контроллеры и привода. Уже сегодня ПЛК и контроллеры роботов дополняются модулями для локальной аналитики, машинного обучения и предиктивной диагностики отказов. Это требует от аппаратуры повышенной вычислительной мощности, наличия интерфейсов к датчикам вибрации, температуры, тока и встроенных средств киберзащиты.

Во вторых, растет роль энергоэффективности и компактности. Сервоприводы, источники питания и силовые модули для роботов проектируются с прицелом на минимизацию потерь и тепловыделения, что увеличивает требования к применяемым силовым полупроводникам. Производители всё активнее используют высокочастотные преобразователи, современные топологии и материалы (например, широкозонные полупроводники) для уменьшения габаритов и повышения КПД.

В третьих, повсеместное распространение стандартизированных интерфейсов и протоколов. Отказ от «закрытых» шин в пользу ethernet совместимых протоколов и открытых стандартов (промышленный Ethernet, OPC UA, профили безопасности) позволяет смешивать компоненты разных производителей и облегчает модернизацию линий. Это открывает рынок для более широкого круга поставщиков электротехники, но одновременно повышает требования к совместимости и сертификации.

В четвертых, усиление роли машинного зрения и сложных сенсорных систем. Камеры, 3D-сканеры, лазерные датчики и интегрированные системы освещения переводят часть функционала с механики и привода на программно-аппаратный уровень, позволяя роботам работать с переменным положением объекта и нестандартными задачами. Для электротехники это означает спрос на специализированные источники питания, драйверы подсветки, интерфейсные модули и высокоскоростные каналы передачи данных.

Наконец, активно развивается направление коллаборативной робототехники (cobots) и модульной автоматизации. Коллаборативные роботы предъявляют повышенные требования к системам безопасности, датчикам усилия и момента, а также к контроллерам с расширенными функциями ограничения скорости, силового взаимодействия и зон безопасности. В ответ производители электротехники выводят на рынок новые линейки датчиков, модульных контроллеров и приводов с встроенными функциями безопасности.

5. Российская специфика: импортозамещение и узкие места

Российский рынок электротехнических компонентов для роботизированных производств развивается в условиях санкций, ограниченного доступа к критическим компонентам и одновременного курса на технологический суверенитет. Это формирует как специфическую структуру спроса, так и набор рисков и возможностей для отечественных производителей электротехники.

Согласно отраслевым оценкам, в 2024 году уровень локализации ключевых компонентов промышленных роботов (серводвигатели, редукторы, контроллеры) даже у ведущих российских производителей не превышал 35–40%. Большая часть высокотехнологичных элементов всё ещё импортируется, прежде всего из азиатских стран, что делает рынок чувствительным к логистическим сбоям и санкционным ограничениям.

В то же время государство активно инвестирует в развитие собственного производства микроэлектроники, средств автоматизации и робототехники: только на развитие отечественного полупроводникового оборудования и материалов в 2024 году было направлено более 2,5 млрд долл., с целью заменить до 70% импортных решений. Это напрямую влияет на сегмент электротехнических компонентов для роботизированных производств, создавая спрос на отечественные силовые модули, контроллеры и сенсорные решения.

Российский рынок промышленных роботов растет на фоне усилий по модернизации традиционных отраслей: металлургии, машиностроения, авиации и судостроения, пищевой промышленности. Для многих предприятий роботизация становится единственным способом сохранить конкурентоспособность при дефиците квалифицированной рабочей силы и требованиях к повышению качества продукции.

Однако развитию полноценной отечественной компонентной базы препятствуют:

- ограниченный объем рынка и высокий порог входа для сложной электроники;
- дефицит кадров в области силовой электроники, микроэлектроники, мехатроники и промышленных систем управления;
- высокая капиталоемкость исследований и опытного производства, длительные сроки окупаемости проектов.

Для сегмента электротехники это означает, что в ближайшие годы приоритетом будет гибридная модель: ло-

кализация максимально возможного объема низко- и среднетехнологичных компонентов (шкафная электротехника, кабель, распределение питания, часть датчиков), параллельно с попытками освоить собственные линейки приводов, контроллеров и силовых модулей с постепенным снижением зависимости от импорта.

6. Требования заказчиков к поставщикам электротехники

Заказчики роботизированных систем — от крупных автомобильных заводов до средних предприятий по выпуску электроники — ожидают от поставщиков электротехники не просто поставки отдельных компонентов, а комплексного подхода.

Основные требования:

- Гарантированная совместимость и открытые интерфейсы.
 - Компоненты должны без проблем интегрироваться с ПЛК, роботами и системами верхнего уровня разных производителей, поддерживать принятые протоколы и стандарты безопасности.
- Высокая надежность и предсказуемый жизненный цикл.
 - Для роботизированных линий простой из-за отказа одного датчика или привода стоит очень дорого, поэтому важны диагностика состояния, расширенные гарантии и доступность сервисных служб.
- Поддержка цифровых сервисов.
 - Возможность удаленного мониторинга, обновления прошивок, интеграции с системами предиктивного обслуживания и цифровыми двойниками производства.



- Логистическая устойчивость и наличие на складе.
 - Турбулентность глобальных цепочек поставок заставляет заказчиков выбирать партнеров, способных обеспечивать гарантированные сроки поставки и локальные склады критических компонентов.

- Инжиниринговая поддержка и кастомизация.

- Растет спрос на «инженерию под задачу», когда поставщик участвует в разработке, подборе и адаптации компонентов для конкретной линии или робота, а не ограничивается коробочным продуктом.

Для российского рынка дополнительные факторы — потребность в подтверждении происхождения (СПИК, регуляторные требования), готовность работать в рублевых контрактах и наличие решений, адаптированных под национальные нормы и стандарты.

7. Барьеры, риски и точки роста

Рынок электротехнических компонентов для роботизированных производств выглядит привлекательным, но связан с целым рядом барьеров и рисков, которые важно учитывать игрокам отрасли.

Основные барьеры:

- Высокий порог капитальных затрат.
 - Внедрение роботизированных линий требует значительных инвестиций, и это может откладывать проекты в условиях макроэкономической неопределенности.
- Технологическая сложность и дефицит компетенций.
 - Интеграция роботов, силовой электроники, систем управления и ИТ

До 2030 года рынок сохранит устойчивый рост

платформ требует междисциплинарных команд, которых пока не хватает как в мире, так и в России.

- Зависимость от глобальных цепочек поставок.

- Дефицит микросхем и компонентов, санкции и логистические проблемы уже продемонстрировали уязвимость отрасли.

В то же время перспективные точки роста:

- Модернизация существующих производств.

- Модульные решения и ретрофит роботов на базе современных приводов, контроллеров и сенсоров позволяют поэтапно роботизировать производство без полной остановки.

- Роботизация складской и логистической инфраструктуры.

- В России растущий рынок складской робототехники (AGV, AMR, сортировочные комплексы) формирует дополнительный спрос на электропривод, силовую электронику и системы навигации.

- Развитие коллаборативной робототехники и малых систем.

- Cobots и компактные роботизированные модули для SMEs требуют более доступных, стандартизованных и энергоэффективных компонентов, открывая сегмент массового спроса.

- Экспортно ориентированные нишевые решения.

- Локальные компании, освоившие специализированные компоненты (например, для аграрной, пищевой или горнодобывающей робототехники), могут выходить на внешние рынки с нишевой продукцией.

8. Перспективы до конца десятилетия

До 2030 года рынок электротехнических компонентов для роботизированных производств, по оценкам, сохранит устойчивый рост, опираясь на развитие промышленной автоматизации, цифровых фабрик и роботизации новых отраслей. Ожидается дальнейшее увеличение доли роботизированных линий в электронике, электротехнике, автомобилестроении, логистике и пищевой промышленности, что будет поддерживать спрос на высокоточные приводы, интеллектуальные контроллеры и сенсорные системы.

В России рост рынка будет во многом определяться успехом программ импортозамещения, развитием собственной микроэлектроники и робототехники, а также доступностью финансирования модернизации для средних и малых предприятий. При позитивном сценарии к концу десятилетия можно ожидать заметного увеличения уровня локализации ключевых компонентов и появления конкурентоспособных отечественных линеек приводов, контроллеров и силовой электроники для роботизированных систем.

Для игроков рынка электротехники ключевой задачей станет переход от роли поставщика отдельных компонентов к роли технологического партнера по роботизации: с компетенциями в проектировании, интеграции, цифровых сервисах и сопровождении жизненного цикла оборудования. Именно такие компании смогут занять устойчивые позиции в стремительно растущем сегменте электротехнических компонентов для роботизированных производств к 2026–2030 годам.



Кадры для электротехники: что происходит

Милана Кудымова

Российский рынок электротехники входит в 2026 год с устойчивым дефицитом квалифицированных кадров по всей цепочке — от рабочих профессий и ПНР служб до инженеров конструкторов силовой и микроэлектроники. «Кадровый голод» уже напрямую ограничивает темпы модернизации инфраструктуры, выполнения ГОЗ и проектов импортозамещения.

Масштаб проблемы: от отрасли ко всей промышленности

- Для электроэнергетики и электротехники тема нехватки специалистов много лет входит в число ключевых факторов, сдерживающих развитие отрасли: дефицит кадров ведет к снижению эффективности, срывам сроков строительства, монтажных и пусконаладочных работ.
- В целом по экономике Росстат оценивал в 2024 году дефицит рабочей силы примерно в 2,2 млн человек (7,6% занятых), что стало максимумом с 2008 года; предприятия вынуждены откладывать запуск новых линий и масштабирование проектов.
- В инженерном контуре, близком к электротехнике и электронике, дефицит оценивается сотнями тысяч специалистов: каждая пятая компания ищет инженеров, а потребность рынка превышает предложение, что ведет к росту зарплат на 16–24% только за первую половину 2024 года.

Факт: кадровый дефицит перестал быть локальной проблемой отдельных заводов и превратился в системный ограничитель роста электротехники и смежных отраслей.

Где болит сильнее всего

- В электроэнергетике остро не хватает специалистов для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения, подстанций, ЛЭП, а также инженеров для сложных строительных и ПНР комплексов; это связано с высокими требованиями к безопасности и сложностью проектов.

- На стыке электротехники и электроники особенно заметен разрыв в области микро, силовой и пассивной электроники: по итогам 2025 года дефицит только в микроэлектронике оценен в 5,3 тыс. человек, при этом дополнительно требуются сотни специалистов по силовой и пассивной электронике.
- Наиболее дефицитные профессии, критичные для электротехнических производств: монтажники радиоэлектронной аппаратуры (дефицит более 1,3 тыс. человек), инженеры конструкторы и инженеры технологи; дефицит монтажников за год вырос более чем на 100%, а по конструкторам — почти на 50%.

Итог: узкие места формируются именно там, где требуются глубокие инженерные компетенции и умение работать с новой технологической базой импортозамещающих решений.

Причины дефицита: демография, «потерянные годы» и смена приоритетов

- Исторически дефицит кадров подпитывается ограниченным числом специализированных вузов и программ, готовящих кадры для электроэнергетики и электротехники, а также оттоком инженеров в более высокооплачиваемые смежные сферы.
- Для микроэлектроники, критичной для современной электротехники, дополнительным фактором стала почти полная остановка подготовки кадров в 2000-е годы на фоне низкого спроса на отечественную элементную базу; в результате к 2030 году профильные вузы смогут закрыть лишь часть сформировавшегося дефицита.
- Демографическая яма и старение кадрового ядра приводят к повышению возрастной планки: если рань-



ше работодатели ориентировались на специалистов до 40 лет, то сейчас рынок готов рассматривать кандидатов вплоть до 50 лет и старше, чтобы обеспечить укомплектованность.

Вывод: отрасль одновременно расплачивается за демографические провалы и десятилетия недоинвестиций в собственные инженерные школы.

Новые требования рынка: цифра, робототехника, импортозамещение

- Активное внедрение робототехники и цифровых технологий в промышленности повышает спрос на специалистов, умеющих работать с автоматизированными системами, что отражается в росте вакансий, связанных с промышленной робототехникой, на десятки процентов за год.

Вузы энергетического и электротехнического профиля расширяют линейку программ

- Импортозамещение в электронике и электротехнике требует не только линейных рабочих, но и инженеров полного цикла — от разработки схемотехники и плат до конструирования серийных изделий и настройки технологических процессов, что усиливает конкуренцию за квалифицированные кадры.
- В энергетике растут требования к компетенциям в области цифровых подстанций, АСУ ТП и современных систем управления сетями, что фор-

мирует спрос на гибридный профиль: энергетик + IT.

Тренд: профиль «классического» инженера электрика смещается в сторону междисциплинарности — электротехника, электроника, IT, автоматизация.

Что уже делается: государственные и вузовские инициативы

- На уровне государства запущен нацпроект «Кадры», стартовавший летом 2025 года, задача которого — приблизить систему подготовки специалистов к реальным запросам промышленности, включая ТЭК и электротехнику.
- Базовые центры подготовки кадров при Минпромторге формируют прогнозы потребности по микро и силовой электронике до 2030 года, что позволяет планировать набор в профильные вузы и запускать целевые программы.
- Вузы энергетического и электротехнического профиля (например МЭИ и профильные институты) расширяют линейку программ: магистратуры по электроэнергетическим системам, программам проектирования и эксплуатации электросетей, профессиональная переподготовка с присвоением квалификации инженера по проектированию и обслуживанию электрооборудования, курсы по цифровым технологиям в управлении сетями.

Важно для рынка: появляется более системная связка «прогноз потребности — образовательные программы — целевой набор», но эффект этих мер будет растянут на 5–10 лет.

Что делают компании: от повышения зарплат к выращиванию кадров

- На фоне дефицита инженеров компании поднимают зарплаты и усиливают социальные пакеты, чтобы



удержать специалистов, что уже привело к заметному росту доходов инженеров и рабочих высокой квалификации.

- Распространяется модель «выращивания» кадров: предприятия создают программы стажировок, дуальное обучение с вузами и колледжами, внутренние учебные центры для ускоренной подготовки монтажников, наладчиков, инженеров проектировщиков.
- Вместе с тем региональное неравенство сохраняется: крупные компании и столичные площадки имеют больше возможностей для инвестиций в обучение и удержание, тогда как региональные инжиниринговые предприятия часто не могут конкурировать по зарплатам и соцпакету.

Реальность 2026 года: кадровая стратегия становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности электротехнических игроков, наряду с технологическим уровнем и доступом к финансированию.

Перспективы до 2030 года: сценарии для рынка электротехники

- По оценкам профильных центров, к 2030 году дефицит кадров в микро, силовой, пассивной электронике и смежных областях сохранится на уровне десятков тысяч специалистов, даже при расширении набора в вузы и активизации программ переподготовки.
- Для электротехники это означает долгосрочную конкурентную борьбу за талант: компании, способные предложить понятные карьерные траектории, обучение и участие в технологически сложных проектах, будут выигрывать в доступе к кадровому ресурсу.
- При благоприятном сценарии усиление нацпроекта «Кадры», развитие дуального образования и целевых программ с вузами позволит к концу десятилетия стабилизировать ситуацию: дефицит может остаться, но перестанет быть критическим ограничителем для ключевых инвестпроектов в электроэнергетике и импортозамещении.

Для читателя «Рынка электротехники» главный вывод таков: кадровый вопрос перестал быть «HR темой» и превратился в один из центральных стратегических сюжетов отрасли, который напрямую определяет скорость и качество технологических изменений в российской электротехнике.



Рынок силовой электроники России: состояние, проблемы, перспективы

■ Андрей Метельников

Российский рынок силовой электроники к февралю 2026 года находится в фазе болезненного, но структурно перспективного перехода: с резкого «санкционного» всплеска 2022–2023 годов он входит в стадию замедления, технологического догоняющего развития (SiC/GaN) и углубления импортозамещения.

1. Общая макрокартина и спрос

- Силовая электроника встраивается во все ключевые драйверы спроса: электромобили, зарядная инфраструктура, ВИЭ, высоковольтная передача, промышленная автоматизация, транспорт (железная дорога, метро) и датацентры.
- Мировой рынок силовой электроники оценивается примерно в 30–31 млрд долл. в 2024 году с прогнозным ростом до ~51 млрд долл. к 2034 году (CAGR около 5,3%), что задает долгосрочный внешний спрос и ориентацию российских производителей на экспортные ниши
- В России драйверами остаются программы модернизации электросетевого комплекса, проекты «Россетей», импортозамещение в энергетике и железнодорожном транспорте, а также развитие зарядной инфраструктуры для электромобилей и цифровых подстанций.

- После всплеска 2022–2023 годов рынок российской электроники в целом в 2024 году начал «остывать»: рост сменился стагнацией/снижением объема производства, в т. ч. из-за насыщения по ряду позиций и усложнения логистики и расчетов с азиатскими поставщиками.
- В электротехнике рост обеспечивается в основном высоковольтным оборудованием и «тяжелой» силовой компонентной базой; объем производства трансформаторной мощности в РФ в 2024 году вырос на ~25% и достиг 89 268 МВА, что показывает масштаб спроса на силовые решения в энергетике

2. Структура рынка

Условно рынок силовой электроники РФ сейчас можно разделить на несколько основных блоков:

- Силовые полупроводники и модули: IGBTмодули, силовые MOSFET, диоды, модули на SiC и зарождающиеся решения на GaN.biz.cnews+4

- Силовые блоки и системы: преобразователи частоты, инверторы, DC/DC и AC/DC источники, зарядные станции, ИБП, силовые шкафы и т. п.
- Высоковольтное оборудование: выключатели, разъединители, трансформаторы, КРУЭ, компоненты для цифровых подстанций и РЗА.

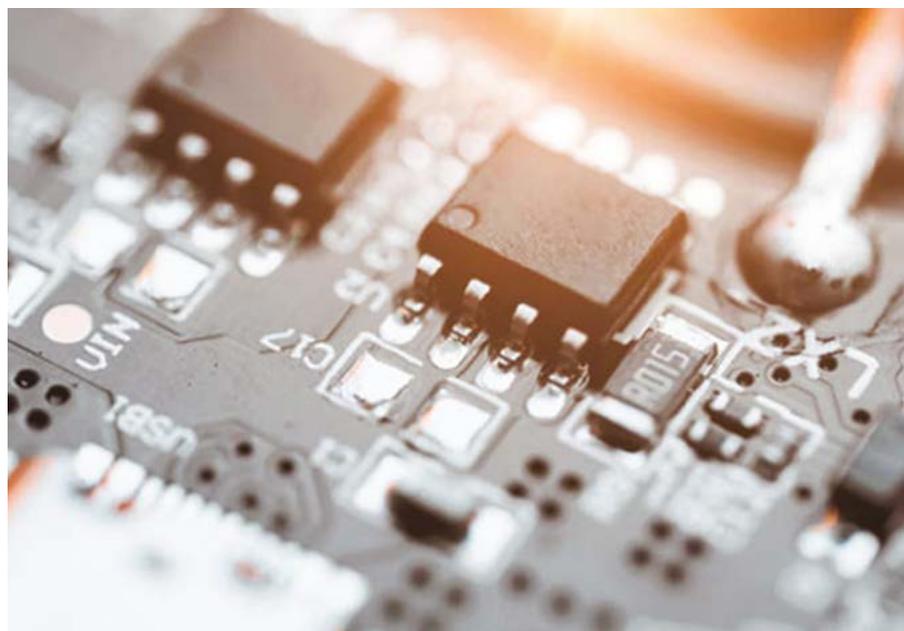
3. Технологические тренды (Si, SiC, GaN)

От кремния к широкозонным материалам

- На глобальном уровне господствующие кремниевые IGBT и MOSFET постепенно вытесняются приборами на основе SiC и GaN, включая гибридные решения «GaNнаSiC».
- SiCустройства позволяют снижать потери до 50–76% и повышать КПД инверторов до 99%, что критично для электромобилей, ВИЭ и высокочастотных преобразователей.

Развитие в России

- В РФ уже запущены первые отечественные силовые SiCмодули: НПО «Энергомодуль» совместно с ГК «Элемент» выпустило опытные образцы модуля мощностью 0,5 МВт (1200 В, 400 А) для ультрабыстрых зарядных станций, железнодорожной техники и промышленного оборудования.
- Сформирован консорциум из девяти предприятий (Москва, СПб, Зеленоград, Рыбинск, Чебоксары), который строит сквозную цепочку «от шихты до инвертора» для массового производства SiCмодулей в России.
- НИИЭТ совместно с партнерами завершил разработку линейки GaNтранзисторов с полным отечественным циклом производства



Силовая электроника встраивается во все ключевые драйверы спроса

(SiC-подложки, HEMT-технология, герметизация корпуса) — это база для силовых и СВЧ-решений нового поколения.

- При этом классические IGBT-модули и решения на кремнии остаются рабочей лошадкой во многих системах, включая железнодорожный транспорт и промышленную автоматику, и будут использоваться как минимум весь текущий цикл модернизации.

4. Импортозамещение и регуляторный контекст

- Импортозамещение в энергетике и электротехнике стало одним из ключевых направлений после 2022 года: проводится диагностика «узких мест», запускаются проекты по отечественным газовым турбинам, РЗА, цифровым подстанциям, силовой компонентной базе.
- В электротехнике до 2022 года значительная часть щитового и силового оборудования собиралась на базе импортных компонентов; сейчас госзаказчики (в т. ч. атомная отрасль) требуют глубокой локализации критических элементов и их соответствия жестким требованиям безопасности.
- Государственные корпорации и крупные заказчики (Росатом, «Россети», РЖД и др.) через техполитику и закупочные требования фактически формируют спрос на отечественные силовые модули, инверторы и высоковольтное оборудования.

С точки зрения регулирования и промышленной политики:

- Продолжается реализация Стратегии развития электронной промышленности РФ до 2030 года, где технологии на GaN и SiC отнесены к приоритетным направлениям нанотехнического развития.
- Параллельный импорт официально разрешен и остается временным «мостом» для закрытия

дефицита высокотехнологичных силовых компонентов, но по ряду критичных позиций регуляторы и госкорпорации явно нацелены на замещение его отечественными решениями.

5. Ключевые проблемы рынка

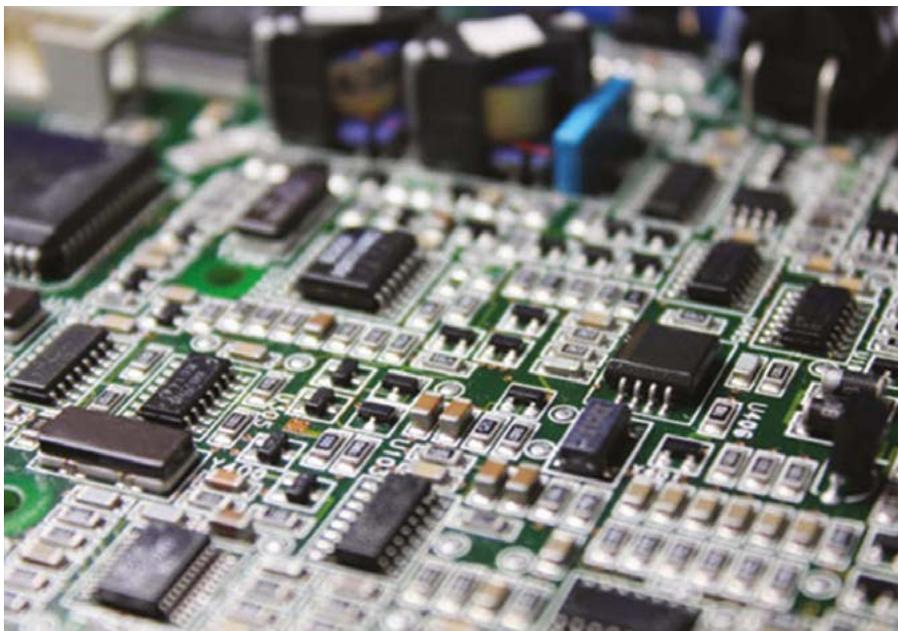
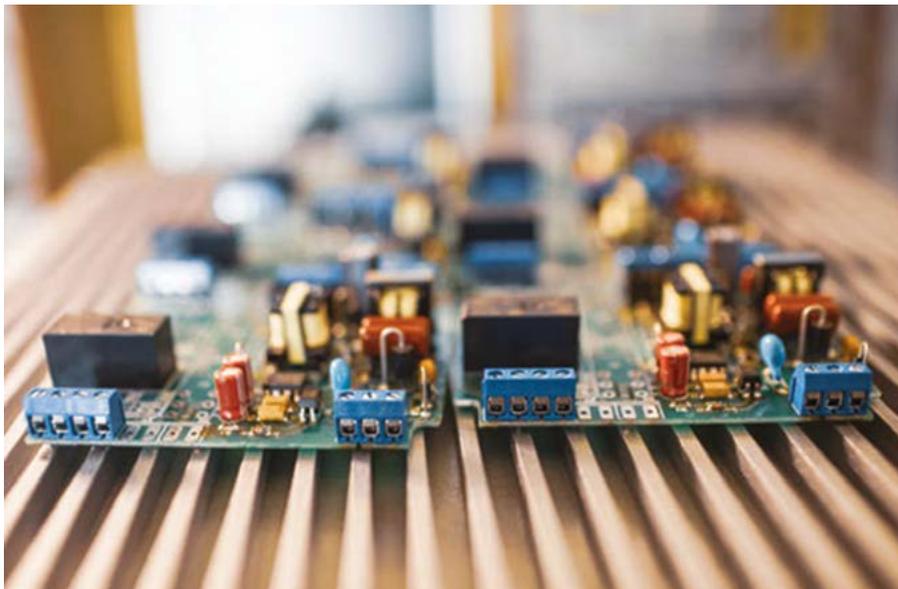
На начало 2026 года можно выделить несколько **главных** проблем:

1. Технологический разрыв по передовым компонентам

- Несмотря на существенный прогресс в SiC и GaN, российская индустрия пока отстает по масштабам производства, номенклатуре и yield от мировых лидеров.
- Экономика отечественных широкозонных приборов все еще тяжелая: себестоимость выше, объемы ниже, что осложняет конкуренцию с китайскими поставщиками и параллельным импортом.

2. Зависимость от внешних цепочек и санкционные риски

- Сохраняется зависимость по части оборудования, материалов (подложки, эпитаксиальные пластины, специализированные газы), а также по инфраструктуре (EDA, тестовое оборудование).



- Санкции и ограничения на поставку электронной компонентной базы и технологического оборудования ведут к удорожанию и удлинению сроков проектов.

3. Ограниченная емкость внутреннего рынка и волатильность спроса

- После периода «панического» импортозамещения и накопления запасов рынок вошел в стадию охлаждения: часть проектов отложена, часть оптимизирована по бюджету, что снижает темпы роста производства компонентов и систем.
- Наблюдается неоднородность спроса: крупные госкорпорации формируют стабильные «якорные» объемы, в то время как частный промышлен-

ленный сектор и транспорт более чувствительны к стоимости и чаще выбирают китайские решения.

4. Кадровый и компетентный дефицит

- Быстрый запуск новых производств требует инженеров по силовой электронике, схемотехнике, материаловедению, технологов SiC/GaN; кадровый голод повышает издержки и растягивает сроки проектов.

5. Финансовые и инвестиционные ограничения

- Высокая капиталоемкость линий по производству SiC/GaN и силовых модулей, долгий цикл окупаемости и санкционные риски делают проек-

ты зависимыми от госфинансирования, субсидий и длинных контрактов с госкорпорациями.

6. Перспективы до 2030 года и ниши роста

К 2030 году российский сегмент силовой электроники с высокой долей вероятности будет расти быстрее мирового (в деньгах примерно в 2–2,5 раза к 2024 году), но в рамках общего рынка микроэлектроники останется нишей, завязанной на энергетику, транспорт и промышленность.

Мировой ориентир до 2030 года

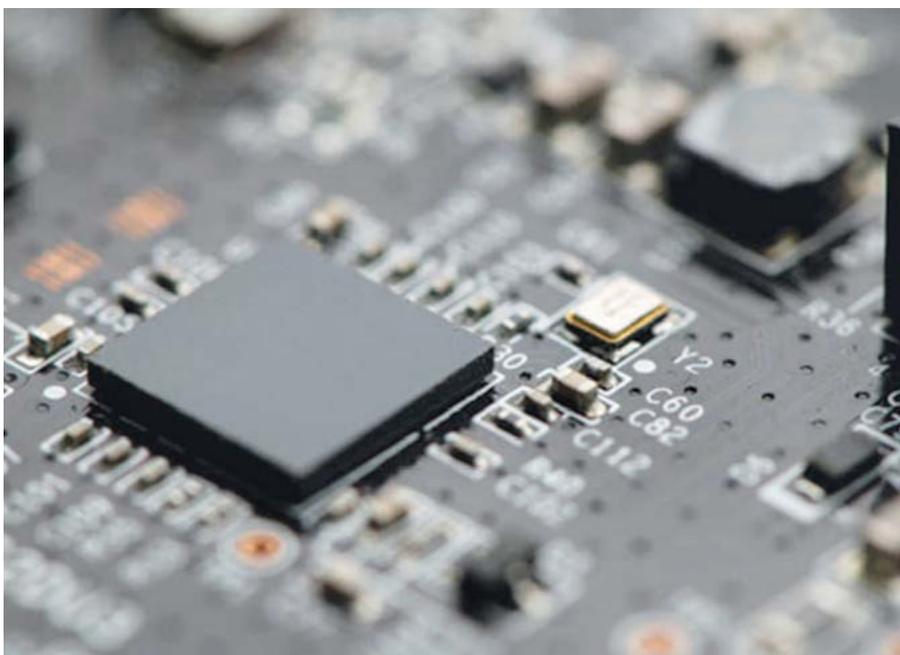
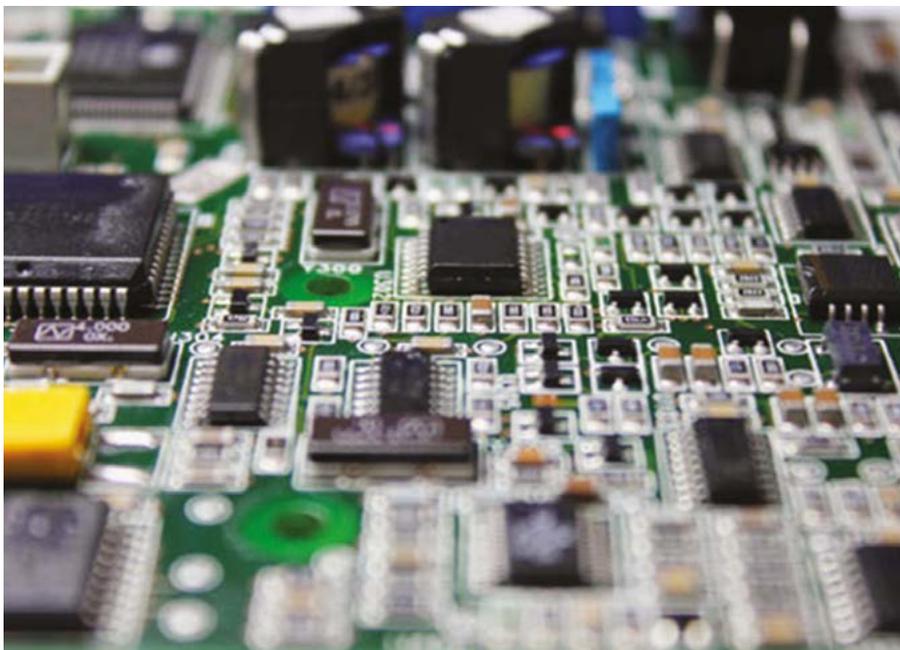
- По данным Future Market Insights, мировой рынок силовой электроники к 2034 году достигнет около 65 млрд долл., при этом в 2023 году оценивался на уровне порядка 30–32 млрд долл., что подразумевает средний рост ~5% в год.
- Другие исследования дают сопоставимую картину: оценка 38,1 млрд долл. в 2023 году и 53,7 млрд долл. к 2030 году означает CAGR около 5,2%.
- Отдельно сегмент SiC силовой электроники и инверторов растет существенно быстрее: с 0,66 млрд долл. в 2021 году до 5,8 млрд долл. к 2030 году, то есть около 35% в год.

Итого: глобальный рынок силовой электроники — рост ~5–5,5% в год до 2030 го; внутри него SiC-подсегмент — экспоненциальный рост порядка 30–35% в год.

Российская база: от микроэлектроники к силовой

Прямых публичных оценок именно «рынка силовой электроники РФ» немного, поэтому удобно опираться на прогнозы по рынку микроэлектроники/ЭКБ и доле силовой составляющей.

- Исследования по российскому рынку микроэлектроники (ЭКБ) дают базовый прогноз: к 2030 году объем рынка достигнет 780–794 млрд руб. при среднегодовом росте 14–15,2%.
- В структуре рынка сейчас около 45% приходится на силовую микроэлектронику, аналоговые ИС и оптоэлектронику, что обусловлено доминиро-



ванием промышленного сегмента как потребителя.

- Если условно принять, что силовая электроника (широко: силовые полупроводники + модули + силовые блоки в составе ЭКБ) займет к 2030 му порядка 30–35% от рынка ЭКБ (с учетом возможного роста доли логики и памяти), то:
- От 780–794 млрд руб. рынка ЭКБ к 2030 году 30–35% дадут ориентир 235–280 млрд руб. на силовую часть.
- Это соответствует росту минимум в 2–2,5 раза относительно условной оценки 2023–2024 годов (примерно 90–120 млрд руб., если оттолкнуться от текущей структуры и ретроспективы роста).

Факторы, которые могут «подвинуть» прогноз

Вверх (оптимистичный сценарий):

- Ускоренное наращивание госпрограмм в энергетике, транспорте, ВИЭ и зарядной инфраструктуре, жесткая привязка закупок к отечественным решениям.
- Успешный запуск промышленных линий SiC/GaN с близкой к мировой себестоимостью и приемлемым уровнем брака.

Вниз (консервативный сценарий):

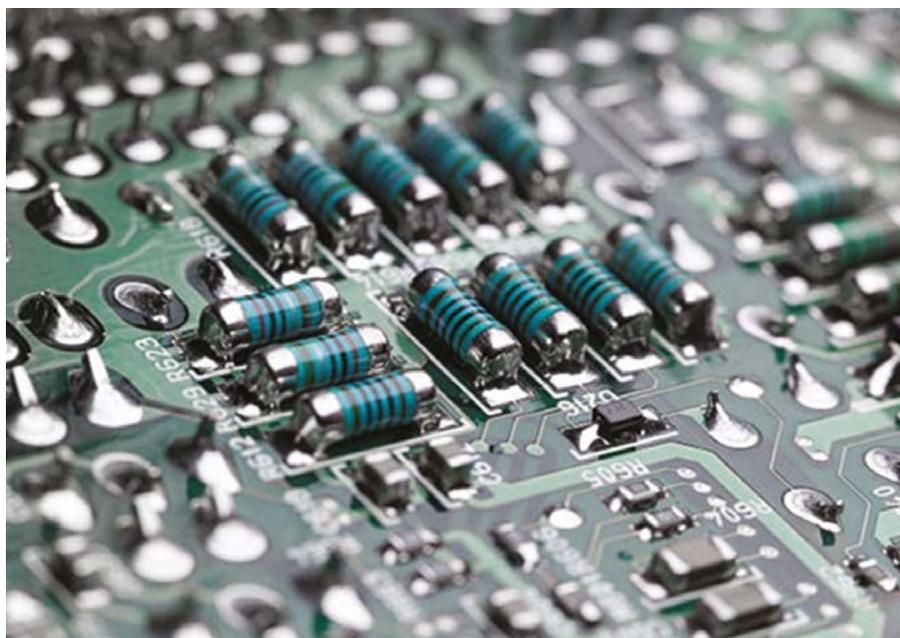
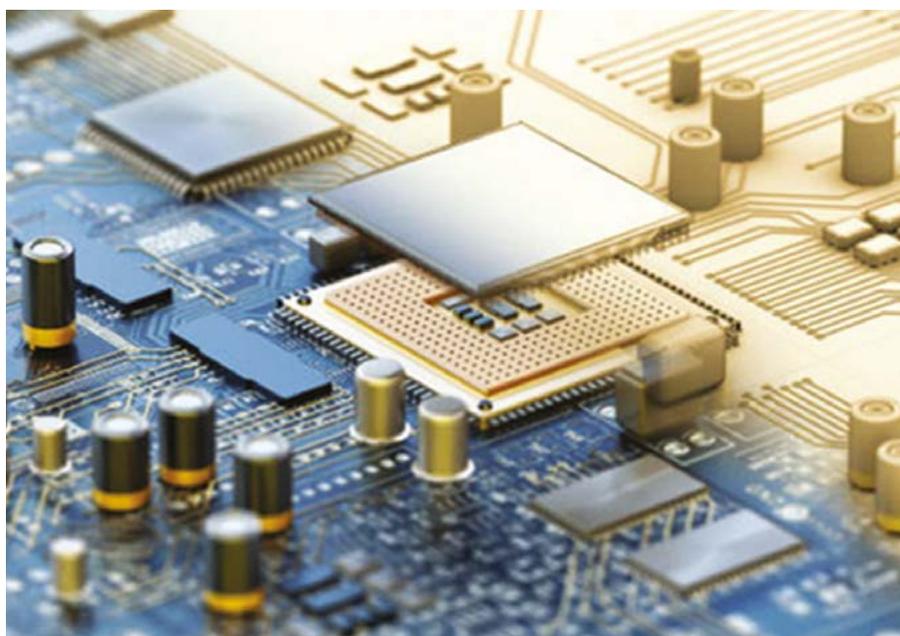
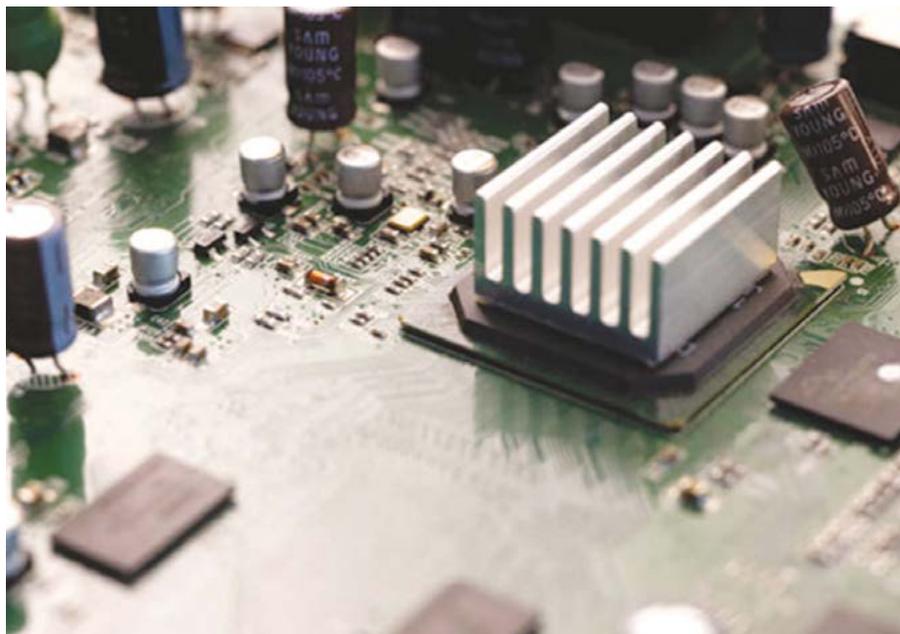
- Задержки с вводом новых производств, технологические сложности на линиях SiC/GaN.
- Снижение реальных инвестиций в инфраструктуру и транспорт, а также усиление конкуренции со стороны китайских поставщиков.

Главные драйверы роста рынка силовой электроники до 2030 года можно свести к шести группам: электромобили, ВИЭ и «зеленая» энергетика, умные сети и накопители, промышленная автоматизация, рост датацентров/AI и технологический переход к SiC/GaN. grandviewresearch+4

Какие ключевые драйверы роста рынка силовой электроники

1. Электромобили и транспорт

- Быстрый рост парка электромобилей и гибридов делает силовую электронику «сердцем» силовой установки, зарядки и управления батареей; именно автосегмент до 2030 года растет быстрее других применений.



- Для тяговых инверторов, DC/DC, зарядной инфраструктуры и систем рекуперации требуются высокоэффективные модули IGBT/SiC, что напрямую расширяет спрос на силовые полупроводники и модули.

2. Возобновляемая энергетика и «зеленый» переход

- Масштабное внедрение солнечной и ветровой генерации требует инверторов, преобразователей, силовых модулей для подключения к сети и управления потоками энергии, поэтому рост капитальных вложений в ВИЭ автоматически поднимает спрос на силовую электронику.
- Жесткие климатические и экологические цели (сокращение выбросов CO₂, энергосбережение) заставляют энергокомпании и промышленность инвестировать в более эффективные силовые решения.

К 2030 году российский сегмент силовой электроники

с высокой долей вероятности будет расти быстрее мирового

3. Умные сети, накопители энергии и HVDC

- Развитие smart grid, цифровых подстанций и высоковольтных линий с управляемой передачей мощности требует сложных силовых преобразователей, STATCOM, HVDC-конверторов и силовой модульной базы.
- Рост использования промышленных и сетевых накопителей энергии (BESS) для балансировки ВИЭ так-

же увеличивает потребность в высокоэффективных двухнаправленных инверторах и DC/DC.

4. Промышленная автоматизация и электроприводы

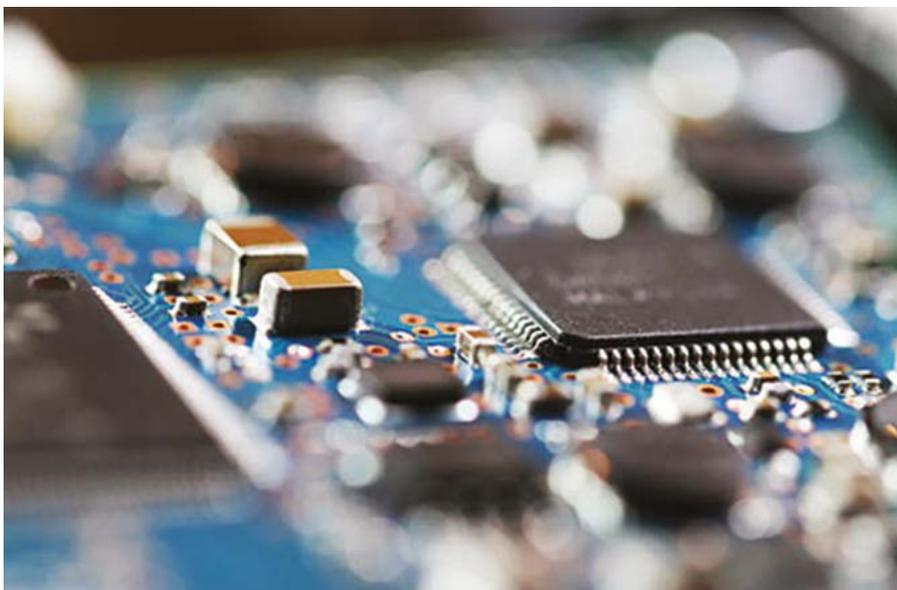
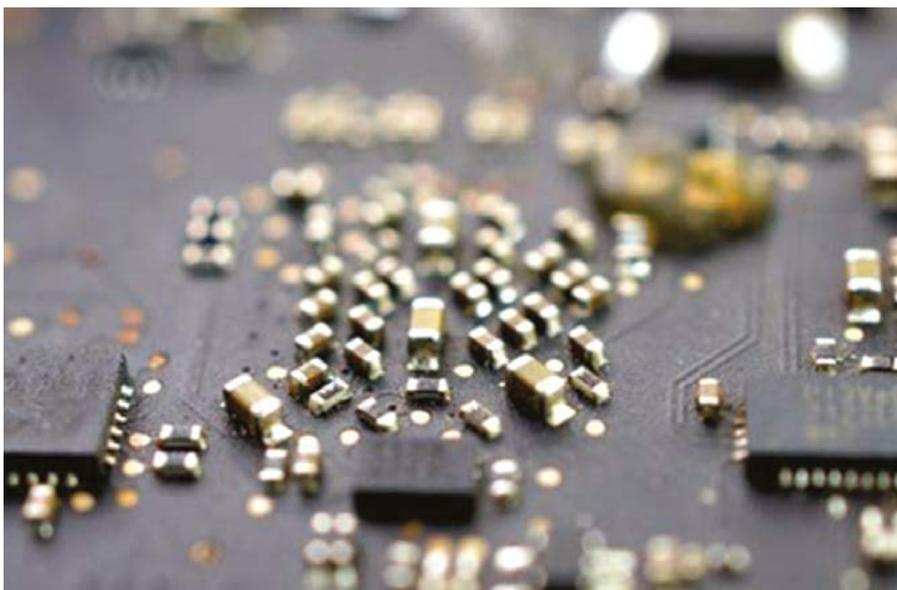
- Ускоренная автоматизация производств, рост роботизации и переход на частотнорегулируемый электропривод в промышленности ведут к стабильному спросу на силовые полупроводники в приводах и системах управления.
- Компании стремятся снизить энергопотребление и повышать ресурс оборудования, что делает энергоэффективные драйверы и преобразователи стандартом, а не «опцией».

5. Датацентры, облака и AI-нагрузки

- Взрывной рост трафика, облачных сервисов и AI-нагрузок повышает требования к энергоэффективности датацентров; переход к источникам питания и выпрямителям на SiC позволяет достигать КПД выше 98% и снижать тепловыделение.
- Гипермасштабные ЦОДы инвестируют в новые архитектуры питания и силовые модули, что формирует отдельный, быстрорастущий спрос на передовые силовые полупроводники.

6. Технологический сдвиг: SiC и GaN

- Переход от классического кремния к широкозонным материалам (SiC, GaN) дает более высокую частоту переключения, меньшие потери и компактность, что открывает новые применения и стимулирует волну обновления оборудования.
- Развитие технологических процессов, удешевление подложек и рост объемов производства делают SiC/GaN всё более массовой базой для зарядных устройств, автомобильных инверторов, серверных БП и промышленных приводов.



Перспективы разработки сверхпроводящих материалов для электротехники: российский контекст

■ Максим Свешников

Два события 2024 года вернули тему высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в актуальную повестку российской электротехники. В июне президент России Владимир Путин дал старт технологическому пуску сверхпроводящего коллайдера NICA в Дубне — крупнейшего отечественного мегасайенс-объекта, вся магнитная система которого построена на НТСП/ВТСП-технологиях. В декабре НИИ-ЭФА (Росатом) завершил эскизный проект токамака с реакторными технологиями (ТРТ), электромагнитная система которого впервые в российской практике будет целиком изготовлена из ВТСП второго поколения. Одновременно единственный отечественный производитель промышленных ВТСП-лент — компания «СуперОкс» — продолжает наращивать производство и эксплуатирует на московской подстанции «Мневники» первый в стране сверхпроводниковый токоограничитель класса 220 кВ. На этом фоне санкционное давление 2022–2025 годов существенно осложнило доступ к зарубежному криогенному оборудованию и компонентам — но одновременно сформировало дополнительный стимул для развития отечественных компетенций.

Карта технологий: материалы и их место в электротехнике

Классификация сверхпроводников и их применимость

Отрасль традиционно делит сверхпроводящие материалы на два класса: низкотемпературные (НТСП) и высокотемпературные (ВТСП). В электротехнических применениях каждый класс занимает свою нишу, определяемую сочетанием рабочей температуры, плотности критического тока, стоимости проводника и со-

вместимости с доступными криосистемами.

NbTi и Nb₃Sn (НТСП, рабочая температура 4–10 К): хорошо освоены в производстве, применяются для высокопольных магнитов (МРТ, ускорители). В России ВНИИНМ (Росатом) и Чепецкий механический завод производили нити для NICA — порядка 300 км для первой очереди стрендов. На сегодня этот сегмент в РФ замкнут на потребности науки, а не коммерческой электротехники.

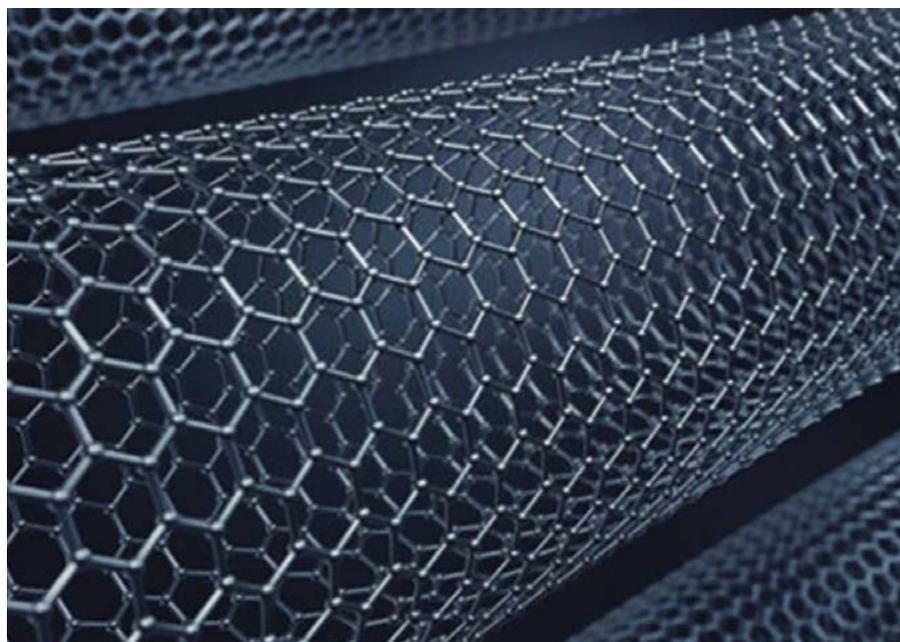
MgB₂ (рабочая температура 20–39 К): перспективен для судовых и авиационных двигателей благодаря простоте технологии, однако в России серийного производства нет.

REBCO / YBCO (ВТСП-2, рабочая температура 30–77 К): ключевой материал для большинства электроэнергетических применений. Лента второго поколения (2G HTS) представляет собой многослойную структуру: металлическая подлож-

ка (Hastelloy, 50–100 мкм), буферные слои, сверхпроводящий слой REBCO (<3 мкм), стабилизирующие слои серебра и меди. В России этот тип ленты производит «СуперОкс» (Москва, с 2006 года, полный технологический цикл, производство также в Японии).

Почему ВТСП-2 — ставка для энергетики

ВТСП-2-лента при рабочей температуре жидкого азота (77 К) несет плотность тока в десятки раз выше, чем медь при том же поперечном сечении. По данным «СуперОкс», подземный силовой кабель напряжением до 20 кВ на основе ВТСП заменяет воздушную ЛЭП 110 кВ. Кроме того, сверхпроводящий ограничитель тока реагирует на аварийный режим за 1 мс — против минимум 50 мс у самого быстрого выключателя. Именно эти два преимущества определяют коммерческую привлекательность ВТСП для городских энергосистем с высокой плотностью нагрузки.



Инженерные барьеры: что реально сдерживает рынок

АС-потери — главная системная проблема для энергетики

В отличие от магнитов (работающих в DC-режиме), кабели, токоограничители и трансформаторы работают с переменным током. В этом режиме ВТСП-лента испытывает АС-потери — особый механизм диссипации, нехарактерный для нормальных проводников. Снижение АС-потерь требует специальной архитектуры ленты (скрутка, разбивка на нити), что существенно усложняет технологию. По данным открытых источников, это остается одним из ключевых направлений мирового НИОКР в 2024–2025 годах, а в российском контексте — узким местом перехода от токоограничителей к кабелям и трансформаторам.

Сверхпроводящий кабель требует надежных соединений между отдельными секциями

Соединения и муфты — «ахиллесова пята» длинных кабелей

Сверхпроводящий кабель требует надежных соединений между отдельными секциями с минимальным переходным сопротивлением и механической стойкостью при циклическом охлаждении. Воспроизводимая технология полевых муфт для ВТСП-2 в мировой практике остается предме-

том активных разработок; в России публичных данных о реализованных кабельных проектах с муфтами нет.

Надежность криосистемы

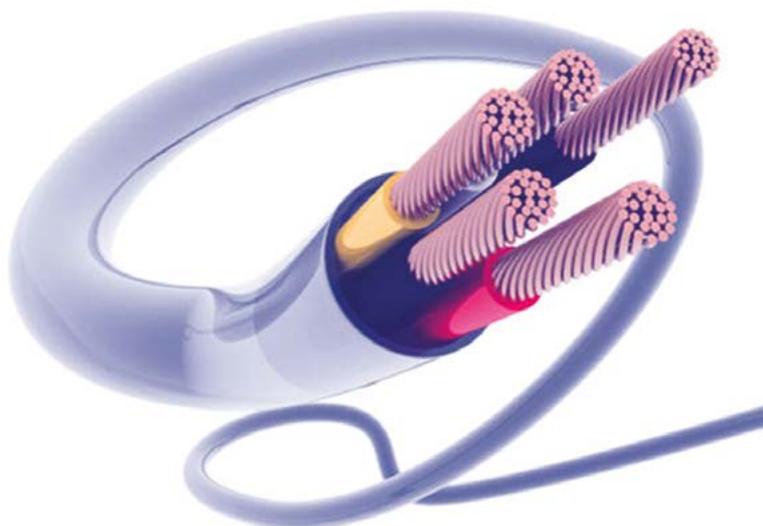
Работа при температуре жидкого азота (77 К) существенно проще, чем при гелиевых температурах (4 К), — азот дешевле и доступнее гелия. Тем не менее криосистема определяет 50–70% капитальных затрат на ВТСП-устройство (оценка, в публичных источниках точное соотношение для российских объектов не верифицировано) и является источником основного операционного риска. Сбой криосистемы означает потерю сверхпроводимости и потенциальное повреждение дорогостоящего проводника.

Масштабирование производства ленты

Производство ВТСП-ленты — тонкоплочный процесс в вакуумных камерах с жесткими требованиями к чистоте и воспроизводимости. По мировому опыту, увеличение длины и ширины ленты при сохранении критического тока $I_c \geq 250$ А/см (при 77 К, собственном поле) остается нетривиальной задачей. Расширение производительности «СуперОкс» сверх 100–200 км/год потребует как новых вакуумных установок (сейчас недоступны от ведущих западных производителей), так и освоения серебряных и буферных слоев в больших объемах.

Стандартизация и сертификация

Для внедрения ВТСП-устройств в российские сети необходимы стандарты испытаний и эксплуатации. По состоянию на февраль 2026 года в открытых источниках отсутствует информация о принятых ГОСТ или отраслевых стандартах для ВТСП-кабелей и токоограничителей. Единственный прецедент — присвоение Министерством энергетики РФ статуса национального проекта установке ВТСП ТОУ на «Мневниках» в 2018 году [7].



Экономика: когда и для кого сходится

Условия экономической оправданности

- Дефицит коридоров в городской застройке: ВТСП-кабель передает ту же мощность при сечении в разы меньше, чем медь. В плотной городской застройке Москвы, Санкт-Петербурга и других мегаполисов строительство новых кабельных каналов стоит сотни миллионов рублей за километр — здесь ВТСП-решение конкурентоспособно.
- Защита от коротких замыканий в узловых подстанциях с ростом токов КЗ: именно это обоснование лежало в основе проекта «Мневники».
- Специальные применения с высокими требованиями к компактности и КПД: авиация, флот, термоядерные установки — стоимость не является первостепенным критерием.
- Заказы крупных госкорпораций (Росатом, ОЭЖ): обеспечивают предсказуемый объем, снижающий стоимость единицы продукции.

Когда ВТСП проигрывает меди и HVDC

Для линий с небольшой плотностью нагрузки и доступными трассами традиционные решения — медный кабель, повышение напряжения, HVDC — остаются значительно дешевле как по CAPEX, так и по OPEX. Серьезной угрозой для ВТСП-кабелей является и нарастающее распространение силовой электроники (VSC-HVDC), позволяющей передавать большую мощность без смены трассы.

Прогноз на 2026–2030 гг.: три сценария

Консервативный сценарий

Санкционные ограничения на поставки криогенного оборудования и PLD-установок сохраняются. Финансирование НИОКР не растет. Рынок ВТСП в РФ остается нишевым: токоограничители только в рамках уже одобренных проектов московской энергосистемы, магниты для NICA и первичных испытаний ТРТ. Экспортные поставки ленты ограничены из-за санкций. Объем производства — 100–200 км/год.

Базовый сценарий

Реализуется программа ТРТ с государственным финансированием. Заказы на ВТСП-ленту от ОИЯИ (новый Ну-клотрон) и НИИЭФА обеспечивают объем для расширения мощностей «Супер-Окс» до 200–500 км/год. Принимается программа распространения ВТСП ТОУ в кольце московских подстанций. Начало разработки российских криогенных

компрессоров при поддержке ФРП. Стоимость отечественной ВТСП-ленты снижается на 20–30% относительно уровня 2024 года за счет масштаба.

Ускоренный сценарий

Запуск государственной программы «ВТСП в электросетях» с субсидированием пилотных проектов. Принятие национальных стандартов для ВТСП-кабелей и токоограничителей. Формирование российско-китайских партнерств в области ВТСП-компонентов (компании КНР — крупнейшие производители REBCO-ленты по объему). Первые промышленные ВТСП-кабели в городских сетях.

Выводы для электротехнических компаний

Что мониторить

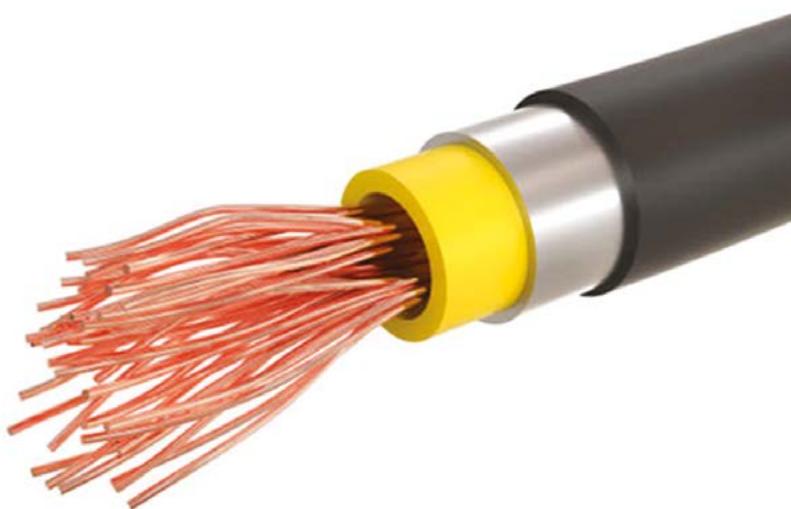
- Статус проекта ТРТ: переход к техническому проекту и формирование реального заказа на ВТСП-ленту —

ключевой триггер для рынка.

- Программы ФРП в сфере криогенного оборудования и ВТСП.
- Принятие отраслевых стандартов: появление ГОСТ для ВТСП-кабелей и токоограничителей — сигнал готовности к массовому внедрению.

Где пилотировать

- Токоограничители в узловых подстанциях мегаполисов с высокими токами КЗ — наиболее зрелая ниша с подтвержденным технико-экономическим обоснованием.
- Кабельные вставки в местах плотной застройки с ограниченными трассами — при наличии государственного или муниципального сопровождения.
- Магнитные системы для промышленных МРТ-томографов: по мере локализации производства ВТСП-лент появляется возможность снизить зависимость от импортных NbTi-систем.



Без кабелей и разъемов: стратегические перспективы беспроводной передачи энергии в ближайшие пять лет

■ Марина Коваленко

Точка на карте: где сегодня находится рынок беспроводной передачи энергии

Рынок беспроводной передачи энергии (БПЭ) из стадии «модной опции» за последние три-пять лет перешел в фазу устойчивого роста и формирования полноценных экосистем. По оценкам отраслевых аналитиков, глобальный рынок БПЭ вырос с порядка 8 млрд долл. в 2023 году до более 15 млрд долл. к 2024–2025 годам и движется к 25+ млрд долл. к 2026 году, демонстрируя совокупный среднегодовой темп роста порядка 20%. В промышленных применениях сегмент БПЭ для автоматизированных систем (автоматизированные направляемые транспортные средства и мобильные роботы) оценивается уже в несколько миллиардов долларов с прогнозируемым ростом около 15% в год на горизонте до 2033 года.

Текущее технологическое ядро рынка — ближнепольные решения (индуктивная и резонансная беспроводная зарядка) для потребительской элек-

троники, прежде всего по стандарту Qi и его эволюции Qi2. Одновременно формируются ниши среднедальних и дальнобойных систем БПЭ (магнитный резонанс, сверхвысокочастотная и радиочастотная передача энергии, оптическая беспроводная передача), на которые делается ставка в контексте Интернета вещей, автономной робототехники и транспорта.

Ключевые драйверы роста

- Массовое распространение смартфонов, носимой электроники и умных гаджетов, где беспроводная зарядка стала частью стандартного пользовательского опыта.
- Ускоренное внедрение электромобилей и автоматизированных транспортных систем, где требуется автоматизированная, бесконтактная подзарядка.
- Концепции «умного дома», «умного города» и промышленности 4.0, предполагающие насыщение среды датчиками и автономными устройствами, для которых проводное питание неудобно или невозможно.

- Запрос на повышение безопасности и снижение эксплуатационных затрат за счет отказа от разъемов, скользящих контактов и кабелей в агрессивных и взрывоопасных средах.

В то же время перед рынком стоит ряд системных ограничений: ограниченная эффективность на расстоянии, удорожание аппаратуры, фрагментация стандартов, требования по электромагнитной совместимости и безопасности. Именно баланс между этими драйверами и барьерами в ближайшие 5–10 лет определит траекторию внедрения БПЭ в бытовые и промышленные системы.

Технологический ландшафт: от индукции до «квантовой» зарядки

Технологии беспроводной передачи энергии условно делят по дальности и принципу действия на ближнепольные и дальнепольные решения.

Ближнее поле (до нескольких сантиметров — десятков сантиметров)

1. Индуктивная связь (классический стандарт Qi/Qi2)

- Две катушки (передающая и принимающая) на близком расстоянии, энергия передается за счет магнитного поля на частотах порядка сотен кГц.
- Наиболее массовая технология для смартфонов, наушников, носимой электроники, электробритв, щеток и пр.
- Qi2 (утвержденный Консорциумом по беспроводной передаче энергии) выводит мощность до 25 Вт с обязательным магнитным позиционированием, что повышает коэффициент полезного действия, снижает тепловыделение и приближает скорость зарядки к проводной.

2. Резонансная индуктивная связь

- Передатчик и приемник настроены в резонанс, что позволяет увели-



Текущее технологическое ядро рынка — ближнепольные решения

чить расстояние (до десятков сантиметров) и допускать смещение устройств.

- Используется, например, в системах для зарядки автоматизированных направляемых тележек в промышленности.

Среднее и дальнее поле

1. Магнитно-резонансные системы средней дальности

- Возможность передачи энергии на расстояния вплоть до метра и более, потенциально — питать сразу несколько устройств.

- Рассматриваются для зарядки стоящих или паркующихся электромобилей и роботизированных тележек, а также для питания распределенной сети промышленных датчиков и устройств Интернета вещей.

2. Радиочастотная и сверхвысокочастотная передача энергии

- Использует направленные антенны и радиоволны для передачи энергии на метры и десятки метров с малыми мощностями; типичный сценарий — питание датчиков с низким энергопотреблением.

- Подходит для беспроводных сенсорных сетей и систем мониторинга, где прокладка питания экономически невыгодна.

3. Оптическая беспроводная передача

- Энергия передается в виде сфокусированного светового луча (лазер или светодиод) на расстояния до десятков метров и более, прием осуществляется через фотоэлектрический преобразователь.

- Перспективна для беспилотных летательных аппаратов, удаленных сенсоров и объектов в труднодоступных местах, но требует строгого контроля безопасности.

4. Новые концепции: метаматериалы, интеллектуальные перенастраиваемые поверхности, «квантовая» зарядка

- Исследуются решения на основе метаматериалов и интеллектуальных перенастраиваемых поверхностей, позволяющих формировать и перенаправлять электромагнитные поля, повышая коэффициент полезного действия и дальность передачи.

- В академической среде обсуждаются подходы «квантовых систем заряд-

ки», но это пока зона научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и долгосрочных перспектив.

Бытовые системы: от смартфонов к «беспроводной кухне»

На потребительском рынке беспроводная передача энергии уже стала фактическим стандартом для электроники, и в 2024–2025 годах на-

чалась новая волна — выход технологии в широкие бытовые сценарии.

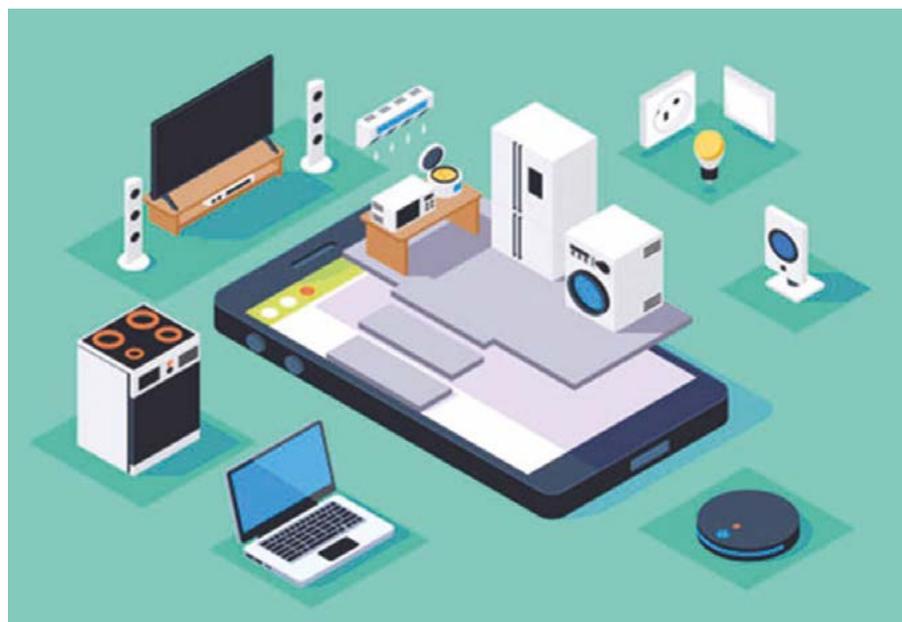
Смартфоны и персональная электроника: зрелый сегмент

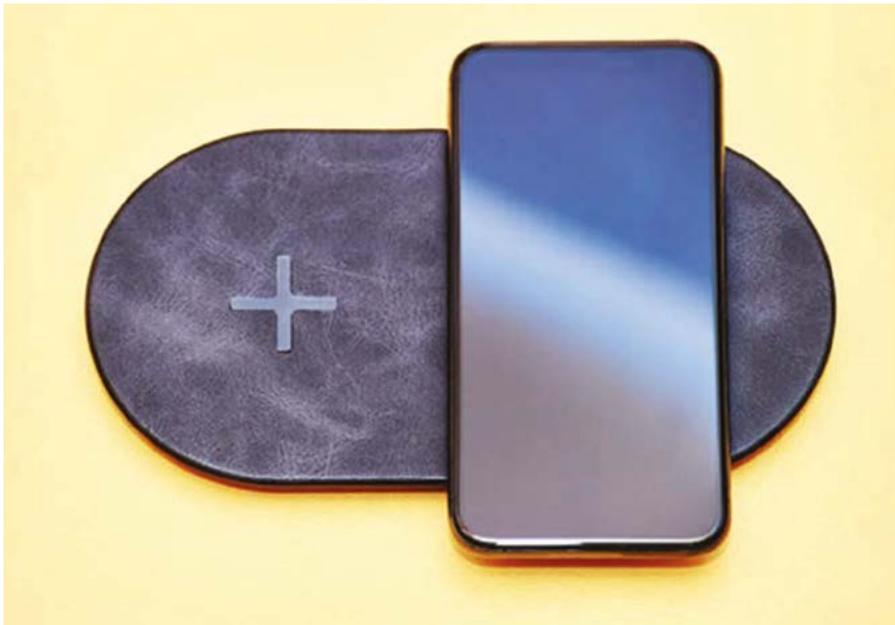
- Зарядка по стандарту Qi сегодня поддерживается большинством флагманских и среднеценовых смартфонов и аксессуаров; именно этот сегмент формирует наибольшую долю установленной базы БПЭ.

- Переход к Qi2 с мощностью до 25 Вт и обязательным магнитным позиционированием дает пользователю более предсказуемый опыт: меньше нагрев, выше скорость, меньше ошибок позиционирования.

Бытовая техника и «умная мебель»

Сегмент бытовой техники только начинает систематически использовать





беспроводное питание, но в нем уже вырисовываются устойчивые сценарии.

- Роботизированные пылесосы: один из первых массовых бытовых сценариев; фактически уже стали стандартом, автоматически возвращаясь к док-станции, где зарядка происходит контактным или полубеспроводным способом.

- Мелкая техника для кухни и ванной: наметился тренд на интеграцию индуктивных площадок в столешницы, кухонные острова, сантехнические модули для питания блендеров, кофемашин, щеток, триммеров без проводов на виду.

- Мебель с интегрированными зарядными модулями: офисные столы, прикроватные тумбы, кухонные поверхности, в которые встроены модули стандарта Qi или Qi2, позволяющие заряжать телефоны, наушники и мелкую технику при простом размещении на поверхности.

Перспективный сценарий — «беспроводная кухня», где столешница становится универсальной силовой площадкой для различных модулей техники, а идентификация нагрузки и управление мощностью реализованы средствами силовой электроники и цифровой связи.

Домашний Интернет вещей и датчики

Беспроводная передача энергии в бытовом сегменте Интернета вещей решает хроническую проблему батареек и обслуживания.

- Беспроводные датчики температуры, влажности, протечек, открывания дверей и пр. могут питаться от радиочастотных или резонансных систем, расположенных в помещении.

- Это особенно актуально для встроенных в конструкции здания датчиков, где замена батарей трудоемка или разрушительна.

Ограничения и барьеры в быту

- Коэффициент полезного действия и тепловыделение: при возрастании мощности и расстояния эффективность падает, а тепловые потери растут, что особенно критично в компактной бытовой технике.

- Стоимость: интеграция модулей беспроводной передачи энергии увеличивает себестоимость изделий, и пока это оправдано в премиум-сегменте и нишах «умного дома».

- Стандартизация: стандарты Qi и Qi2 вносят порядок в сегмент малой электроники, но для крупной бытовой техники единых стандартов пока нет.

В промышленности беспроводная

передача энергии выходит далеко за рамки

зарядки персональных устройств

Промышленные системы: беспроводное питание как фундамент автоматизации 4.0

В промышленности беспроводная передача энергии выходит далеко за рамки зарядки персональных устройств. Это инфраструктурная технология для автономных роботов, гибких производственных линий и цифровых двойников.

Автоматизированный транспорт: автоматизированные направляемые транспортные средства, автономные мобильные роботы, погрузчики

- По оценкам аналитиков, именно сегмент автоматизированных направляемых транспортных средств и автономных мобильных роботов является доминирующим применением беспроводной передачи энергии в промышленности.

- Примером служат системы, используемые для зарядки автоматизированных тележек по маршруту движения на заводах: транспортное средство получает заряд на коротких остановках без механического подключения.

- Это уменьшает простои, повышает гибкость маршрутов и повышает

безопасность (отсутствуют открытые токоведущие части и искрение).

Роботы и производственное оборудование

- Роботизированные манипуляторы и станки получают возможность сквозной передачи энергии через поворотные соединения без скользящих контактов, что уменьшает износ и требования к обслуживанию.

- В агрессивных и взрывоопасных средах (нефть и газ, химическая промышленность) беспроводная передача энергии позволяет герметизировать оборудование и исключить искровые контакты, что является важным фактором безопасности.

Беспроводные датчики и промышленный Интернет вещей

- Беспроводная передача энергии решает проблему питания многочисленных датчиков параметров процесса, вибрации и состояния оборудования, размещенных на движущихся или труднодоступных частях.

- Сочетание энергоэффективной электроники, технологий сбора рассеянной энергии и маломощной радио-

частотной передачи позволяет строить сенсорные сети без батарей, упрощающие обслуживание.

Зарядка электротранспорта в индустриальной среде

- В логистических центрах и индустриальных парках растет интерес к беспроводной зарядке погрузчиков, служебных электромобилей и специализированного транспорта.

- Для стационарных парковочных мест рассматриваются индуктивные или резонансные платформы, а для линий и конвейерных дорог — встроенные в покрытие катушки, позволяющие подзаряжать транспорт в движении.

Ограничения и вызовы

- Высокие капитальные затраты: внедрение инфраструктуры беспроводной передачи энергии требует значительных начальных инвестиций, особенно при модернизации существующих площадок.

- Электромагнитная совместимость: мощные системы должны вписываться в существующий электромагнитный ландшафт цехов, не нарушая работу чувствительной электроники.

- Отсутствие отраслевых стандартов: на уровне отдельных отраслей формируются инициативы по стандартизации, но единых глобальных норм пока нет.

Рынок и перспективы: что ждет беспроводную передачу энергии до 2030 года

С учетом текущей траектории развития можно выделить несколько стратегических трендов, определяющих

Сегменты максимального роста

Сегмент	Основной драйвер	Статус/перспектива к 2030 г.
Смартфоны и носимая электроника	Стандартизация Qi / Qi2, пользовательский опыт	Зрелый массовый рынок, постепенный рост мощности и эффективности.
Бытовая техника	Умный дом, интеграция в мебель	Быстрый рост в премиум-сегменте, постепенное удешевление, появление «беспроводных кухонь».
Промышленные тележки и роботы	Автоматизация, снижение простоев	Один из ключевых драйверов рынка для промышленности.
Промышленные датчики	Промышленность 4.0, отказ от батареек	Массовое внедрение маломощных радиочастотных и резонансных решений.
Электромобильный транспорт	Автономное вождение, комфорт, корпоративные парки	Нишевые пилотные зоны, дальнейшая стандартизация и рост мощностей.
Беспилотные аппараты и спецтехника	Непрерывная работа, труднодоступные зоны	Пилотные проекты с оптической и резонансной передачей, нишевый, но растущий сегмент.

будущее беспроводной передачи энергии в ближайшие 5–10 лет.

Ожидаемая динамика рынка

По данным ряда аналитических отчетов:

- Объем глобального рынка беспроводной передачи энергии оценивается в 8–15 млрд долл. в середине 2020-х и может превысить 25 млрд долл. к 2026 году при среднегодовом росте выше 20%.
- Для индустриального сегмента (зарядка автоматизированных тележек, роботов, промышленного транспорта и сенсоров) прогнозируется среднегодовой темп роста около 15% на период 2025–2033 годов.
- В потребительском сегменте ожидается резкий рост числа устройств с поддержкой стандарта Qi2: только

в 2025 году было сертифицировано более 1200 новых продуктов, а в горизонте пяти лет прогнозируется до 4 млрд устройств с поддержкой Qi2.

Технологические векторы

- Повышение коэффициента полезного действия и мощности: решения, совместимые со стандартом Qi2, уже выходят на 25 Вт, и ожидается дальнейший рост мощностей и улучшение теплового режима.
- Увеличение расстояния и гибкости позиционирования за счет резонансных и метаматериальных решений, интеллектуальных отражающих поверхностей.
- Интеграция беспроводной передачи энергии с системами передачи данных (питание и связь), что делает возможным создание по-настоящему автономных киберфизических систем.

Регулирование и стандарты

- Продолжается выработка стандартов в области беспроводной зарядки электромобилей, а также гармонизация требований по безопасности и электромагнитной совместимости в разных юрисдикциях.
- В потребительском сегменте доминирование стандартов Qi и Qi2 формирует фактический стандарт, тогда как конкурирующие альянсы и закрытые решения постепенно либо консолидируются, либо уходят в узкие ниши.

Выводы для рынка электротехники и производителей

Для производителей электротехнического оборудования и решений уже в ближайшие годы беспроводная передача энергии перестанет быть экзотической опцией и станет одним из ожидаемых функциональных блоков в ряде продуктовых категорий.

Ключевые стратегические шаги, которые стоит учитывать:

- Встроить поддержку стандарта Qi2 и/или совместимых индуктивных решений в новую линейку бытовой и профессиональной техники, особенно ориентированной на «умный дом» и офис.
- Проработать сопряжение беспроводной передачи энергии с силовой электроникой и системами управления для модульной кухни, сантехнических модулей, мебели и промышленного оборудования.
- В промышленном сегменте оценить экономику перехода на беспроводную зарядку для автоматизированных тележек, мобильных роботов, складской техники и сетей датчиков с учетом снижения простоев и затрат на обслуживание.
- Учитывать нормативные требования по электромагнитной совместимости и безопасности и проектировать систему беспроводной передачи энергии как часть комплексной электромагнитной архитектуры объекта.

Перспективы беспроводной передачи энергии на горизонте до 2030 года выглядят устойчиво позитивными: рынок растет двузначными темпами, стандарты постепенно консолидируются, а новые технологические решения снимают традиционные ограничения по эффективности и дальности. Для участников рынка электротехники именно сейчас открывается окно возможностей занять технологические и рыночные ниши — от модулей беспроводной передачи энергии и силовой электроники до комплексных бытовых и промышленных систем, спроектированных по умолчанию под беспроводное питание.



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



КОНКУРС ЭЛЕКТРОРЕКЛАМА

Видеореклама

Реклама в прессе

Наружная
реклама

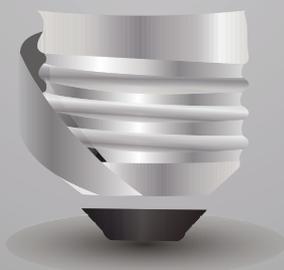
Лучший
корпоративный
сувенир

Печатная
продукция

Лучший
корпоративный
календарь

Фирменный
стиль

Лучший
выставочный
стенд



Прием заявок до 24 мая 2026 г.
www.marketelectro.ru/electroreklama

организатор:

РЫНОК
Электротехники
www.marketelectro.ru
ежеквартальный журнал-справочник

Эксплуатация систем освещения в России: технологии, практика, перспективы

■ Алёна Соловьева

Освещение как стратегический ресурс

Системы освещения занимают особое место в инфраструктуре любого государства. На долю искусственного света приходится, по различным оценкам, от 12 до 20 % всего потребления электроэнергии в стране, а в отдельных секторах — коммерческой недвижимости, промышленных предприятиях и жилищно-коммунальном хозяйстве — эта доля может достигать 30–40 %. В условиях, когда общее энергопотребление в Единой энергосистеме России по итогам 2025 года составило 1,161 трлн кВт·ч, вопросы рациональной эксплуатации осветительных установок приобретают не просто хозяйственное, но стратегическое значение.

Российский рынок освещения переживает период глубокой трансформации. Санкционное давление, стартовавшее в 2022 году и продолжающее оказывать влияние на логистические цепочки, с одной стороны, ускорило процессы импортозамещения, а другой — обозначило серьезные структурные проблемы отрасли: зависимость от импортной компонентной базы, недостаточную глубину локализации и дефицит квалифицированных кадров в области светотехнического проектирования.

Настоящий аналитический обзор исследует ключевые аспекты эксплуатации систем освещения в Российской Федерации: от текущего состояния рынка и нормативной базы до передовых технологических решений и перспектив развития отрасли на горизонте ближайших пяти лет.

1. Состояние рынка: цифры и тенденции

1.1. Макроэкономический контекст

По итогам 2025 года энергопотребление в России впервые за четыре года продемонстрировало снижение — приблизительно на 0,8–1,1 % по сравнению с предыдущим годом. Аналитики связывают это с аномально теплой

погодой и некоторым замедлением темпов экономического роста. Вместе с тем стоимость электроэнергии на оптовом рынке продолжила рост: индекс равновесных цен в первой ценовой зоне увеличился на 17,5 %, во второй — на 24,7 %. Это создает мощный экономический стимул для перехода на энергоэффективные осветительные решения.

На 2026 год эксперты прогнозируют рост энергопотребления в пределах 1,3 %, что вкупе с продолжающимся удорожанием электроэнергии (вследствие индексации цен на газ и рост стоимости угля) обеспечивает устойчивый спрос на модернизацию систем освещения.

1.2. Объемы рынка светотехнической продукции

По оценкам BusinesStat, в 2025 году продажи коммерческого и промышленного светового оборудования в России снизились на 4 % по сравнению с 2024 годом и составили 35 млн штук. Это снижение во многом обусловлено сокращением объемов нового строительства — сектора, формирующего основной спрос на осветительные

приборы. Спад в возведении офисных зданий, торговых центров и промышленных предприятий непосредственно отражается на динамике продаж.

Вместе с тем ряд сегментов демонстрирует контрастную динамику. Онлайн-продажи светильников и люстр, по данным Statista, в 2024 году достигли 288,9 млн долларов (около 26,7 млрд руб.), а к 2029 году ожидается увеличение почти вдвое — до 495,3 млн долларов. Среднегодовой темп роста выручки в e-commerce-сегменте составляет порядка 10,4 %, число онлайн-покупателей светотехнической продукции в 2024 году достигло 3,8 млн человек.

Рынок LED-ламп оценивается аналитиками более чем в 50 млрд рублей. Три четверти импортируемой продукции приходится на Китай, что свидетельствует о высокой зависимости от зарубежных поставщиков, несмотря на курс импортозамещения. По данным Alto Consulting Group, выпуск ламп в России в 2024 году составил 81,2 млн штук — снижение на 29,9 % относительно 2023 года. При этом Центральный федеральный округ остается ключевым производственным регионом, обеспечивающим 69,4 % общего объема.



1.3. Структура потребления по сегментам

Наибольший потенциал развития отечественного производства, по мнению экспертов, сосредоточен в трех ключевых сегментах: архитектурное освещение, промышленное освещение и уличное (наружное) освещение. Именно в этих нишах российские производители обладают наибольшими конкурентными преимуществами — знание местных нормативов, возможность кастомизации под конкретные проекты и оперативное сервисное обслуживание.

Бытовой сегмент по-прежнему испытывает давление со стороны массового импорта: недорогая продукция из КНР доминирует в ценовом диапазоне до 500 рублей за единицу. Российские производители не в состоянии конкурировать в этом сегменте

по цене, однако постепенно наращивают долю в среднем и премиальном ценовых диапазонах.

2. Технологический ландшафт: от LED к интеллектуальным системам

2.1. Доминирование светодиодных технологий

Переход на светодиодное освещение остается магистральным трендом российского рынка. За последние годы доля ламп накаливания снизилась драматически: если в 2016 году на них приходилось 53,9% продаж в натуральном выражении, то сегодня этот показатель не превышает 15–18%. Светодиодные источники света, несмотря на более

высокую начальную стоимость, обеспечивают кратное снижение энергопотребления (до семи-восьми раз по сравнению с лампами накаливания) и значительно более длительный срок службы — до 50 000–100 000 часов.

Ключевые параметры современных LED-светильников промышленного и уличного назначения, предлагаемых российскими производителями, достигают впечатляющих показателей: световая отдача до 174 лм/Вт, коэффициент пульсации менее 1%, индекс цветопередачи выше 80 единиц. Гарантийный срок на продукцию ведущих отечественных компаний составляет пять-семь лет, что делает светодиодные решения привлекательными в том числе для долгосрочных энергосервисных контрактов.

2.2. Интеллектуальные системы управления освещением

Одним из наиболее значимых технологических трендов является переход от статического к адаптивному, «умному» освещению. Системы интеллектуального управления (АСУНО — автоматизированные системы управления наружным освещением) объединяют светильники, датчики, контроллеры и программные платформы в единую IoT-экосистему.

Технологическая архитектура таких систем, как правило, включает несколько уровней. На исполнительном уровне располагаются LED-светильники, оснащенные интеллектуальными контроллерами. Контроллеры подключаются через стандартизированные разъемы (Zhaga или NEMA-розетка) и обеспечивают связь с центром мониторинга по протоколам LoRaWAN или NB-IoT. Последний предоставляется всеми операторами «большой четверки» в России, что особенно актуально для малых городов и сельской местности, где развертывание отдельной сети нецелесообразно.

На облачном уровне размещена программная платформа, которая обрабатывает данные, формирует сценарии управления и обеспечивает удаленный мониторинг. Российские разработчики предлагают собственные решения — например, платформа Ambiot, включенная в Единый реестр российского ПО Минцифры, реализует весь спектр функций: от автоматического включения-выключения по астрономическому таймеру до адаптивного диммирования в зависимости от интенсивности дорожного движения и погодных условий.

По оценкам производителей, экономия электроэнергии при внедрении АСУНО достигает 60% по сравнению с неуправляемым освещением. Дополнительно система позволяет оперативно выявлять неисправности,



Технология HCL особенно востребована

в образовательных учреждениях

отслеживать незаконные подключения и контролировать нагрузку на сеть в режиме реального времени.

2.3. Human Centric Lighting и биодинамическое освещение

Параллельно с интеллектуализацией уличного освещения развивается направление биодинамического, или «человекоцентричного», освещения (Human Centric Lighting, HCL). Суть подхода состоит в автоматическом изменении цветовой температуры и интенсивности света в течение суток, имитируя динамику естественного солнечного освещения. Диапазон регулировки составляет 2700–6500 К при интенсивности от 50 до 2000 люкс.

Технология HCL особенно востребована в образовательных учреждениях, медицинских организациях и офисных пространствах — там, где качество освещения непосредственно влияет на работоспособность, концентрацию и самочувствие людей. В России применение HCL пока находится на начальном этапе, однако обновление санитарных требований и повышение внимания к эргономике рабочих мест создают предпосылки для более широкого внедрения.

3. Нормативная база: между требованиями и реальностью

3.1. Ключевые нормативные документы

Нормативное регулирование освещения в России представляет собой многоуровневую систему документов. Фундаментальным сводом правил выступает СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», являющийся актуализированной редакцией СНиП 23–05–95*. Документ устанавливает нормы освещенности для производственных, общественных и жилых зданий, требования к аварийному и охранному освещению.

Санитарные требования определяются СанПиН 1.2.3685–21, действующим до 1 марта 2027 года, с рядом изменений, вступивших в силу с 1 сентября 2025 года. Методология инструментального контроля и оценки параметров

освещения описана в МУК 4.3.3975–24, утвержденных Роспотребнадзором в феврале 2024 года.

Для рабочих мест внутри зданий действует ГОСТ Р 55710–2013, определяющий нормативные значения освещенности, коэффициента пульсации, показателя дискомфорта и равномерности. Отдельные стандарты регулируют освещение автомобильных дорог (ГОСТ 33176–2014) и строительных площадок (ГОСТ 12.1.046–2014).

3.2. Обновления нормативной базы в 2024–2025 гг.

Существенным событием стало обновление санитарных правил для образовательных учреждений. В сентябре 2024 года были внесены изменения в СП 2.4.3648–20, которые впервые установили требования к предельным значениям показателя ослепленности (UGR), обязательное применение энергоэффективных источников света и специальные нормативы для обучающихся с нарушением зрения — до 1000–1500 люкс в читальных залах.

С 1 февраля 2025 года в России вступили в действие новые стандарты на «умные дома», в том числе ГОСТ Р 71865–2024 и ГОСТ Р 71866–2024, определяющие архитектуру и общие технические требования к киберфизическим системам жилых зданий. Это создает норма-





тивную основу для внедрения интеллектуальных систем управления освещением в жилом секторе.

Также заслуживает внимания инициатива Московской области, где установлен единый «Стандарт систем наружного освещения территорий». Вся 781 тысяча светильников региона должна соответствовать строгим требованиям: теплый свет в диапазоне 2700–3000 К, энергоэффективность, влагостойкость и гарантийный срок службы не менее пяти лет. Этот опыт может стать прецедентом для других субъектов Федерации.

4. Практика эксплуатации: проблемы и решения

4.1. Энергосервисные контракты как инструмент модернизации

Одним из наиболее действенных механизмов обновления систем освещения в бюджетной сфере являются энергосервисные контракты (ЭСК). Правовую основу ЭСК составляют Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении», Федеральный закон № 44-ФЗ о контрактной системе и Постановление Правительства РФ № 636.

Механизм ЭСК позволяет муниципалитетам и бюджетным учреждениям модернизировать инфраструктуру освещения без единовременных затрат из бюджета. Энергосервисная компания за свой счет проводит энергетический аудит, разрабатывает техническое решение, поставляет и монтирует новое оборудование. Заказчик оплачивает работы постепенно, из достигнутой экономии. Средний срок ЭСК составляет пять-семь лет, после чего всё оборудование передается на баланс заказчика.

По данным ведущих энергосервисных компаний, снижение энергопотребления при переходе с устаревших ртутных и натриевых светильников на LED-оборудование составляет 65–70%. При этом достигается не только экономия, но и превышение нормативов освещенности минимум на 25%, улучшается качество световой среды (коэффициент пульсации менее 1%, индекс цветопередачи свыше 80 единиц).

Министерство энергетики РФ оценивает совокупный объем рынка государственных контрактов на замену традиционных источников света на светодиодные в 442 млрд рублей. При этом государственные контракты на замену светильников составляют около 33% от общего объема рынка в стоимостном выражении. Это свидетельствует о масштабном потенциале, который еще далеко не исчерпан.



4.2. Региональные практики модернизации

Москва выступает безусловным лидером модернизации городского освещения. До конца 2024 года столичные власти планировали оснастить smart-контроллерами свыше 80 000 фонарей. Эти устройства, подключенные к единому центру управления АО «ОЭК», обеспечивают автоматический мониторинг состояния каждого светильника: при выходе лампы из строя контроллер мгновенно сигнализирует диспетчеру, что позволяет оперативно устранять неполадки.

Московская область реализует масштабную программу модернизации уличного освещения с привлечением системы «Мониторинг наружного освещения». Вся 781 тысяча светильников региона приводится в соответствие с единым стандартом, включающим требования к цветовой температуре, энергоэффективности и долговечности.

Среди регионов также выделяются Владимирская область, Псков, Сыктывкар и Гатчина, где модернизация осуществляется через энергосервисные контракты с участием крупных игроков — в частности, ПАО «Ростелеком» выступает генеральным подрядчиком ряда проектов. Город Елец (Липецкая область) стал одним из показательных примеров комплексной модернизации уличного освещения по энергосервисной модели.

4.3. Типичные проблемы эксплуатации

Несмотря на значительные успехи в модернизации, практика эксплуатации систем освещения в России по-прежнему сопряжена с рядом системных проблем. Высокий физический и моральный износ оборудования характерен для большинства малых и средних городов. Многие населенные пункты до сих пор эксплуатируют ртутные и натриевые светильники с энергопотреблением 250–400 Вт, установленные 15–20 лет назад. В отдаленных населенных пунктах фонари нередко отключают раньше нормативного времени из-за финансовых ограничений.

Дефицит квалифицированных специалистов в области светотехнического проектирования и эксплуатации ощущается повсеместно. Проектирование интеллектуальных систем управления требует компетенций на стыке электротехники, IT и телекоммуникаций, что создает кадровый разрыв.

Несоответствие фактических параметров освещения нормативным требованиям — еще одна распространенная проблема. При проведении инструмен-

тального контроля выявляются отклонения по уровню освещенности, равномерности, коэффициенту пульсации и показателю ослепленности, особенно в образовательных и медицинских учреждениях.

5. Импортозамещение: достижения и узкие места

5.1. Текущее состояние

По состоянию на начало 2026 года в России зарегистрировано свыше 410 производителей освещения и светотехники. Среди крупнейших игроков — INCOTEX Electronics Group (два завода, производственные мощности более 80 000 кв. м), FAROS LED (Ульяновская область, входит в топ-10 с 2018 года, статус системообразующего предприятия с 2022 года), ЛЕД-Эф-

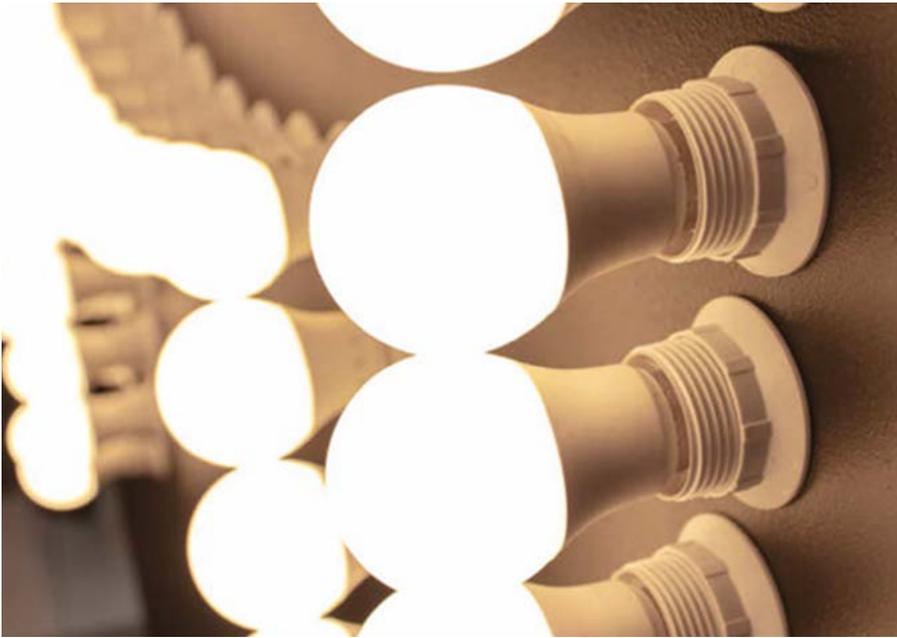
фект, Вартон, Geniled, PromLED и ряд других компаний.

Ассортимент отечественных производителей охватывает практически все категории: уличное и дорожное освещение, промышленные светильники, офисные панели, архитектурную подсветку, взрывозащищенные системы, фитосветильники и спортивное освещение. Продукция ведущих компаний сертифицирована по стандарту IQNet ISO 9001–2015 и включена в Реестр продукции российского производства Минпромторга.

5.2. Компонентная зависимость

Наиболее импортозависимым остается сегмент производства комплектующих — светодиодных чипов, драйверов питания и высококачественной оптики. В общей стоимости LED-оборудования на долю светоизлучающих диодов





приходится около 7,5%, однако именно качество чипов определяет ключевые потребительские характеристики: цветовую отдачу, цветопередачу и ресурс.

Особую проблему представляет дефицит источников питания, управляемых по современным протоколам — 0–10 V, DALI и DALI-2. Эти компоненты критически важны для реализации интеллектуальных систем управления. Отдельные российские компании (например «ТРИОН») начали производство таких драйверов, однако до полного насыщения рынка еще далеко.

Что касается оптики — линз из поликарбоната и ПММА — российские производители демонстрируют конкурентоспособное качество. Это один из немногих компонентных сегментов, где зависимость от импорта минимальна.

6. Перспективы развития: горизонт 2026–2030

6.1. Прогнозы рынка

Несмотря на краткосрочное снижение продаж, среднесрочные перспективы рынка оцениваются позитивно. По прогнозам аналитиков, рынок ламп в России продолжит рост на уровне 1,5–2% ежегодно, при этом структурный сдвиг в пользу светодиодной продукции будет ускоряться. Рынок онлайн-продаж освещения, по прогнозам Statista, практически удвоится к 2029 году, достигнув 495 млн долларов.

Ключевыми драйверами роста на горизонте до 2030 года станут: продолжение модернизации муниципального и ведомственного освещения через механизм ЭСК; ужесточение требований к энергоэффективности зданий и сооружений; развитие концепции «умного города» в крупнейших мегаполисах; расширение строительства промышленных и логистических объектов; рост требований к качеству световой среды в социальных учреждениях.

6.2. Технологические тренды

Развитие искусственного интеллекта открывает новые горизонты для систем освещения. Уже сегодня на мировых выставках демонстрируются решения, способные обрабатывать десятки параметров окружающей среды и выполнять сотни тысяч корректировок в день без участия оператора. Для российских городов адаптация подобных технологий — вопрос ближайших трех-пяти лет.

Концепция «умных опор» (smart poles), объединяющих в единой конструкции освещение, камеры видеонаблюдения, точки доступа Wi-Fi, датчики экологического мониторинга

В бытовом сегменте развитие «умного освещения»

определяется конкуренцией экосистем

и зарядные станции для электромобилей, становится реальностью для российских городов-миллионников. Интеграция освещения в широкую инфраструктуру «умного города» существенно повышает ценность инвестиций в модернизацию.

Тренд на улучшение качества света выражается в распространении антиослепляющей оптики (системы типа batwing, full-cutoff), переходе к теплomu белому спектру (3000–4000 К) для уличного освещения и активному внедрению принципов «защиты темного неба», минимизирующих световое загрязнение.

6.3. Экосистема «умного дома»

В бытовом сегменте развитие «умного освещения» определяется конкуренцией экосистем. Наряду с глобальными платформами (Apple HomeKit, Google Home) активно развиваются российские решения: «Яндекс.Дом», экосистема Sber (с поддержкой протокола Zigbee для локальной работы без интернета) и платформа Minimir Home. Новые ГОСТы 2024 года на «умные дома» формализуют требования к совместимости и безопасности таких систем, что должно стимулировать рост рынка.

Ключевое преимущество российских платформ — независимость от зарубежных серверов и полная локализация, включая голосовое управление на русском языке. В условиях сохраняющейся геополитической неопределенности это становится весомым аргументом для потребителей.

Заключение

Российский рынок эксплуатации систем освещения находится на переломном этапе. Период вынужденной адаптации к санкционным реалиям постепенно трансформируется в период системного развития отечественной светотехнической отрасли. Более 410 российских производителей, ряд из которых достиг уровня мировых стандартов качества, формируют конкурентоспособное предложение в ключевых рыночных нишах.

Технологический вектор развития определяется конвергенцией трех направлений: энергоэффективность (пе-

реход на LED), интеллектуализация (IoT, АСУНО, адаптивное управление) и ориентация на комфорт и здоровье человека (HCL, антиослепляющая оптика, защита темного неба). Нормативная база, обновленная в 2024–2025 годах, создает правовые рамки для масштабного внедрения этих технологий.

Ключевым вызовом остается компонентная зависимость от импорта —

прежде всего в сегменте светодиодных чипов и интеллектуальных драйверов. Преодоление этого барьера потребует целенаправленных инвестиций и государственной поддержки на горизонте пяти-семи лет.

Для участников рынка — производителей, проектировщиков, эксплуатирующих организаций и муниципальных заказчиков — наступает период возможностей. Энергосервисные контракты, программы «умного города», обновление социальной инфраструктуры и рост онлайн-каналов продаж формируют обширное поле для развития. Выиграют те, кто сумеет предложить комплексные решения, объединяющие качественное оборудование, интеллектуальное управление и профессиональное сервисное сопровождение на всем протяжении жизненного цикла осветительной системы.



Эксплуатация систем освещения: технологии, практика, перспективы

Тема сегодняшнего круглого стола — «Эксплуатация систем освещения: технологии, практика, перспективы». Мы расспросили наших экспертов о том, что сегодня происходит в этой сфере, с какими проблемами чаще всего сталкиваются компании, что будет происходить на рынке в ближайшее время.

На наши вопросы отвечали:

Артем Маймор, коммерческий директор IEK GROUP

Александр Гребенников, исполнительный директор ООО «СИЛЕД»

Александр Кузьменко, директор департамента светотехники Группы компаний PitON



Артем Маймор,
коммерческий директор
IEK GROUP

— Какие факторы сегодня формируют основные затраты на эксплуатацию систем освещения в российских проектах?

Артем Маймор: Ключевые статьи эксплуатационных затрат можно разделить на четыре основных блока. Первый — затраты на электроэнергию. Несмотря на массовый переход на светодиоды, это по-прежнему значимая статья, особенно для магистральных улиц, архитектурной подсветки с высокой установленной мощностью. Рост тарифов усиливает эффект даже при высокой энергоэффективности оборудования.

Второй — затраты на обслуживание и логистику. Это самая недооцененная статья расходов. Включает в себя не только замену ламп, драйверов или светильников, но и сопутствующие



Александр Гребенников,
исполнительный директор
ООО «СИЛЕД»

издержки: аренду автовышек и спецтехники, логистику бригад, простой, оформление допусков. В крупных городах стоимость выезда бригады зачастую превышает цену самого светильника.

Третий — затраты на амортизацию и замену оборудования.

Четвертый — затраты на коммутационное оборудование и системы управления. Если применяются интеллектуальные системы (АСУНО), к смете добавляются расходы на лицензии ПО, обслуживание серверов, каналы связи.

Александр Гребенников: Три блока: энергопотребление, обслуживание и качество оборудования.

В объектах с длительным режимом работы энергия формирует до 70–80% расходов. Но не менее важен ресурс светильника. Недорогие решения



Александр Кузьменко,
директор департамента светотехники
Группы компаний PitON

с упрощенной схмотехникой и слабым теплоотводом часто выходят из строя через 1,5–3 года — в первую очередь из-за деградации драйверов и перегрева.

Внеплановые замены, выезды персонала, аренда подъемной техники требуют значительных затрат. Первоначальная экономия на закупке нередко оборачивается ростом совокупной стоимости владения.

— С какими типовыми проблемами чаще всего сталкиваются эксплуатирующие организации после ввода систем освещения в работу?

Артем Маймор: Можно выделить несколько повторяющихся сценариев. На одной линии может быть установлено оборудование, различное

по качеству, например светильники из разных партий могут работать неодинаково. Происходит деградация светодиодов, снижается интенсивность свечения, изменяется цветовая температура. Драйверы могут выйти из строя раньше срока — за три-пять лет вместо восьми-десяти. При отсутствии телеметрии сложно понять, что именно вышло из строя — драйвер, питание, линия или коммутационный аппарат.

Неправильное проектирование или использование некачественного оборудования приводит к высокому пусковому току, проблемам с электромагнитной совместимостью (ЭМС) и дополнительной нагрузкой на сеть.

Так же остро стоит вопрос грозозащиты и защиты от скачков напряжения.

Ситуация усугубляется неактуальной исполнительной документацией, случаются недокументированные изменения схем.

Сказывается нехватка ЗИП (запасных частей), возможна долгая поставка комплектующих.

Мы, как производители и поставщики оборудования, хорошо знаем эти боли наших клиентов и со своей стороны стремимся предложить комплексные решения, которые минимизируют эти проблемы.

Александр Гребенников: Массовые отказы блоков питания, снижение светового потока, отсутствие удаленной диагностики и сложность локализации неисправностей.

Если проект не предусматривает мониторинг, обслуживание превращается в ручной обход, что особенно затратно на крупных объектах.

— Какую роль играют системы управления освещением в снижении эксплуатационных затрат и когда их внедрение экономически оправдано?

Артем Маймор: Системы управления (АСУНО) дают эффект в трех направлениях. С помощью адаптивного диммирования (ночные профили, учет трафика) они позволяют экономить 20–40% электроэнергии. С помощью удаленной диагностики упрощают обслуживание — это сокращает количество холостых выездов бригад на 30–60%. На предсказуемость бюджета работает аналитика по деградации и авариям. Она позволяет перейти от аварийных ремонтов к плановым.

Но при этом в текущих экономических условиях (с учетом ключевой ставки ЦБ) сложные АСУНО оправданы только для крупных небюджетных объектов (коммерческих, государственных) с масштабом от 300–500 свето-

точек, высокой стоимостью выезда и протяженными территориями. Критическим порогом часто является стоимость системы — если она превышает 5–7% от стоимости самих светильников, внедрение становится экономически невыгодным. Поэтому на малых объектах и в проектах с жестким бюджетом рациональнее использовать упрощенные решения: фотореле, астротаймеры и датчики движения.

Александр Гребенников: Управление эффективно там, где есть переменная нагрузка: коридоры, склады, паркинги, офисы с дневным светом. Датчики присутствия и диммирование по естественному освещению дают 50–70% экономии по сравнению с постоянным режимом.

В зонах с равномерной круглогодичной нагрузкой эффект ниже. Ошибка — внедрять управление без анализа сценариев эксплуатации.

В коммерческих зданиях по-прежнему востребованы проводные архитектуры управления (например DALI-2) как надежная система адресации и диагностики. Беспроводные решения чаще применяются в реконструкциях и распределенных объектах.

— Какие технологические решения (датчики, мониторинг, удаленная диагностика) уже доказали свою эффективность на практике?

Артем Маймор: Эффективность решений зависит от типа объекта, но можно выделить технологии, доказавшие свою универсальность и надежность. Наиболее востребованными и понятными устройствами остаются базовые сенсоры — фотореле (или астрономические таймеры) и инфракрасные датчики движения. Контроль тока, напряжения и диагностика состояния драйвера позволяют фиксировать обрывы линии и кражи электроэнергии. Для распределенных сетей (парки, трассы, набережные) лучшие результаты показывают энергоэффективные протоколы LPWAN (LoRaWAN, NB-IoT) и PLC (в стабильных сетях). Анализ циклов включения и отслеживание роста потребления позволяют выявлять деградацию блока питания на ранней стадии, до аварии.

Александр Гребенников: Практически устойчивый результат дают:

- корректно настроенные датчики присутствия;
- daylight-диммирование;
- групповой учет энергопотребления;
- удаленный мониторинг состояния оборудования.

В наружном освещении растет применение LPWAN-подходов для централизованного контроля распределенных сетей.

— Насколько квалификация обслуживающего персонала влияет на надежность и срок службы осветительных систем?

Артем Маймор: Она оказывает критическое влияние. Даже самая качественная система при низкой квалификации обслуживающих бригад теряет ресурс в разы быстрее. Квалификация играет решающую роль при настройке драйверов и временных профилей, понимании принципов электромагнитной совместимости и работы систем управления, качественном ведении и актуализации документации. На объектах с высокой нагрузкой на электросети влияние человеческого фактора становится еще более весомым, так как даже незначительные ошибки в настройке или монтаже могут привести к катастрофическим последствиям. Главным же барьером остается отсутствие мотивации у персонала менять устоявшиеся процессы и осваивать новые технологии.

Александр Гребенников: Критически важна. Часто диммирование отключают «для упрощения», датчики переводят в ручной режим, не контролируют тепловые режимы и контакты. В итоге система работает вне проектных параметров, что снижает ресурс и экономический эффект.

Александр Кузьменко: Ошибки на этапе проектирования систем освещения могут существенно усложнить их дальнейшую эксплуатацию, привести к перерасходу энергии, снижению срока службы оборудования, нарушению норм безопасности и дискомфорту пользователей. Ключевые просчеты:

1. Неправильный расчет уровня освещенности. Игнорирование нормативных требований (СНиП, ГОСТ, СП 52.13330.2016) к уровню освещенности для разных типов помещений.

2. Неправильное размещение светильников. Неучет расположения рабочих зон, особенностей технологического процесса или рельефа местности приводит к неравномерному освещению, появлению «слепых зон» или избыточной яркости в проходных участках.

3. Игнорирование энергоэффективности.

4. Несоблюдение нормативов ПУЭ и ГОСТ. Игнорирование правил устройства электроустановок (ПУЭ) и других стандартов может привести

к авариям или отказу в согласовании проекта.

5. Ошибки в расчете электрических нагрузок. Учет только номинальной мощности светильников без коэффициента спроса приводит к перегрузке сети или недостаточной мощности.

6. Неправильный выбор оборудования. Важно подбирать оборудование с учетом IP-защиты, устойчивости к вибрациям, температурным перепадам и другим факторам.

7. Игнорирование цветовой температуры. Выбор ламп с неподходящей цветовой температурой (например, 6000 К для жилых помещений вместо 2700–3000 К) снижает комфорт. Для парковых и жилых зон предпочтительнее теплый свет (до 3000 К), для большинства городских пространств — нейтральный (около 4000 К).

8. Пренебрежение кривой силы света (КСС) и углом наклона. Проектировщик должен выбрать светильник с подходящей КСС, а монтажник — установить его под углом, указанным в проекте.

9. Отсутствие плана сервисного обслуживания. Проект должен включать регламент обслуживания.

Чтобы минимизировать риски, рекомендуется привлекать к проектированию квалифицированных специалистов, использовать специализированное ПО (например, DIALux для светотехнических расчетов), проводить верификацию проекта на месте перед монтажом и учитывать все особенности объекта и условия эксплуатации.

— Как климатические и эксплуатационные условия регионов России отражаются на выборе оборудования и стратегии обслуживания?

Артем Маймор: Экстремальный разброс климатических зон в России обязывает учитывать погодные условия еще на этапе проектирования. В северных регионах из-за низкой температуры пластик и кабели становятся хрупкими, особые требования предъявляются к холодному старту драйверов, качеству электролитических конденсаторов и морозостойкости пластиков и кабелей. В южных на первый план выходят защита корпусов от перегрева, устойчивость линз к ультрафиолету, в приморских районах — защита от соляного тумана. Поэтому

необходимо разделять оборудование по климатическим зонам и при закупках требовать подтверждения реальных параметров (диапазон температур эксплуатации, степень защиты IP), чего на практике часто не делается. В удаленных регионах может быть оправдано применение альтернативных источников энергии.

— Какие ошибки на этапе проектирования сильнее всего усложняют дальнейшую эксплуатацию систем освещения?

Артем Маймор: Можно выделить несколько наиболее типичных и дорогостоящих ошибок проектирования. Проектировщики используют в расчетах завышенные производительности данные по световому потоку или мощности, а также игнорируют реальные параметры (пусковые токи, коэффициент мощности, деградация светодиодов). Проектируют слишком длинные плечи без компенсации падения напряжения, игнорируют устройства грозозащиты, недостаточно тщательно продумывают расположение шкафов управления. Смешивают в одном проекте разные типы драйверов и протоколов управления, что превращает систему в сложный в обслуживании «зоопарк». Низкий уровень проработки исполнительной документации оставляет эксплуатирующим организациям «черные ящики», что многократно увеличивает время поиска и устранения неисправностей.

— Какие изменения в технологиях и подходах к эксплуатации систем освещения вы ожидаете в ближайшие три-пять лет?

Артем Маймор: Основные тренды ближайших лет будут связаны с интеллектуализацией и повышением прозрачности систем. Акцент сместится с отдельного устройства на инфраструктуру в целом и аналитику больших данных — от «умного светильника» к «умной сети». Стандартом станет предиктивное обслуживание, то есть прогноз на основе данных телеметрии позволит предсказывать аварии, а не реагировать на уже слу-

чившиеся. Системы освещения будут интегрироваться в системы «умного дома». Вырастет доля сервисных контрактов: заказчики будут всё чаще выбирать не просто закупку оборудования, а комплексный сервис (свет как услуга), включающий обслуживание и софт. А также в B2B-сегменте продолжится рост спроса на качественное, предсказуемое оборудование, что упростит его проектирование и эксплуатацию. На фоне постоянного роста стоимости электроэнергетики любые решения, повышающие эффективность, будут максимально востребованы.

Александр Гребенников: Рост стандартизации «умного» освещения в жилом секторе, развитие беспроводных технологий, переход к телеметрии и предиктивной диагностике.

Отдельный тренд — модульность и ремонтпригодность: замена драйвера или оптики без демонтажа корпуса.

Эксплуатация освещения постепенно становится задачей управления жизненным циклом, а не просто заменой источников света.

Александр Кузьменко: В ближайшие три-пять лет светотехническая отрасль перейдет от простого освещения к «умной» инфраструктуре, ориентированной на высокотехнологичное управление данными.

Главный вектор — **тотальная цифровизация**, которая потребует от персонала навыков работы с программным обеспечением и сетями передачи данных.

Основные тренды, которые изменят эксплуатацию систем:

- **Предиктивное обслуживание:** использование IoT-датчиков позволит предсказывать поломки до их возникновения.
- **Стандартизация Zhaga-D4i:** масштабирование этих протоколов упростит замену компонентов и обеспечит их взаимозаменяемость.
- **Модель LaaS (освещение как сервис):** переход от владения оборудованием к оплате за качественный свет, где обслуживание берет на себя поставщик.
- **Цифровизация и BIM:** повсеместное внедрение биодинамического освещения (HCL) и интеграция систем с цифровыми моделями зданий (BIM) для управления в реальном времени.

Энергетическая эффективность и стандарты энергоаудита освещения

Елена Левитина

Энергетическая эффективность в светотехнике сегодня формируется на стыке жестких регуляторных требований, технологического прогресса LED-систем и усложняющихся процедур энергоаудита, которые всё чаще требуют не только расчетных, но и эксплуатационных данных и мобильных измерений. К февралю 2026 года энергоэффективность освещения становится ключевым инструментом достижения национальных и корпоративных климатических целей, а стандарты энергоаудита смещаются от разовых проверок к непрерывному мониторингу и управлению световой средой.

Глобальный контекст и регуляторное давление

- В ЕС к 2025–2026 годам сформирован жесткий комплекс директив и регламентов: обновленная Директива по энергоэффективности фиксирует обязательную цель дополнительного сокращения энергопотребления на 11,7 % к 2030 году, что делает энергосбережение в системах освещения одним из приоритетных направлений.
- Регламент по экодизайну для осветительной продукции (EU 2019/2020, Single Lighting Regulation, SLR) и Регламент по энергетической маркировке (EU 2019/2015, ELR) ужесточили минимальные требования к эффективности источников света и ввели новый класс энергоэффективности A–G, фактически вытесняя с рынка низкоэффективную продукцию.
- Дополнительно с 2025 года вступают в силу новые стандарты ЕС по потреблению энергии в режиме ожидания, распространяющиеся на широкий круг устройств, в том числе системы управления освещением и связанные электронные компоненты; это вынуждает производителей оптимизировать энергопотребление не только в рабочем режиме, но и в standby.
- В промышленном и наружном освещении усиливается тренд на полный отказ от люминесцентных ламп: по оценкам отрасли, к 2027 году 147 стран планируют вывести их из эксплуатации, а в Европе этот процесс фактически завершен досрочно, что закрывает «окно» для сохранения традиционных технологий.

Технологический уровень: от световой отдачи к интеллектуальным системам

- Современные LED-системы в коммерческом и промышленном секторе обеспечивают снижение энергопотребления на освещение до 75 % по сравнению с традиционными источниками за счет высокой световой отдачи, управляемости и снижения потерь
- Исследования и отраслевые обзоры показывают, что широкое внедрение светодиодов способно привести к сокращению национального потребления электроэнергии на освещение почти на 40 % к 2035 году, что делает освещение одним из наиболее «емких» резервов энергосбережения.

- Передовые промышленные светильники достигают световой отдачи порядка 150–200 лм/Вт, что позволяет при модернизации не только сокращать установленную мощность, но и повышать уровни освещенности при соблюдении нормативов по равномерности и ослепленности.
- Новый виток развития связан с интеграцией интеллектуальных систем управления: датчики присутствия и освещенности, беспроводные сети, алгоритмы адаптивного и сценарного управления, а также элементы ИИ-диагностики, позволяющие отслеживать деградацию светового потока и предсказывать отказ оборудования.
- Дополнительный ресурс эффективности дает оптимизация режима



ожидания и собственных потребителей светильника (драйверы, модули связи), что становится предметом отдельного регулирования и учитывается в расчетах жизненного цикла системы.

Национальные и межгосударственные стандарты: роль России и ЕАЭС

- В странах ЕАЭС в последние годы сформирован блок межгосударственных стандартов для наружного уличного освещения и осветительных комплексов, включающий ГОСТ по

терминам и определениям для светодиодных энергоэффективных источников света и комплексов на их основе.

- Разработанные стандарты по расчету и измерению нормируемых параметров наружного освещения впервые вводят на межгосударственном уровне мобильные методы измерений, которые становятся важным инструментом энергоаудита в условиях протяженных уличных и промышленных сетей.
- В санитарных нормах к 2025 году усиливаются требования к качеству световой среды: ужесточаются уровни освещенности, равномерность, ограничения по слепящему действию, а также закрепляется обязательность

использования энергоэффективных источников света с световой отдачей не менее 120 лм/Вт.

- Для объектов общественного назначения вводится требование обязательной интеграции интеллектуальных систем управления освещением, что нормирует не только статические параметры, но и динамику работы систем — диммирование, временные профили, реакции на присутствие и естественный свет.
- Новый терминологический и методический аппарат ГОСТ и СанПиН создает базу для сопоставимого энергоаудита объектов на территории России и других стран ЕАЭС, а также для синхронизации с подходами Международной комиссии по освещению (CIE), принятыми при разработке этих документов.



Энергоаудит освещения: от разового обследования к управлению жизненным циклом

Современный энергоаудит освещения в 2026 году сочетает нормативный контроль, инженерную диагностику и анализ эксплуатационных данных.

- Методологическая основа:
 - расчет нормируемых показателей (уровни освещенности, равномерность, UGR, показатели дискомфорта) по утвержденным методикам;
 - инструментальные измерения с использованием мобильных комплексов и интеграторов данных (люксметры, логгеры, БМС), особенно для наружного и промышленного освещения; анализ профиля нагрузки и режимов работы по данным счетчиков и систем диспетчеризации для выделения доли освещения в общем энергопотреблении.
- Новые требования к энергоаудиту:
 - учет не только мгновенных параметров, но и жизненного цикла: срок службы светильников (50 000–100 000 часов и выше), деградация светового потока, интервалы обслуживания и связанные затраты;
 - оценка эффективности систем управления: алгоритмы диммирования, использование дневного света, снижение уровня в периоды низкой загрузки, управление по расписаниям и сценариям;
 - проверка соответствия источников и светильников требованиям

В промышленном и наружном освещении усиливается

тренд на полный отказ от люминесцентных ламп

ям классов энергоэффективности и минимальных значений световой отдачи, установленным правилами экодизайна и национальными стандартами.

• Показатели и КРП энергоаудита:

- удельное энергопотребление на освещение ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год) по типам помещений и зон;
- удельная мощность установленных систем ($\text{Вт}/\text{м}^2$) с учетом фактических уровней освещенности;
- доля управляемых светильников и зон, охваченных интеллектуальными системами управления;
- ожидаемое снижение энергопотребления и эксплуатационных затрат при реализации мероприятий, включая переход на LED и внедрение управления (чаще всего потенциал экономии оценивается в диапазоне 50–75%).

• Пример: при модернизации типичного офисного здания с люминесцентного освещения на светодиодное с датчиками присутствия и диммированием по дневному свету суммарное потребление энергии на освещение может быть снижено до 75%, при этом за счет повышения световой отдачи и оптимизации схемы освещения достигается нормативная освещенность при меньшей установленной мощности.

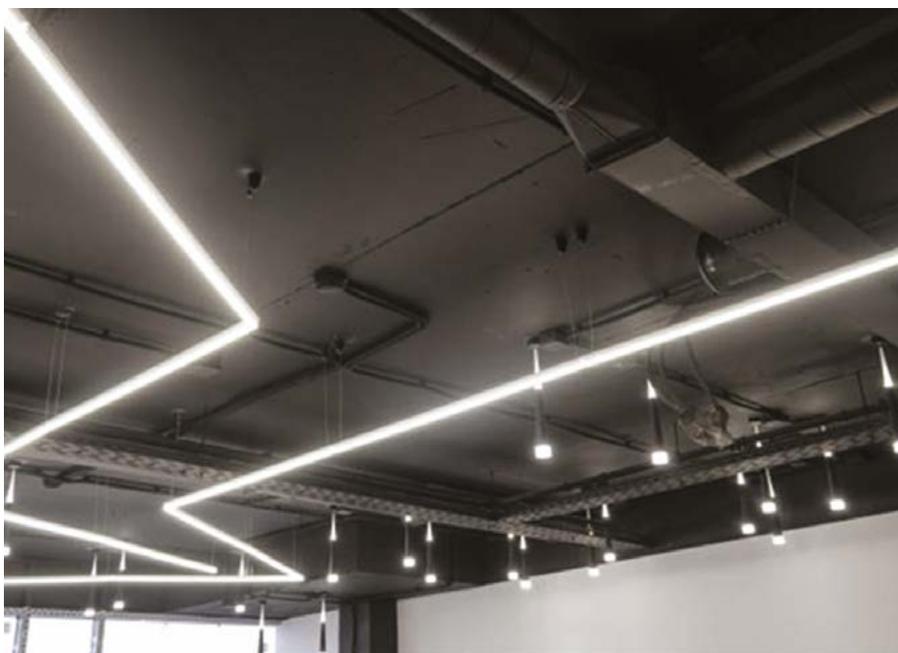
Перспективы и вызовы отрасли к 2030 году

- Для производителей светотехники ужесточение норм по энергоэффективности и режиму ожидания означает необходимость пересмотра архитектуры драйверов, модулей управления и систем связи, чтобы снижать потери и переходить к архитектурам с минимальным standby потреблением.
- Для эксплуатирующих организаций и муниципалитетов ключевым вызовом становится переход от разрозненных проектов модернизации к программам, основанным на стандартизированном энергоаудите, долгосрочных контрактах энергосервиса и управлении портфелем активов освещения.

• Параллельно усиливается требования к качеству световой среды и безопасности: новые санитарные нормы и рекомендации CIE ориентируют проектировщиков на баланс между экономией энергии, зрительным комфортом и влиянием света на здоровье и продуктивность пользователей.

• Развитие цифровых платформ, собирающих данные о работе светильников и систем управления в реальном времени, превращает энергоаудит в непрерывный процесс, интегрированный в систему управления зданием или городской инфраструктурой, что открывает пространство для применения машинного обучения и прогнозной аналитики.

Таким образом, в начале 2026 года энергоэффективность и стандарты энергоаудита освещения переходят от парадигмы «минимального соответствия нормам» к модели комплексного управления жизненным циклом световых систем, где результат измеряется не только в $\text{кВт}\cdot\text{ч}$, но и в качестве световой среды, снижении углеродного следа и устойчивости городской и промышленной инфраструктуры.



Как внедрить умные системы освещения для максимальной энергоэффективности

■ Николай Хомяков

Для максимальной энергоэффективности умное освещение нужно внедрять как инженерный проект, а не как «гаджеты»: начинать с аудита, проектировать зоны и алгоритмы, а уже потом выбирать оборудование и платформу управления. На практике это позволяет сократить потребление на освещение на 40–75% за счёт LED, датчиков присутствия, диммирования и грамотных расписаний.

Шаг 1. Стратегия и энергоаудит

- Определите цели: доля экономии (например, минимум 40%), окупаемость, приоритетные зоны (офисы, склады, парковки, лестницы, улицы и т. п.).
- Проведите энергоаудит текущей системы: замерьте фактическое потребление и режимы работы, оцените уровни освещённости и зоны постоянного «пересвета» или лишних часов горения.
- Разбейте объект на функциональные зоны с разной логикой: постоянное присутствие, переменное присутствие, транзитные зоны, фасады, наружное освещение.

Пример: лестничные клетки и коридоры переводятся в режим «дежурный свет + усиление по присутствию», производственные и складские зоны — «рабочий уровень + учёт дневного света».

Шаг 2. База: переход на LED

- Замените все традиционные источники на качественные LED светильники: это фундамент любой умной системы, без него автоматика лишь «чуть улучшает» неэффективную базу.
- Выбирайте светильники с: высокой отдачей, поддержкой диммирования (DALI/1–10 В), возможностью интеграции в систему управления и достаточным ресурсом (50 000–100 000 часов и выше).
- В проекте сразу закладывайте пониженные уровни мощности благодаря более эффективному LED и лучшему светораспределению, а не «копируйте» старые мощности.

LED-технология сама по себе даёт до 50–60% экономии относительно ламп накаливания и люминесцентных систем, а в связке с умным управлением экономия может достигать 75%.

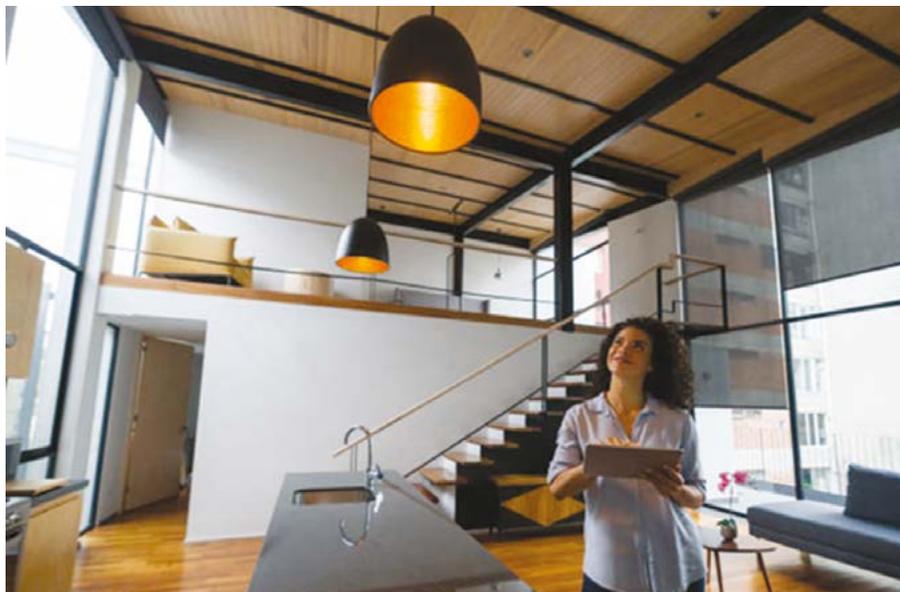
Шаг 3. Датчики присутствия и движения

- Устанавливайте датчики присутствия/движения в зонах нерегулярного пребывания людей: коридоры, санузлы, склады, парковки, лестницы, уличные проходы.
- Используйте датчики с встроенным контролем освещённости: свет включается только при дефиците естественного света, что исключает работу при достаточном дневном освещении.
- Настраивайте:
 - задержку выключения (разные таймеры для санузлов, коридоров, складов);
 - минимальный уровень дежурного освещения (например, 10–20% яркости) вместо полного отключения;
 - плавное нарастание/снижение яркости, чтобы не создавать дискомфорта.

Комплексное применение датчиков и автоматического управления позволяет достичь до 40–50% экономии в здании за счёт сокращения лишних часов работы света.

Шаг 4. Учёт дневного света

- В приоконных зонах, у ворот, фонарей верхнего света устанавливайте датчики освещённости или используйте группы светильников, ориентированные по окнам.
- Настройте алгоритм: система «добавляет» искусственный свет только до нормативного уровня, а не держит постоянную полную яркость днём.
- Делите помещения на подзоны: ближе к окнам — более активное диммирование, в глубине помещения — минимальное или стандартное.



Для коммерческих и промышленных объектов

имеет смысл использовать проводные протоколы

Исследования по учету дневного света показывают ощутимое снижение потребности в электрическом свете, особенно в промышленных и складских зданиях с большими окнами или световыми фонарями.

Шаг 5. Сценарии, расписания и интеграция

- Настройте сценарии по времени и режимам работы объекта: «день», «вечер», «ночной дежурный режим», «уборка», «ремонт» и т. п.
- Используйте недельные расписания: в офисах и ТРЦ свет автоматически диммируется или выключается в часы, когда персонал и посетители отсутствуют или их мало.
- Координируйте зоны: освещение в переходах, холлах и коридорах должно подстраиваться под соседние помещения, чтобы не было «световых провалов», но и не горело избыточно.
- Интегрируйте освещение с BMS/«умным зданием» или «умным городом»: это позволяет учитывать данные от систем безопасности, присутствия, климат-контроля, а также централизованно настраивать и оптимизировать параметры.
- Пример: при включении «кинорежима» в конференц-зале система автоматически снижает освещённость в зале, при этом коридор и эвакуационные пути переходят в безопасный дежурный режим, а не работают на полной мощности.

Шаг 6. Архитектура системы управления и связь

- Для коммерческих и промышленных объектов имеет смысл использовать проводные протоколы (DALI и его расширения) или профессиональные IoT-платформы, обеспечивающие надёжную связь и обратную телеметрию от светильников.
- В небольших объектах (офисы, жилые здания) достаточно беспроводных решений (Zigbee, BLE, Wi-Fi), интегрированных с хабом и мобильным приложением.

- Централизованный контроллер или хаб должен собирать данные о состоянии светильников, уровнях освещённости, срабатывании датчиков и фактическом энергопотреблении.

В уличном и городском освещении всё чаще применяются светильники с индивидуальными smart-контроллерами и подключением к диспетчерскому центру, что позволяет управлять каждой опорой и оперативно выявлять неисправности.



Шаг 7. Пусконаладка, обучение и постоянная оптимизация

- На этапе пусконаладки проведите тестирование всех сценариев: проверку времени задержки, уровней дежурного света, реакции на дневной свет и переход между режимами.
- Задайте базовые KPI: потребление кВт·ч на освещение, удельное потребление (кВт·ч/м²), время работы в разных режимах, процент автоматического включения/выключения.
- Обучите персонал эксплуатации: кто может менять сценарии, как реагировать на жалобы, как использовать аналитику системы для дальнейшей оптимизации.
- Регулярно анализируйте данные: выявляйте зоны, где свет горит слишком долго или слишком ярко, и корректируйте уставки и сценарии.

Хороший признак зрелой системы — когда энергоаудит превращается в непрерывный процесс: вы не раз в несколько лет «снимаете показания», а постоянно видите картину потребления и влияете на неё настройками.

Как внедрить энергоэффективность в офисном помещении.

Для офиса максимальная энергоэффективность достигается, когда вы сочетаете грамотную планировку световых зон, LED-освещение и автоматизированное управление (датчики присутствия, учёт дневного света, расписания) в единой системе. Ниже — практический план по шагам.

1. Исходный аудит и цели

- Замерьте текущее потребление по освещению (доля в счёте, кВт·ч/м², часы работы в разных зонах) и оце-

В open space разумно использовать потолочные датчики присутствия

ните уровни освещённости в типовых помещениях.terra-led+1

- Определите цели: целевой процент экономии (реалистично 40–60%, с хорошей автоматикой — до 70%), срок окупаемости, приоритеты по зонам (open space, кабинеты, переговорные, коридоры, санузлы, ресепшен).
- Разбейте офис на функциональные зоны с разными сценариями: постоянное присутствие, плавающее присутствие, транзит (коридоры, лифтовые холлы), зоны редкого использования (архив, склад).



2. База: LED светильники и диммирование

- Полностью переходите на качественные офисные LED-светильники (потолочные панели, линейные светильники, трековые решения) с ресурсом 50 000–100 000 часов, высоким индексом цветопередачи и обязательной поддержкой диммирования (DALI/1–10 В).
- Уже за счёт одной замены старых ламп и люминесцентных светильников на LED можно снизить потребление на освещение до 50–60%.
- На стадии проекта сразу перераспределите светильники по задачам (рабочие зоны, проходы, акцентный свет), чтобы не «пересвечивать» пространство и не тратить энергию на избыточную освещённость.

3. Датчики присутствия и движения

- Ставьте датчики присутствия (а не только движения) в коридорах, санузлах, переговорных, комнатах отдыха, копи-зонах, складах, лестницах.
- В open space разумно использовать потолочные датчики присутствия с делением помещения на зоны (ряды рабочих мест, проходы), чтобы свет не гас при малых перемещениях работников.
- Настройте:
 - время задержки выключения по типу помещения;
 - минимальный уровень дежурного света (например, 10–20% в коридорах, лестницах, ночью);
 - блокировку включения при достаточном дневном свете (интеграция датчика освещённости).

Комплексное применение датчиков присутствия в офисах обычно даёт 30–50% экономии на освещении, в отдельных зонах — до 60–85%.

4. Учёт естественного света

- В приоконных зонах open space, кабинетах с большими окнами и зонах под световыми фонарями установите датчики освещённости (фотодатчики) либо используйте групповой контроль светильников по участкам.

- Система должна автоматически снижать яркость искусственного света, когда естественного достаточно для нормативного уровня освещённости.
- Делите помещения на полосы:
 - зона у окна — максимальное диммирование,
 - центральная зона — среднее,
 - дальняя от окна зона — базовый уровень.

Корректно настроенный daylight harvesting в периметральных офисных зонах способен дать 20–40 % экономии, а в сочетании с датчиками присутствия — до 50–60 %.

5. Сценарии, расписания и умный контроль

- Введите базовые сценарии: «Рабочий день», «Раннее утро/вечер», «Ночной дежурный режим», «Уборка/сервис», «Презентация/проектор в переговорной».
- Используйте недельные расписания:
 - автоматическое отключение/сильное диммирование офисных зон после окончания рабочего дня;
 - отдельные часы для уборки и технического персонала.
- В переговорных и залах — сценарии под задачи: доклад, обсуждение, видеоконференция, что одновременно даёт комфорт и экономию.
- При наличии BMS/«умного офиса» интегрируйте освещение с системой управления зданием: единое расписание, учёт календаря, данных доступа (турникеты, СКУД) и датчиков микроклимата.

6. Архитектура системы и аналитика

- Для средних и крупных офисов оптимальна иерархия: локальные контроллеры по зонам (этаж, крыло, open space) + центральный сервер/шлюз с интерфейсом диспетчера.
- В проводной части чаще всего используется DALI, KNX или иные профессиональные шины; для гибких зон и дооборудования — беспроводные протоколы (Zigbee, BLE mesh и т. п.). Собирайте телеметрию: потребление по группам/зонам, время работы на разных уровнях яркости, срабатывания датчиков, жалобы пользователей.

Использование аналитики и, при необходимости, AI алгоритмов управления позволяет дополнительно снизить потребление на 15–30 % по сравнению с «жёстко прошитыми» сценариями, особенно при гибридном формате работы офиса.

7. Пользователи, комфорт и биодинамика

- Дайте сотрудникам ограниченный, но удобный контроль: локальные панели/кнопки сцен, мобильное приложение или веб интерфейс для выбора сценария в своей зоне (не полного «ручного» управления).
- Следите за визуальным комфортом: отсутствие мерцаний, правильная цветовая температура, равномерность, отсутствие слепящих контрастов; это напрямую влияет на продуктивность и самочувствие.
- При возможности применяйте биодинамическое освещение: более холодный свет и высокая освещённость в первой половине дня, более тёплый и мягкий свет после обеда, что улучшает концентрацию и состояние сотрудников.
- Хорошо спроектированная система умного освещения в офисе обычно снижает расходы на освещение

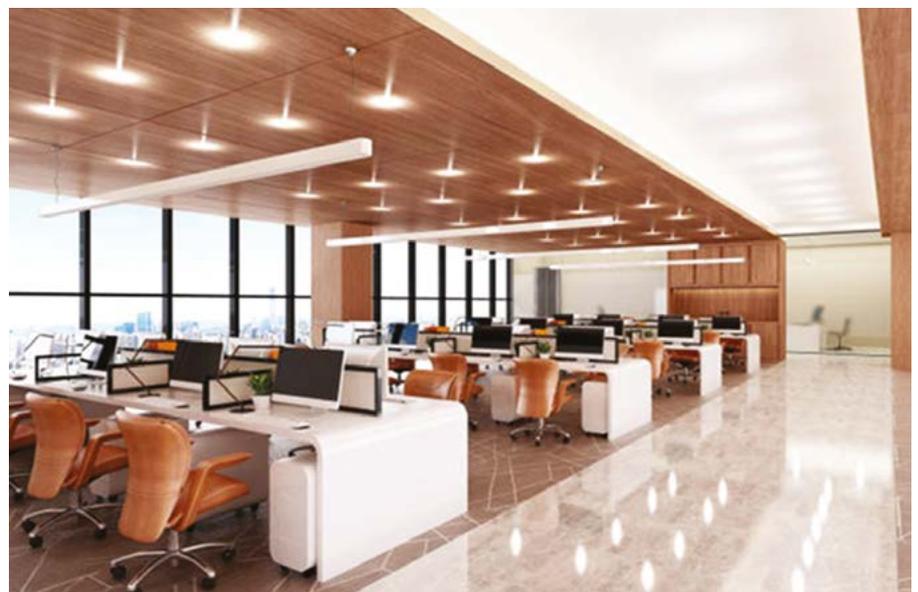
на 40–60%, а в сочетании с продвинутым управлением и аналитикой достигает экономии до 70% при одновременном росте визуального комфорта и продуктивности персонала.

Стоимость внедрения умного освещения в офисе

Оценка стоимости идёт в два слоя: проектирование (инженерия и светодизайн) и само «железо» с монтажом и наладкой. Ниже — ориентиры по рынку и как это считать для офиса.

1. Что входит в бюджет «умного» освещения

- Обычно бюджет складывается из:
- Проект: светотехнический расчёт, схемы, спецификации, сценарии управления, интеграция с BMS/«умным офисом».
 - Оборудование освещения: LED светильники (уже диммируемые), аварийное освещение.



- Система управления: контроллеры, шлюзы, датчики присутствия/освещённости, панели управления/кнопки, сервер/ПО или облачный сервис.
- Монтаж и пусконаладка: прокладка линий управления (если проводные), подключение, программирование сценариев, обучение персонала.

Практический вывод: в «умном» проекте освещения нужно сразу считать систему целиком, а не только дополнительные датчики и контроллеры.

2. Порядок цен на проектирование

По открытым прайсам инженеринговых компаний:

- Типовой проект освещения офиса до 100 м² (без сложной автоматизации): примерно 15 000–30 000 руб за весь объект.
- Для коммерческих объектов диапазон по площади: ориентировочно

от 100–350 руб/м² для базового–стандартного проекта; при высокой детализации, 3D, сложных сценариях и интеграции стоимость может вырастать до 500–700 руб/м² и выше.

Если вы сразу закладываете умное управление (много сценариев, привязка к BMS, биодинамика и т. д.), разумно ориентироваться ближе к верхней части диапазона по цене за м².

3. Накрутка стоимости «умного» управления

Интеллектуальная система управления освещением обычно удорожает проект (по сравнению с простыми выключателями) примерно на 20–40% по капитальным затратам.

- То есть:
- Если «обычное» LED освещение (с простыми выключателями) для офиса условно стоит 100 единиц,

- то «умное» освещение того же уровня комфорта и освещённости — порядка 120–140 единиц.

Эта дельта включает контроллеры, датчики, интерфейсы управления и работы по программированию.

4. Примеры ориентиров для офиса

Чтобы было проще прикинуть порядок величин, можно пользоваться такими допущениями (для типового российского офиса, без локсового дизайна):

- Проектирование:
 - небольшой офис до 100 м²: 15 000–30 000 руб;
 - 100–500 м²: условно 200–400 руб/м² (если включать сценарии и умное управление).
- Оборудование + монтаж обычного LED освещения (без автоматики):
 - грубо 2 500–5 000 руб/м² по объекту (очень зависит от бренда и уровня отделки).
- Умное управление «поверх» LED:
 - +20–40% к смете на обычное освещение (на уровне всего проекта).
 - Пример прикидки:
- офис 300 м²;
- базовое LED освещение «под ключ» — условно 900 000 руб;
- умное управление (датчики присутствия в коридорах, санузлах, переговорных, сценарии, интеграция) — плюс 180 000–360 000 руб;
- итог: 1,08–1,26 млн руб плюс проект (60 000–120 000 руб).

Это именно порядок, а не точная смета: бренд, сложность, архитектура системы и город сильно влияют на цифры.

5. Окупаемость

- Умное управление обычно даёт экономии 30–50% по электроэнергии на освещение относительно просто LED-системы, а от старых люминесцентных/ламповых систем эффект суммарно может достигать до 60–70%.
- В офисах, где свет — заметная статья расходов, окупаемость надстройки «умного» управления часто попадает в диапазон 2–5 лет, а при дорогой электроэнергии и длинном графике работы — быстрее.

6. Как быстро прикинуть бюджет для своего офиса

Для экспресс-оценки можете использовать такую последовательность:

1. Посчитать площадь офисных помещений, где нужно умное управление (без складов/техзон, если они отдельно).



В офисе «умное» освещение обычно окупается

в диапазоне примерно 2–5 лет

2. Умножить на ориентировочную стоимость LED-освещения «под ключ» за м², исходя из своего уровня (эконом/средний/премиум).

3. Добавить 20–40 % сверху как надбавку за интеллектуальное управление.

4. На проект заложить 5–10 % от стоимости оборудования и монтажа (часто в этот диапазон укладывается качественный проект).

Сколько по времени окупается умное освещение в офисе

В офисе «умное» освещение обычно окупается в диапазоне примерно 2–5 лет, но реальный срок сильно зависит от исходной системы, тарифов и режима работы. Важно считать не только экономию на кВт·ч, но и совокупный эффект: сокращение замены ламп, меньше выездов обслуживающего персонала, рост комфорта и производительности.

От чего зависит срок окупаемости

1. С чем сравниваем

- Переход с ламп накаливания/люминесцентных светильников на LED + умное управление даёт суммарную экономию по освещению до 60–70 %, поэтому окупаемость ближе к нижней границе (2–3 года).
- Переход с уже существующего LED-освещения на «просто добавить умное управление» обычно даёт порядка 30–50 % экономии именно за счёт автоматизации (датчики присутствия, диммирование, расписания), и окупаемость чаще 3–5 лет.

2. Режим работы офиса

- 10–12 часов в день, 5–6 дней в неделю, мало окон и стабильно занятый open space — система отбивается быстрее: освещение «крутится» много часов, каждый процент экономии даёт заметные деньги.
- Гибридный офис с малой посещаемостью, коротким рабочим днём и большим количеством естественного света — срок окупаемости растягивается.

3. Доля освещения в энергобалансе

- Если освещение даёт 25–40 % от всего потребления здания (типичный офис без энергоёмкого оборудования), то снижение этой статьи на 40–60 % сильно влияет на счёт.
- Если освещение — малая часть (например, в IT-офисе с большим парком серверов и климатом), вклад всё равно есть, но окупаемость дольше.

4. Степень «умности» и изначальный CAPEX

- Простая схема: LED + датчики присутствия/движения в коридорах, санузлах, переговорных + базовые расписания. Это даёт хороший эффект при умеренных вложениях и часто отбивается за 2–4 года.
- Сложная система: полноценная BMS-интеграция, биодинамика, индивидуальное управление для каждой группы светильников, аналитика и AI-алгоритмы. Эффект по энергосбережению выше, но и стоимость заметно больше, поэтому окупаемость может уйти к верхнему краю диапазона или чуть дальше, а часть эффекта — в нематериальной плоскости (комфорт, HR-эффект).

Как прикинуть окупаемость «на пальцах»

Упрощённый подход:

1. Оцените текущие расходы на освещение:

- доля в счёте за электричество (обычно 20–40 % для офисов);
- годовая сумма в рублях.

2. Предположите реалистичную экономию:

• при полной модернизации (LED + умное управление) — 50–70 % от статьи «освещение»;

• при добавлении управления к существующим LED — 30–50 %.

3. Годовая экономия = текущее годовое потребление по освещению × % экономии × тариф.

4. Срок окупаемости (лет) ≈ (дополнительные инвестиции в «умное» управление)/(годовая экономия).

Например, если надстройка «умной» части стоит на объекте 300 м² около 300 000 ₽, а экономия по освещению даёт примерно 100 000 ₽ в год, то окупаемость — около 3 лет.

Когда «умное» освещение себя не окупит

• Если в офисе уже стоит эффективное LED-освещение, сотрудники дисциплинированно выключают свет, а тарифы на электроэнергию низкие, экономия может оказаться недостаточной, чтобы отбить дорожную, «игрушечную» систему только счётом за электричество.

• В таких случаях умное освещение нужно рассматривать как инструмент повышения комфорта, гибкости пространства и имиджа, а не как чисто финансовый проект.



Как светить, чтобы они лучше работали

Технологии офисного освещения и их влияние на эмоциональное состояние и производительность сотрудников

■ Владимир Демидов

Технологии офисного освещения уже превратились из «фона» в полноценный инструмент управления эмоциональным состоянием сотрудников, их здоровьем и производительностью труда. В 2024–2025 годах тренд сместился от простой энергосберегающей светодиодной замены к **человекоориентированным** системам освещения, поддерживающим циркадные ритмы и стандарты благополучия (WELL, HCL), что определяет повестку и на российском рынке в 2026 году.

Почему освещение стало фактором эффективности бизнеса

- Исследования показывают, что высококачественный LED-апгрейд в офисах приводит к росту когнитивной производительности примерно на 8%, улучшению настроения сотрудников более чем на 30% и увеличению эффективности на 5–6%.

- Качественный дневной свет и доступ к окнам снижают утомляемость, улучшают сон и связаны с более устойчивой работоспособностью в течение дня.

- Организации всё активнее смотрят на освещение через призму здоровья, удержания персонала и ESG повестки: стандарты WELL Building Standard v2 включают специальные требования к циркадному освещению для поддержания биоритмов.

Для работодателя это означает, что корректный световой сценарий становится таким же рычагом управления производительностью, как планировка офиса, мотивация и корпоративная культура.

Биология света: циркадные ритмы, настроение и усталость

- Циркадные ритмы организма управляются в том числе световыми сигналами, которые воспринимают специальные клетки сетчатки и через них — структуры мозга, отвечающие за «внутренние часы».

- Дневной белый свет достаточной интенсивности (порядка и выше 1000 лк на уровне глаз) в дневные часы повышает бодрость и когнитивные функции, особенно при выполнении сложных задач.

- Свет с преобладанием коротковолновой («синей») компоненты по утрам дополнительно стимулирует бодрствование и внимание, в то время как более теплый спектр во второй половине дня способствует расслаблению и снижает перевозбуждение.

Даже относительно небольшие и на первый взгляд «косметические» изменения световой среды могут заметно нарушать или, напротив, восстанавливать синхронизацию циркадных ритмов, влияя на сон, уровень стресса и эмоциональный фон.

Эмоциональное состояние: от депривации света к освещению, поддерживающему благополучие

- Недостаток естественного света и работа в статичном холодном искусственном освещении связаны с повышенной утомляемостью, снижением мотивации и риском депрессивных состояний.

- Напротив, рабочие места, обеспеченные естественным или биодинамическим искусственным светом, демонстрируют лучшую эмоциональную устойчивость и более высокий уровень удовлетворенности рабочей средой.

- В компаниях, где сотрудники могут самостоятельно регулировать освещенность (диммирование, выбор сценариев), фиксируется более высокий субъективный уровень комфорта и ощущаемой продуктивности.

Таким образом, свет в офисе становится важным компонентом эмоционального дизайна среды: через него можно снижать стресс, поддерживать чувство контроля и «присвоения» рабочего места.

Влияние на производительность и когнитивные функции

- Контролируемые исследования показывают, что оптимизированное освещение улучшает рабочую память и ис-



LED технологии стали стандартом «по умолчанию»

полнительные функции по сравнению с условиями без дневного света и с худшим световым режимом.

- В ретрофит-проектах с переходом на качественные LED-решения фиксировался рост производительности в офисах на 5–8% и заметное снижение числа жалоб на усталость глаз.

- Гибкие сценарии освещения (совмещение общего, рабочего и акцентного света, индивидуальные настройки) ассоциированы с ростом удовлетворенности и продуктивности персонала.

Результаты разных проектов и исследований сходятся в том, что хорошо спроектированное освещение дает измеримый экономический эффект через снижение ошибок, рост скорости выполнения задач и уменьшение текучести.

Ключевые технологии офисного освещения в 2026 году

Светодиодные системы как новая база

- В коммерческом секторе России уже сформировался устойчивый тренд на замену традиционных источников света на LED за счет энергоэффективности, длительного срока службы и снижения эксплуатационных расходов.

- Государственные инициативы по повышению энергоэффективности, ограничения на использование ламп накаливания и требования к доле LED-продукции в проектах стимулируют массовый переход на светодиоды в офисных зданиях.

Фактически LED-технологии стали стандартом «по умолчанию», а основная конкуренция идет уже на уровне оптики, управления, спектральных характеристик и интеграции с автоматикой здания.

Человекоориентированное и биодинамическое освещение (HCL)

- Human Centric Lighting (HCL) сочетает визуальный комфорт (освещенность, отсутствие бликов, равномерность) с биологическими и эмоциональными эффектами, подстраивая параметры света под биоритмы человека.

- Интеллектуальные системы позволяют динамически менять цветовую температуру и уровень освещенности в течение дня, имитируя смену естественного дневного света — от теплых

оттенков утром и вечером до более холодных и ярких в середине дня.

- Стандарты WELL Building Standard выделяют отдельные критерии для циркадного освещения, требуя обеспечивать пользователям адекватную «биологическую дозу» света.

Для офисов это означает переход от фиксированной схемы «4000 К/500 лк весь день» к световым сценариям, которые «ведут» сотрудника через рабочий день, поддержи-

вая бодрость, фокус и последующее качественное восстановление.

Умные системы управления и интеграция с BMS

- Современные офисные световые решения всё чаще дополняются сенсорами присутствия, датчиками освещенности, а также возможностью удаленного и автоматического управления.

- Smart-системы позволяют адаптировать освещение к фактической заполняемости пространства, уровню естественного света и расписанию работы, снижая энергопотребление и улучшая комфорт.

- Распространяются решения, в которых свет интегрирован в общую систему управления зданием (BMS) и связан с климатом, жалюзи и системами безопасности.

Эта интеграция превращает освещение в активный элемент «умного» офиса,



способный реагировать на изменение сценариев использования пространства — от фокус-работы до командных сессий и мероприятий.

Персонализация и управление со стороны пользователя

- На уровне рабочего места популярны индивидуальные светильники с диммированием и регулировкой цветовой температуры, а также системы, позволяющие сотруднику выбирать сценарий через приложение или настенную панель.

- Возможность персональной настройки света повышает чувство контроля, снижает стресс и позволяет лучше учитывать возрастные особенности зрения и индивидуальные предпочтения.

Персонализация света логично сочетается с трендом на гибридный офис, где рабочие места и пространства становятся более многофункциональными и «подстраиваемыми».

Российский контекст и рынок в 2026 году

- Российский рынок LED-освещения и, в частности, коммерческого сегмента продолжает расти на фоне программ повышения энергоэффективности, ужесточения требований к устаревшим источникам света и стремления бизнеса снижать операционные расходы.

- В коммерческих зданиях (офисы, бизнес-центры, административные объекты) растет спрос на интеллекту-

альные LED-системы с возможностью удаленного управления, интеграции в BMS и адаптации под конкретные функции пространства.

- Дополнительный драйвер — ESG повестка и ориентация девелоперов и крупных арендаторов на международные стандарты благополучия, такие как WELL, стимулирующие внедрение человекоориентированного освещения.

С учетом заявленных Россией долгосрочных климатических целей и необходимости сокращения выбросов к середине века, переход к энергоэффективному и одновременно «здоровому» освещению становится элементом стратегического развития офисной недвижимости.

Практические выводы для заказчиков и проектировщиков

1. Закладывать свет как инструмент управления производительностью

- На этапе ТЗ рассматривать освещение не только как статью затрат, но и как фактор снижения ошибок, повышения скорости работы и сокращения текучести персонала.

2. Балансировать естественный и искусственный свет

- Максимизировать доступ дневного света, одновременно используя динамическое LED-освещение и системы управления шторами/жалюзи для поддержания стабильного комфорта.

3. Использовать человекоориентированные сценарии

- Проектировать смену цветовой температуры и уровня освещенности в течение дня с учетом графика работы: более холодный и яркий свет в пик рабочей активности, более теплый и мягкий — ближе к завершению смены.

4. Обеспечивать персонализацию

- Вводить индивидуально регулируемые светильники на рабочих местах и возможности выбора сценариев света в переговорных и зонах отдыха, что повышает удовлетворенность и субъективную продуктивность.

5. Интегрировать освещение в «умное» здание

- Строить систему на базе LED и интеллектуального управления с датчиками присутствия и освещенности, интегрируя ее с климатом и другими инженерными системами для достижения как энергосбережения, так и стабильного комфорта.

В 2026 году офисное освещение уже перестало быть чисто технической категорией и стало важнейшим инструментом управления человеческим капиталом, эмоциональным благополучием сотрудников и их устойчивой производительностью. Для участников рынка электротехники это открывает широкий спектр возможностей — от разработки продвинутых светотехнических решений до консалтинга в области световой эргономики и внедрения стандартов здоровой рабочей среды.

Типы офисного освещения и их эффекты

Тип освещения	Технологическая основа (2026)	Влияние на эмоции и здоровье	Влияние на производительность	Комментарий для практики
Общее (ambient)	LED-панели, линейные системы, световые полосы.	При правильной яркости снижает зрительное напряжение, создает ощущение «фоновой» безопасности.	Обеспечивает базовую видимость, но без учета биоритмов эффект ограничен.	Важно избегать бликов, мерцания, резких контрастов.
Рабочее (task)	Настольные светильники, локальные подвесы, встроенные системы в мебель.	Позволяет сотруднику «донастроить» комфорт, снижает раздражительность из-за неудобного света.	Повышает точность и скорость выполнения задач, снижает ошибки.	Желательно с индивидуальным управлением и возможностью менять направленность.
Акцентное и декоративное	Линейные и точечные LED, wallwasher, подсветка архитектуры.	Формирует эмоциональный образ офиса, может создавать ощущение статуса или, наоборот, теплоты и уюта.	Косвенное влияние через эмоциональное состояние и отношение к компании.	Важно избежать «визуального шума» и чрезмерной яркости.
Биодинамическое / HCL	LED с регулировкой CCT и яркости, сценарии по времени суток.	Поддерживает естественные биоритмы, улучшает настроение и качество сна.	Улучшает внимание, снижает дневную сонливость, дает прирост эффективности.	Требует грамотного проектирования и привязки к расписанию работы.
Естественное (daylight)	Архитектура, остекление, системы штор и жалюзи.	Максимальный вклад в эмоциональное благополучие и психическое здоровье.	Связано с лучшей когнитивной функцией и меньшей усталостью.	Оптимально комбинировать с автоматикой и искусственным светом.

ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



**Союз «Торгово-промышленная
палата Мурманской области»
/Северная/»**

183038, РФ, г. Мурманск,
пер. Русанова, 10
Тел.: +7 (8152) 554-720
E-mail: ncci@ncci.ru
www.murmansk.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.ru/tpp51



**Союз «Торгово-промышленная
палата Псковской области**

180000, РФ, Псковская обл.,
г. Псков, ул. Советская, 15 а
Тел.: +7 (8112) 66-00-52; 72-48-51
Факс: +7 (8112) 66-00-52
E-mail: info@chamberpskov.ru
https://pskov.tpprf.ru/ru/
https://pskovcci.ru/
Вконтакте: vk.com/tpp_pskovobl



**Союз «Санкт-Петербургская
торгово-промышленная палата»**

191123, РФ, г. Санкт-Петербург,
ул. Чайковского, 46-48
Тел.: +7 (812) 719-66-44
Факс: +7 (812) 272-86-12
E-mail: spbccci@spbcci.ru
www.spb.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.com/spbtpp
Telegram: t.me/spb_tpp



**СОЮЗ «КАЛИНИНГРАДСКАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»**

**Союз «Калининградская
торгово-промышленная палата»**

236023, РФ, г. Калининград,
Советский пр-т, 179
Тел.: +7 (4012) 590-650
Факс : +7 (4012) 95-47-88
E-mail: info@kaliningrad-cci.ru
www.kaliningrad.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.com/kaliningradtpp
Telegram: t.me/kaliningrad_tpp

ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



**Союз «Торгово-промышленная
палата Хабаровского края»
(Дальневосточная)**

680000, РФ, Хабаровский край,
г. Хабаровск, ул. Шеронова, д. 113 А
Телефон: +7 (4212) 30-47-70
e-mail: admin@dvtpp.ru
www.dvtpp.ru
Telegram: t.me/tpp_dv



**Союз «Торгово-промышленная
палата Еврейской автономной области»**

679000, РФ, Еврейская автономная область,
г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 16
Тел.: +7 (42622) 4-05-87;
Факс: +7 (42622) 4-05-87
E-mail: info@tppeao.ru, www.evao.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.com/tppalata_eao
Telegram: t.me/tppeao
Одноклассники: ok.ru/profile/573728710503



ДРСК: Новые объекты — новый виток развития Дальнего Востока

В декабре 2025 года Дальневосточная распределительная сетевая компания отметила двадцатилетие с момента регистрации АО «ДРСК». За эти годы протяженность линий электропередачи увеличилась на 11 тысяч километров, количество обслуживаемых подстанций — более чем в полтора раза. Это солидные показатели, благодаря которым доступность, качество и надежность электроснабжения в Амурской области, Приморском и Хабаровском краях, ЕАО и Южной Якутии заметно улучшились.

Если в первый год начала операционной деятельности ДРСК ввела 89,7 МВА новой мощности и 160 километров линий электропередачи, то через 20 лет, в 2025 году мы ввели 520 МВА и 969 километров ЛЭП, — говорит генеральный директор АО «ДРСК» Александр Бакай. — С первых дней компания не просто обслуживала сети — она создавала новый энергетический каркас Дальнего Востока. На счету компании сотни объектов, которые напрямую повлияли на инвестиционную привлекательность и социально-экономическое развитие региона.

Среди построенных ДРСК, — самые значимые для Дальнего Востока: сетевые объекты для электроснабжения саммита АТР в Приморском крае,



территорий опережающего развития (ТОР) в Амурской области и ЕАО, Приморье, Хабаровском крае, «Сила Сибири» в Южной Якутии и многие другие.

Амурские электрические сети

В 2025 году филиалом АО «ДРСК» «Амурские электрические сети» основной упор сделан на завершение истории строительства длиной в пять лет новой подстанции в городе президентского внимания Свободном.

— Это новый центр питания с двумя трансформаторами по 25 МВА, двумя линиями электропередачи напряжением 110 кВ и четырьмя линиями напряжения 35 кВ. Для Свободного подстанция напряжением 110 кВ — новшество, которое уже дает импульс развитию городу, благодаря подключению многочисленных социальных объектов. Новый объект позволит под-

ключить все запланированные к строительству объекты по федеральным программам и обеспечить электроэнергией заявителей — жилые дома, торговые центры, жилищно-коммунальные и объекты соцкультбыта, ФОКи и так далее, — рассказывает бессменный руководитель «Амурских электрических сетей» Евгений Семенюк.

В целом в Амурской области в 2025 году введено в эксплуатацию 265,7 км ЛЭП и 179 МВА трансформаторной мощности.

В инвестиционной программе филиала 2026–2027 гг. одним из главных объектов строительства будет ПС 110/10 кВ «Приамурская» мощностью 32 МВА, которая необходима для подключения резидентов территории опережающего развития «Амурская — Ровное» общей площадью более 600 гектаров. Для его реализации будут построены подстанция 110/10 кВ, две воздушные линии 110 кВ, каждая протяженностью 6 км, 20 км воздушной линии 10 кВ и кабельная линия 10 кВ протяженностью 1,2 км. Дополнительные энергопотенциала компания сможет выдать уже в 2027 году.

Объем инвестиционной программы Амурских электрических сетей на новый период составляет около 3 миллиардов рублей, что в десять раз превышает цифры двадцатилетней давности.

Приморские электрические сети

О масштабах работ и амбициозности задач филиала ДРСК «Приморские электрические сети» в 2025 году говорит объем инвестиционной программы: 12 млрд рублей, это более трети от общего объема инвестиций компании.

Значимое производственное достижение филиала в минувшем



году — реализация пятилетки МиРЭК (программа модернизации и реконструкции электросетевого комплекса Приморского края), которая стартовала в 2021 году в ответ на разрушительные тайфуны «Майсак» и «Хайшен», а ледяной дождь придал ей дополнительный вес. Благодаря МиРЭК компания не только привела в соответствие электрические сети, но и обеспечила подключение новых тяговых подстанций. В общей сложности в Приморье за этот период было построено 46 км ЛЭП и проведена реконструкция 58 км линий.

— Важным показателем, который отражает эффективность программы, является снижение аварийности в сетях в среднем на 25 процентов за несколько лет, и это, пожалуй, самый важный результат нашей работы, — подчеркивает директор филиала АО «ДРСК» «Приморские электрические сети» Егор Мухин.

Приоритеты на новый 2026-й и в целом на ближайшие годы сводятся к проектам технологического присоединения, так как в Приморье с каждым годом фиксируется существенный рост заявок на эту услугу. Только в прошлом году в компанию поступило 6926 обращений на техприсоединение. В связи с этим в 2026–2027 годах компании предстоит построить десять новых центров питания, важных для экономики края и, конечно, для комфортной жизни потребителей.

При этом важнейшая сопутствующая задача, по словам директора Приморского филиала, — совершенствование системного подхода к развитию электроэнергетики и распределительного сетевого комплекса совместно с правительством края и органами местного самоуправления. «В ДРСК сформирована комплексная программа повышения надежности электросетевого комплекса Приморского края с конкретным планом действий. В случае ее одобрения на федеральном уровне объем финансирования может составить 60 млрд рублей. Такая сумма требуется для развертывания широкомасштабной деятельности, направленной на повышение качества и надежности энергетической системы Приморского края», — подчеркнул Егор Мухин.

Хабаровские электрические сети

Ключевым событием в деятельности Хабаровского филиала ДРСК в 2024–2025 годах стало завершение программы консолидации электросетевого комплекса. Было принято свыше 5,5 тыс. единиц оборудования по программе консолидации

сетевого комплекса, приобретена ПС 35/10 кВ «Городская», взята в аренду ЛЭП протяженностью более 342 км и 80 ТП. Консолидация позволяет унифицировать стандарты эксплуатации, эффективнее планировать инвестиции и ремонты, ускорять цифровизацию и развивать сервис для потребителей.

— В планах на новый год — строительство подстанции 110 кВ «Амуркабель». Реализация проекта станет важным фактором дальнейшего развития южной части Хабаровска и ближайших пригородов, где активно растут объемы как комплексной жилой застройки, так и индивидуального малоэтажного строительства, — делится планами директор филиала АО «ДРСК» «Хабаровские электрические сети» Максим Сугоровский. — Завершить работы планируется к концу 2026 года. Установленная мощность будущего энергообъекта составит 80 МВА. Для реализации проекта будет инвестировано более 967,5 млн рублей.

Также важная задача будущего года, на которую будет направлен основной объем инвестиций, — реализация мероприятий по созданию нового центра питания — подстанции «Ореховая» 110/10 кВ. Энергообъект обеспечит электроэнергией активно развивающийся микрорайон «Ореховая сопка» и его окрестности в северной части Хабаровска.

Южно-Якутские электрические сети

— Юбилейный 2025 год прошел под знаком серьезного обновления электросети в г. Алдане. Здесь была реконструирована крупная линия электропередачи «Хлебозавод», питающая значительную часть города. Реконструкция чувствительно повысила надежность электроснабжения

для жителей и организаций Алдана, — говорит исполняющий обязанности директора филиала АО «ДРСК» «Южно-Якутские электрические сети» Евгений Сальников.

Филиал обеспечил поддержку ключевых отраслей промышленности, подключив и увеличив мощность для золото- и угледобывающих предприятий, газового и транспортного секторов, а также для критически важных для района объектов здравоохранения, образования и жилищно-коммунального хозяйства.

По словам Евгения Сальникова, главная цель филиала, обозначенная Министерством энергетики РФ на 2026 год, — постепенный вывод из эксплуатации Чульманской теплоэлектроцентрали, построенной в середине XX века. Решение обусловлено значительным износом станции и возрастающими проблемами с энергообеспечением Нерюнгринского района. В связи с этим основным направлением инвестиций в Южной Якутии является возведение подстанции 110 кВ «Чульман» с установленной мощностью 2*16 МВА. Данный проект предполагает также реконструкцию линий электропередачи 110/35 кВ протяженностью 1,1 км. Объект должен стать новым центром распределения электроэнергии, компенсируя потери тепла и энергии со стороны старой ТЭЦ.

Электрические сети ЕАО

В ЕАО основной упор прошлого и нового года — на капитальный ремонт распределительных сетей напряжением 0,4 и 110 кВ суммарной протяженностью 109 км. Уже заменены 363 устаревшие опоры и отремонтирована 41 подстанция 35–110 кВ. Работы в этом направлении предстоит еще много, темпы наращиваются.





струкция КЛ 6 кВ г. Биробиджан — 18,36 км, — говорит о планах на текущий год руководитель филиала АО «ДРСК» «Электрические сети ЕАО» Антон Демьянов.

В работе – тысяча новых инвестиционных проектов

В 2026 году на подведомственных территориях ДРСК, в Амурской области, Приморском и Хабаровском краях, в ЕАО и южной части Якутии будет построено и реконструировано более 800 километров воздушных и кабельных линий электропередачи, введено свыше 600 МВА мощности трансформаторных подстанций. Всего программа включает около тысячи инвестиционных проектов, реализация которых направлена на повышение надежности и качества электроснабжения потребителей Дальневосточного федерального округа.

В 2026 году будет продолжена масштабная реконструкция электросетей в г. Облучье.

— Облучье — второй по величине город в области после Биробиджана. Здесь сосредоточено значительное количество объектов электросетевой инфраструктуры. После приобрете-

ния данных сетей у администрации города принято решение поэтапно модернизировать всю инфраструктуру, что позволит повысить качество и надежность энергоснабжения и серьезно снизить риск аварийных ситуаций для облученцев. Также в планах филиала рекон-



Город

32 МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА!

28–30 АПРЕЛЯ 2026
ВЛАДИВОСТОК
КСК «ФЕТИСОВ АРЕНА»

3 ДНЯ
погружения
в строительный
бизнес

30+
деловых
мероприятий

Контакты:
+7 (423) 2300 518; gorod@dalexpo.ru
Директор выставки Наталья Котляр
+7 (914) 684 68 96
Официальный сайт:
<https://expocity-vl.ru/>

Рынок электротехники в Дальневосточном федеральном округе России в 2026 году

■ Максим Боровков

Рынок электротехники в Дальневосточном федеральном округе к началу 2026 года формируется «снизу вверх» — не столько от широкой локальной промышленной базы, сколько от инвестиционного спроса крупных инфраструктурных и сырьевых проектов, энергетики, транспорта и строительства. На стороне спроса доминируют проекты генерации и сетей (включая модернизацию), нефтегазохимия, добывающие проекты и железнодорожная инфраструктура; на стороне предложения — ограниченная локальная сборка/производство (щитовые, КТП/КРУ, отдельные сегменты кабельной продукции), при высокой зависимости от межрегиональных поставок из европейской части страны и импорта (в первую очередь «дружественного» азиатского).

Макроэкономически 2024 год (последний полнофактный год в доступной официальной статистике округа на момент подготовки обзора) показывает: индекс промышленного производства округа — 102,7% к 2023 году, при этом индекс по обрабатывающим производствам — около 100,3% (физические объемы), то есть без «взрывного» роста в натуральном выражении, но при резком увеличении стоимости отгрузки в действующих ценах.

В обрабатывающем секторе объем отгруженной продукции в округе в 2024 году составил около 2,295 трлн руб. (в действующих ценах), что соответствует 127,5% к 2023 году; расчетная база 2023 года — около 1,800 трлн руб. Это означает, что «денежный» рынок электротехники (как части САРЕХ/ОРЕХ промышленных и инфраструктурных заказчиков) рос на фоне инфляции затрат, переразметки поставок, удорожания логистики и ускорения ряда проектов.

Инвестиционный фон: в 2024 году инвестиции в основной капитал в округе — около 3,934 трлн руб. (105,9% к 2023 году), что соответствует 10,0% общероссийского объема; структура финансирования — 40,7% собственные и 59,3% привлеченные средства, бюджетные средства — 9,5% (из них

федеральные — 4,7%). Именно этот инвестиционный поток является главным «якорем» спроса на силовое и распределительное оборудование, кабель, системы релейной защиты и автоматики (РЗА), АСУ ТП, низковольтные комплектные устройства, промышленную светотехнику, измерение и мониторинг.

Крупнейший системный покупатель и интегратор на Дальнем Востоке — энергетический контур Группы РусГидро (генерация, сетевые активы, сбыт). В ее публичной отчетности за 2024 год отмечается рост выработки и загрузки активов, а также рост тарифов/стоимости товарной продукции в неценовой зоне Дальнего Востока, что напрямую подкрепляет спрос на ремонты, модернизацию и закупки электротехники (от КРУЭ до трансформаторов и систем управления).

На горизонте 2026 года «витринные» проекты округа по генерации и промышленности задают структуру рынка: строительство Хабаровской ТЭЦ-4 (инвестиции порядка 87 млрд руб., целевое завершение — конец 2026 года по публичным заявлениям региональных властей), ввод Артёмов-

ской ТЭЦ-2 в 2026 году (проектная электрическая мощность 420 МВт), модернизация Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 и подготовка второй очереди Сахалинской ГРЭС-2, а также крупнейшие промышленные стройки Амурской области (газопереработка и газохимия).

Прогноз на 2027–2029 годы: базовый сценарий — рост совокупного рынка электротехники округа на 6–9% в год в текущих ценах (за счет инвестиционных программ энергетики, добычи и инфраструктуры; при стабилизации логистики и продолжении импортозамещения), с повышением локализации поставок (включая межрегиональную локализацию по РФ) ориентировочно до 45–50% к 2029 году в сегментах «силовые распределения/КТП/НКУ/кабель/часть АСУ ТП» (не включая высокозависимые позиции электроники/силовой полупроводниковой компонентной базы). Оптимистичный сценарий — 10–13% в год при ускорении сетевых и промышленных проектов; пессимистичный — 0–3% при сдвиге сроков инфраструктуры (в т. ч. по Восточному полигону) и сохранении дорожного финансирования.



Контекст и структура спроса

Экономика округа в 2022–2026 годах «работает на восточный контур» — усиление портово-логистической функции, наращивание добывающих проектов, рост роли инфраструктуры экспортных коридоров и энергетики как ограничителя роста. В официальной статистике округа за 2024 год видна высокая доля добычи полезных ископаемых по объему отгрузки (в действующих ценах) и крупный масштаб обрабатывающих производств в денежном выражении, при существенной неоднородности по субъектам.

С точки зрения потребления электротехнической продукции, ключевые «пулы спроса» в ДФО в 2023–2026 гг. выглядят следующим образом.

Энергетика и теплоснабжение: модернизация и строительство объектов генерации, реконструкция сетей

Экономика округа в 2022–2026 годах «работает на восточный контур»

и подстанций, цифровизация диспетчеризации, рост потребителей (промышленность, города, новые проекты), обеспечение надёжности в климатически жёстких и удалённых районах. Подтверждение высокой роли энергетики в экономике округа отражается как в статистике отгрузки по виду деятельности «обеспечение электрической энергией, газом и паром», так и в публичных программах крупных игроков.

Промышленное строительство и технологические комплексы: крупные газоперерабатывающие и газохимические проекты Амурской области, горнодобывающие проекты (включая Чукотку), переработка и логистика. Эти проекты «поглощают» силовое оборудование (КРУ/КРУЭ, трансформаторы), кабель, электроприводы, КИПиА/АСУ ТП, системы бесперебойного питания, промышленную связь и ИТ-контур. По отдельным крупнейшим стройкам (Амурский ГПЗ/АГХК) доступны публичные данные по степени готовности и календарю, что позволяет уверенно считать их крупными драйверами спроса электротехники минимум до 2027 года.

Транспорт и электрификация: развитие Восточного полигона (БАМ/Транссиб), электрификация участков, развитие тяговой инфраструктуры, СЦБ и энергетики железных дорог. Официально фиксируется рост/планы по грузовой базе Восточного полигона (включая уголь и руды), а в 2026 году заявлены инвестиции на электрификацию участка Волочаевка — Комсомольск-на-Амуре (около 34 млрд руб.), что имеет прямые последствия для спроса на тяговые подстанции, кабель, РЗА, телеметрию и комплектующие.

Жилищное и социальное строительство, городская инфраструктура: модернизация наружного освещения, ввод жилья, развитие коммунальной инфраструктуры и связи. Для крупных городов округа это подкрепляется общими трендами роста инвестиций и оборота организаций в 2024–2025 гг. (на примере городских прогнозов), хотя региональная детализация по электротехнике часто «размазана» по статьям «строительство/ЖКХ».

Производство и индустриальная база

Округ характеризуется контрастом: большие денежные объёмы промышленной отгрузки и инвестиций — при сравнительно ограниченной специализации на выпуске электротехнического оборудования «полного цикла». В результате практическая структура предложения выглядит как сочетание (а) локальной сборки/инжиниринга



(КТП/НКУ/щитовые/электромонтаж/сервис), (б) межрегиональных поставок из других федеральных округов РФ, (в) импорта (прежде всего из Азии) по широкому спектру позиций — от компонентной базы силовой электроники до промышленной автоматики и части низковольтной линейки.

Локальные производственные «ядра» и специализация

Приморский край. На стороне спроса — портово-логистический узел и крупные энергетические проекты Приморья; на стороне предложения — формирование/расширение локальных компетенций в строительной электротехнике и кабельной продукции. Показательно, что в 2025 году на полях Восточного экономического форума анонсирован проект «Приморского кабельного завода» в промпарке «Большой Камень» (инвестиции 155 млн руб.) — типичный пример точечной локализации, ориентированной на снижение логистических издержек и частичное импортозамещение в «тяжелом» кабельном сегменте.

Дополнительный индикатор наличия ниши: по данным Приморскстата, в 2023 году в регионе фиксировался существенный рост по направлению «производство электрического оборудования» (в одном из публичных обзоров упоминается рост около 42% и объем отгрузки свыше 1 млрд руб. за год), что, хотя и не раскрывает структуры выпуска, отражает формирование локального сегмента.

Хабаровский край. Регион сочетает крупный инвестиционный спрос (энергетика, промышленность, транспорт) и наличие производственных компетенций по «энергетическому машиностроению»/компонентам (в широком смысле), а также локальных производителей распределительных решений. В городских материалах Хабаровска прямо упоминается работа предприятия, выпускающего трансформаторные подстанции и распределительные устройства, с уровнем локализации комплектующих порядка 80% (российские/белорусские компоненты), а остальное — поставки из дружественных стран, прежде всего из Китая. Этот кейс важен как «портрет» технологической реальности: локальная сборка в округе растет, но критические узлы (электроника, часть коммутационной аппаратуры, отдельные комплектующие) часто остаются импортными или межрегиональными.

Сахалинская область. Производственная электротехническая база сравнительно ограничена, зато регион — крупный заказчик энергетики и промышленной инфраструктуры, включая модернизацию генерации и перспек-

тивные мощности под новые промышленные проекты. В частности, публично раскрывались планы по расширению мощности Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 (монтаж дополнительных газотурбинных агрегатов суммарно 100 МВт начиная с 2025 года), а также подготовка проектной документации по второй очереди Сахалинской ГРЭС-2. Параллельно регион выступает площадкой «климатического эксперимента», что усиливает интерес к учету, мониторингу и цифровым системам энергоэффективности и контроля выбросов.

Камчатка, Чукотка, Якутия, Магадан. Для северных и удаленных территорий характерна особая «электротехническая экономика»: высокая доля распределенной и изолированной энергетики, суровые климатические требования к оборудованию (коррозионная стойкость, холодостойкость, ремонтнопригодность) и важность проектов гибридной генерации (ВИЭ +

дизель/газ), накопителей и систем диспетчеризации. Публично подтвержден запуск автоматизированных гибридных энергокомплексов (АГЭК) в Якутии и на Камчатке суммарной мощностью 5,4 МВт (на базе энергосервисных механизмов и/или инвестконтуров), а также ввод промышленной солнечной станции на Камчатке 107,2 кВт и инвестиционная активность сетевой «дочки» Камчатскэнерго.

Импорт, экспорт и логистика

Структура внешней торговли и «география» поставок

В целом по России в январе–декабре 2025 года доля «машины, оборудование и другие товары» в структуре импорта составила 48,6%, а доля стран Азиатского региона в товарообороте — 73,4% (по пресс-сообщению таможен-



ной статистики внешней торговли). Дополнительно, по данным мониторинга внешней торговли (со ссылкой на ЦБ и китайскую таможенную статистику), доля Китая в импорте РФ в 2024 году оценивалась около 39% (в экспорте — около 31%). Для ДФО эти пропорции практически превращаются в «географическое правило»: основная масса импортных электротехнических поставок (особенно по электронике/компонентам, промышленной автоматике, частотным приводам, щитовой компонентной базе, части кабельной номенклатуры и светотехнике) идет через восточные логистические каналы и распределительные хабы (Приморье/Хабаровск), что усиливает роль складской и сервисной инфраструктуры в регионе.

Экспорт электротехнической продукции из ДФО остается нишевым и преимущественно связан либо с отдельными производителями промышленного оборудования, либо с экспор-

том услуг/инжиниринга и поставками комплектующих (пример — экспортные поставки продукции отдельного машиностроительного предприятия Хабаровска на сумму свыше 170 млн руб. в 2024 году в ряд стран).

Логистика: стоимость «последней мили» как фактор конкурентоспособности

Практическая логистическая специфика округа создает для электротехники «двойной эффект».

С одной стороны, высокие транспортные плечи и климатические риски повышают требования к упаковке, срокам, запасам на складах и сервису — это увеличивает стоимость владения импортным и межрегиональным оборудованием и подталкивает к локализации складов/сборки и стандартизации решений.

С другой стороны, инвестиции в транспортную инфраструктуру (же-

лезнодорожный Восточный полигон, электрификация участков, развитие подходов к портам) одновременно «разогревает» спрос на электротехнику в строительстве и постепенно снижают инфраструктурные ограничения, хотя темпы и бюджеты проектов могут пересматриваться. Официально фиксируются целевые параметры роста перевозок, а также планы инвестиций в электрификацию в 2026 году; это прямо масштабирует рынок тяговой и сетевой электротехники.

Поставщики и дистрибьюторы

Структура каналов сбыта в ДФО обычно строится вокруг многоуровневой модели:

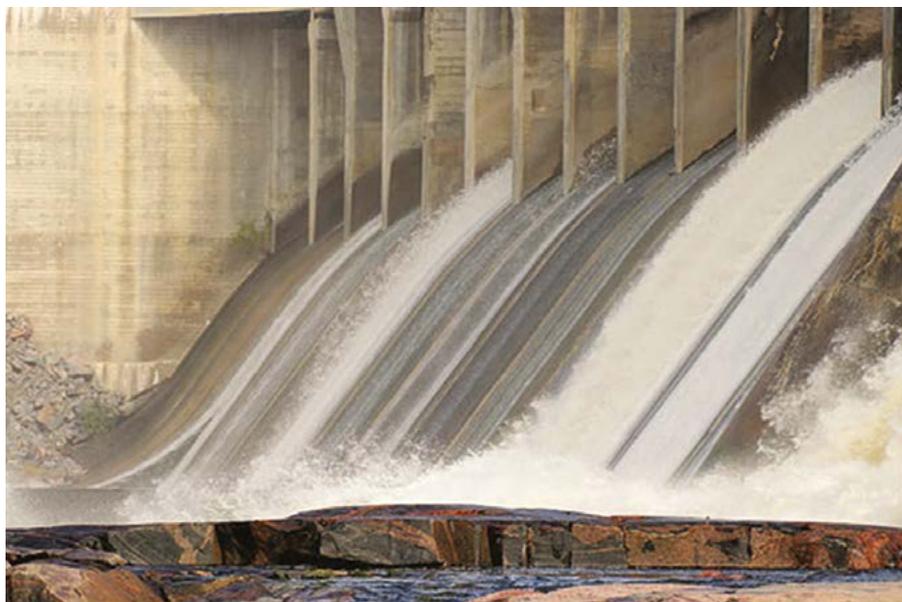
региональные склады/дистрибьюторы (кабель, НВА/НКУ, светотехника, монтажные материалы) — проектные поставки ЕРС/подрядчикам — конечные заказчики (энергетика, добыча, промышленность, строительство, транспорт) с мощным сегментом сервисных и монтажных работ. Доминируют тендерные закупки в энергетике и крупных корпорациях, где критичны наличие складских запасов, подтвержденные сроки, сертификация/допуски и способность взять на себя инженерную ответственность (подбор аналогов, шеф-монтаж, испытания).

Инвестиции и государственные программы

Инвестиционный профиль округа и региональные различия

Округ в целом сохраняет аномально высокую инвестиционную емкость: 3,934 трлн руб. инвестиций в основной капитал в 2024 году (10% РФ) при доминировании привлеченных средств (59,3%). Внутри округа инвестиционная карта неоднородна: крупнейшие объемы — у Амурской области и Якутии (связано с мегапроектами промышленности и добычи), заметный масштаб — у Хабаровского и Приморского краев (инфраструктура, городские и промышленные проекты), особый профиль — у Сахалина (энергетика и промышленность), при низкой базе — у ЕАО.

Для рынка электротехники особенно важна «структура инвестиций» по источникам: высокая доля привлеченных средств повышает чувствительность спроса к ставкам и доступности проектного финансирования; существенная роль бюджетных средств в отдельных регионах (например, высокая



Округ в целом сохраняет аномально высокую

инвестиционную емкость

доля бюджетных средств в Магаданской области по структуре инвестиций) означает зависимость от бюджетного цикла и госпрограмм.

Государственная политика: тарифы, поддержка Дальнего Востока и энергетическая «рамка»

Для электротехнического рынка в ДФО стратегически значимы механизмы, которые либо удерживают платежеспособный спрос (через тарифную рамку), либо создают налогово-инвестиционные стимулы для локализации.

Ключевой обсуждаемый (и публично подтверждаемый в 2025 году) инструмент — «дальневосточная надбавка»/механизм выравнивания энерготарифов, с обсуждением продления до 2035 года и параметром порядка 30 млрд руб. в год (с различными вариантами направления части средств на развитие энергетики изолированных территорий). Для рынка электротехники это означает: при продлении механизма возрастает вероятность инвестиционных программ по модернизации сетей и генерации в удаленных районах (а значит — стабильный спрос на КРУ, трансформаторы, кабель, системы учета и диспетчеризации).

Технологические тренды, риски и прогноз 2027–2029

Тренды и инновации

Локализация и «пересборка» цепочек поставок. Реальная локализация в округе чаще всего проявляется в сборке/комплектации (КТП/НКУ/щитовые), «локальном инженерном пакете» и сервисе, а также в росте доли российских производителей тяжелого оборудования в крупных проектах (пример — поставка турбогенераторов российским заводом для ТЭЦ-2).

Силовая электроника и электропривод. Наиболее уязвимый сегмент по импортозависимости — компонентная база силовой электроники (IGBT/SiC, драйверы, контроллеры), часть которой поступает через ази-

атские цепочки. Практический ответ рынка — переход на «азиатские» линейки, параллельный импорт и разработка инженерных эквивалентов, но для критической инфраструктуры это повышает требования к испытаниям, сертификации и жизненному циклу. Макроконтекст импортной структуры РФ (высокая доля «машин и оборудования» в импорте) подтверждает масштаб проблемы на уровне страны.

ВИЭ, гибридные энергокомплексы и микросети для удаленных районов. Для северных территорий ДФО ускоряется внедрение гибридных решений на базе энергосервисных контрактов и инвестконтуров: ВИЭ (солнечные панели/ветроустановки) + дизель/газ, накопители, автоматизированное управление. В открытых источниках подтверждены ввод АГЭК в Якутии/на Камчатке, ввод промышленной СЭС на Камчатке и инвестиции сетевой компании в такие решения.

Цифровизация, IoT, мониторинг и киберустойчивость. Для энергетики и промышленности округа цифровизация — не «модная опция», а способ снизить OPEX на удаленных объектах и повысить надежность. Отраслевые и корпоративные данные показывают рост сложности сетевого хозяйства и аварийности/внешних воздействий как фактора рисков, а также рост числа договоров техприсоединения и объемов





электропотребления, которые требуют более развитых систем учета, диспетчеризации и диагностики.

Кадры. Дефицит квалифицированного персонала (электромонтаж, пусконаладка РЗА и АСУ ТП, инженеры по силовой электронике, специалисты по промышленной связи) — один из главных ограничителей масштабирования рынка, особенно в удаленных районах с высокими издержками мобилизации персонала. В муниципальных/региональных прогнозах и пояснительных записках регулярно фигурирует кадровый дефицит как фактор риска.

Проблемы и угрозы рынка

Логистическая волатильность и «стоимость наличия». Для ДФО критичны сроки и наличие складов, иначе проектные графики «ломаются» на доставке и растет стоимость заморозки капитала в запасах. Поэтому усиливаются позиции дистрибьюторов-комплектаторов с локальными складами и собственной инженерной поддержкой.

Импортозависимость критических компонент (силовая электроника, промышленная автоматика) и риск несовместимости/сертификации. Переход на альтернативные линейки требует пересмотра проектных решений, а для энергетики повышает нагрузку на испытания и жизненный цикл (запчасти, сервис, гарантия).

Финансирование и сдвиги сроков инфраструктуры. Восточный полигон и энергетические стройки могут пересматривать графики; даже при сохранении стратегической приоритизации возможны «волны» спроса: всплеск закупок — пауза — догоняющая покупка. Публично фиксируется, что финансирование и параметры электрификации/модернизации обсуждаются, при этом на 2026 год уже заявлены конкретные средства на электрификацию участка на Дальнем Востоке.

Экология и регуляторика. На Сахалине действует климатический эксперимент, что усиливает спрос на цифровые системы учета и управления, но одновременно повышает требования к соответствию и прозрачности (данные, методологии).

Прогноз 2027–2029: сценарии с количественными ориентирами

Базовый сценарий (наиболее вероятный). Предполагается: умеренное снижение инфляции затрат, постепенная «нормализация» поставок, сохранение темпа энергети-

Дефицит квалифицированного персонала — один из главных ограничителей масштабирования рынка

ческих и промышленных проектов без длительных «заморозок» по финансированию. Темп роста рынка электротехники в ДФО: 6–9% в год в текущих ценах в 2027–2029 гг. Импортная составляющая в потреблении (в широком смысле, включая компоненты) снижается умеренно за счет расширения межрегиональных поставок РФ и локальной сборки: ориентир 2026–60–65%, к 2029–55–58%. Доля локализации поставок (ДФО-происхождение/сборка, включая поставки из других округов РФ) растет до 45–50% к 2029 году в сегментах кабеля, КТП/НКУ, части РЗА/АСУ.

Оптимистичный сценарий. Условие: ускорение ввода генерации (включая ТЭЦ-4/ТЭЦ-2), стабильное финансирование электрификации и промышленной стройки (Амурская газохимия и смежные цепочки), расширение «дальневосточной надбавки»/инвестконтуров в изолированных районах. Темп рынка: 10–13% в год в текущих ценах. Локализация (в широком смысле) — до 50–55% к 2029; импортная доля — 45–50% (за счет развития локальной сборки и роста поставок российского тяжелого оборудования).

Пессимистичный сценарий. Условие: перенос/растягивание инфраструктурных проектов, дорогие деньги и ограничение проектного финансирования, логистические сбои. Темп рынка: 0–3% в год. Импортная доля — 65–70% (локализация ограничена сервисом и сборкой без глубокой компонентной базы), инвестиционные бюджеты смещаются в поддержание работоспособности вместо расширения мощностей.

Практические рекомендации для производителей и дистрибьюторов

Производителям. Рациональная стратегия входа/роста в ДФО — не «строить завод ради завода», а локализовать те элементы цепочки, которые критичны для срока и сервиса: сборка КТП/НКУ/щитовых, испытательная база, сервис/ремонт, инженерный центр под подбор аналогов и сопроводительные жизненного цикла. Кейс локаль-

ного производителя подстанций и РУ в Хабаровске, работающего на высоком уровне локализации комплектующих, показывает применимость модели «локальная сборка + дружественный импорт компонентов» как промежуточного этапа.

Дистрибьюторам. Приоритет — складская доступность и «проектная комплектность» (заккрытие спецификации на тысячи позиций), быстрые замены и подтвержденная совмести-

мость (особенно по автоматике/приводам). Региональные комплектации, публично заявляющие собственные инженерные и монтажные компетенции, отражают фактический спрос рынка на «единое окно» поставки и ответственности.

Заказчикам и ЕРС-подрядчикам. Наиболее управляемый способ снизить риски — стандартизация типовых решений для изолированных/северных энергосистем (унификация КТП, шкафов автоматки, телемеханики, систем учета), раннее формирование «матрицы замен» по импортным позициям и закладывание сервисных требований (ЗИП, обучение, удаленная диагностика). Публичные данные по аварийности и внешним воздействиям в энергетике подтверждают, что надежность и ремонтпригодность — не вторичный параметр, а ключевой экономический фактор в ДФО.



Электротехника в Северо-Западном федеральном округе России в 2026 году

Инфраструктурный цикл, промышленная нагрузка и новая конфигурация спроса

Никита Семенов

2026 год для рынка электротехники Северо-Западного федерального округа (СЗФО) проходит под знаком инфраструктурной устойчивости. В отличие от регионов с ярко выраженной зависимостью от жилищного строительства, Северо-Запад демонстрирует более сложную и диверсифицированную модель спроса. Здесь одновременно работают четыре крупных фактора: сетевой инвестиционный цикл, промышленная модернизация, портово-логистические проекты и арктическая специфика эксплуатации.

В результате рынок не демонстрирует взрывного роста, но сохраняет структурную устойчивость. Основные изменения происходят не столько в объемах, сколько в структуре заказов, требованиях к качеству и срокам поставки.

Общая конфигурация рынка СЗФО в 2026 году

СЗФО включает Санкт-Петербург, Ленинградскую, Калининградскую, Мурманскую, Архангельскую, Вологодскую, Новгородскую, Псковскую области, Республики Карелию и Коми, а также Ненецкий автономный округ.

Производство, дистрибуция, сервисы

Рынок электротехники в СЗФО можно описать как систему из четырех «слоев»:

Производство (от силового энергомашиностроения до низковольтной аппаратуры и сборки щитового оборудования). Для СЗФО характерно сочетание крупных машиностроительных площадок и нишевой специализации отдельных регионов. Например, исследования специализации регионов фиксируют наличие в одном из субъектов округа заметной доли деятельности «производство электрической распределительной и регулирующей аппаратуры» и «производство электрического и электронного оборудования для автотранспортных средств» как статистически значимых специализаций.

К числу системообразующих производителей силового энергетического оборудования в округе относится АО «Силовые машины», чья финансовая динамика и портфель заказов часто

рассматриваются рейтинговыми агентствами и деловыми медиа как маркер состояния энергетического машиностроения.

Дистрибуция в СЗФО по структуре напоминает «северо-западный хаб» федерального масштаба: ассортиментные склады, логистические плечи до северных территорий, высокий вес проектных поставок для промышленности и инфраструктуры. (В рамках текущей статьи количественная оценка долей дистрибуторов ограничена доступностью сопоставимых публичных данных по округам; этот пробел отмечен как приоритет для экспертных интервью.)

Инжиниринг и сервис становятся отдельным рынком внутри рынка: на фоне удлинения жизненного цикла оборудования и необходимости импортозаметы компонентов растет доля работ по поддержанию и модернизации (ретрофит РЗА, замена контроллеров и приводов, диагностика кабельных линий, локализация запасных частей). Эта логика усиливается и в сетевом сегменте, где рост капиталовложений и цифровых проектов сочетается с требованиями надежности (SAIFI/SAIDI как управленческие метрики, даже если публичные значения раскрываются не всегда в удобном формате).

По характеру потребления электротехники округ условно делится на три пояса:

1. Агломерационный (Санкт-Петербург + Ленинградская область) — максимальная концентрация строительства, техприсоединений и модернизации сетей.



Центральную роль в регионе играет инвестиционная программа Россети

2. Промышленный (Вологодская область, Коми, Архангельская область) — крупная металлургия, ЛПК, добыча.
3. Арктико-портовый (Мурманская область, НАО, север Карелии) — инфраструктура портов и удаленные энергосистемы.

В 2026 году именно сочетание этих трех зон формирует баланс рынка.

Санкт-Петербург и Ленинградская область: ядро спроса

Сетевой комплекс как ключевой драйвер

Центральную роль в регионе играет инвестиционная программа Россети Ленэнерго. В 2026 году приоритеты компании сосредоточены на:

- реконструкции подстанций 35–110 кВ;
- цифровизации РЗА и телемеханики;
- ускорении техприсоединений;
- повышении наблюдаемости сетей.

Это формирует устойчивый спрос на КРУ/КРУН, микропроцессорные защиты, шкафы РЗА, системы АСДУ, силовой кабель 6–110 кВ.

Жилищное строительство: стабилизация без роста

Объемы ввода жилья остаются значительными, однако темпы прироста замедляются. Девелоперы сокращают маржинальные позиции в сметах, усиливая давление на поставщиков НКУ, кабеля, автоматических выключателей и щитового оборудования.

Характерная тенденция 2026 года — более жесткий контроль сроков и рост доли прямых закупок через тендерные процедуры.

Усть-Луга: промышленный кластер высокой мощности

Индустриальный узел Усть-Луги в Ленинградской области остается крупнейшим потребителем промышленной электротехники. Реализация

газоперерабатывающих и газохимических проектов предполагает:

- энергоцентры большой мощности;
- распределительные устройства 110–220 кВ;
- кабельные трассы протяженностью десятки километров;
- решения во взрывозащищенном исполнении.

Для рынка это означает стабильный спрос на высоковольтное оборудование и комплексные ЕРС-контракты.

Мурманская область: климат как фактор рынка

В Мурманской области структура спроса определяется двумя параметрами:

1. Портовой инфраструктурой (включая комплекс «Лавна»);
2. Экстремальными климатическими условиями.

Региональный сетевой оператор Россети Северо-Запад реализует программы модернизации распределительных сетей.

Особенности рынка региона:

- повышенные требования к коррозионной стойкости;
- обязательное резервирование схем питания;
- высокая стоимость аварийного восстановления.

Для поставщиков критичны сроки изготовления и логистика: задержка





поставки оборудования в арктическую зону приводит к значительным финансовым потерям заказчиков.

Вологодская область: металлургия как центр промышленного спроса

Череповецкий промышленный узел, где расположен актив Северсталь, формирует значительный спрос на:

- промышленное распределение среднего напряжения;
- модернизацию электроприводов;
- системы промышленной автоматизации;
- реконструкцию подстанций.

Металлургия традиционно выступает индикатором инвестиционного цикла. В 2026 году сохраняется осторожность капитальных вложений, но модернизация энергетической инфраструктуры остается обязательной для поддержания производственных мощностей.

Калининградская область: автономность как драйвер модернизации

После выхода энергосистемы региона из контура БРЭЛЛ в 2025 году ключевым вопросом стала устойчивость автономной работы. В этой конфигурации возрастает роль:

- современных систем РЗА;
- диспетчеризации и телемеханики;
- резервных схем питания;
- мониторинга нагрузки.

Спрос здесь менее объемный, чем в Санкт-Петербурге, но технологически более сложный.

Архангельская область, Коми, Карелия: ЛПК и распределенные сети

Для северных регионов характерны:

- протяженные распределительные сети;
- лесопромышленный комплекс как основной промышленный потребитель;
- удаленные производственные площадки.

Электротехнический спрос концентрируется вокруг кабеля, комплектных трансформаторных подстанций, электроприводов и решений по энергоэффективности.

В 2026 году ключевой вызов — износ сетевой инфраструктуры и необходимость постепенной модернизации без резкого роста тарифной нагрузки.



Проблемы рынка 2026 года

Стоимость капитала

Высокая цена финансирования замедляет запуск новых проектов и усиливает этапность реализации.

Санкции и компонентная база

Внешние ограничения усиливают риск дефицита в сегментах, связанных с импортными компонентами и специализированное ПО/оборудование. На региональном уровне это проявляется в удлинении сроков поставок, росте потребности в запасах и «перепроектировании» решений под доступную элементную базу. Исследования, посвященные трансформации экономики СЗФО в условиях санкционного давления, прямо указывают на усиление неопределенности и необходимость адаптации производственных цепочек.

Таможенно-логистические риски и «стоимость оформления»

Рост объема декларирования и усиление цифрового контроля повышают требования к прозрачности цепочек и документированию поставок. Параллельно меняются тарифные параметры оформления (включая пересмотр ставок таможенных сборов с 2026 года, что влияет на экономику импорта комплектующих и оборудования).

Энергобезопасность и надежность

Для северных территорий округа стоимость технологического нарушения выше среднего: климат, удаленность, логистика ремонта. Поэтому растет спрос на решения «повышенной надежности» и на сервисные модели с гарантированными SLA. Данные сетевой компании по финансированию капитальных вложений подтверждают наличие устойчивого инвестиционного цикла в сетевой инфраструктуре СЗФО.

Кадровый дефицит

Недостаток инженеров ПНР и специалистов по цифровым подстанциям становится системной проблемой.

Контрафакт

Особенно чувствителен сегмент кабельной продукции и аксессуаров. Усиливается лабораторный контроль и требования к подтверждению происхождения.

SWOT-анализ

Сильные стороны

Логистический и таможенный «вход» страны, высокая концентрация декларирования, значимый оборот электронных таможенных контуров.

Инвестиционный спрос крупнейших регионов, подтвержденный рекордными объемами инвестиций.

Возможности

Ускорение локальной сборки, рост сервисного рынка (ретрофит, модернизация, диагностика).

Перенастройка цепочек поставок, развитие внутреннего контура ЭКБ и кооперации.

Слабые стороны

Импортозависимость части номенклатуры (особенно радиоэлектроники и компонентов автоматизации), удлинение сроков поставок.

Кадровый дефицит в электронике/АСУ ТП и сервисных компетенциях; высокая стоимость ошибки в северных регионах.

Угрозы

Ужесточение санкций/ограничений по компонентам и ПО; рост «стоимости соответствия» и администрирования импорта.

Волатильность внешней торговли и логистики, зависимость от маршрутов и режимов поставок.



Логистика СЗФО как конкурентное преимущество и источник рисков

СЗФО — исторически один из ключевых внешнеторговых «входов» страны. Для электротехники это означает доступность широкого ассортимента и развитую инфраструктуру декларирования, но одновременно — чувствительность к изменению маршрутов и режимов торговли.

В портовой логистике важны контейнерные потоки. В отраслевых дайджестах по контейнерному рынку упоминались значения оборота контейнерного терминала в районе Большого порта соответствующего субъекта СЗФО (ТЕУ-показатели), что подчеркивает роль контейнерной логистики для поставок

СЗФО — исторически один из ключевых внешнеторговых «входов» страны

электротехники, особенно проектной и комплектной.

Ключевой портовый узел, который часто используется как визуальный маркер логистики округа, — Большой порт Санкт-Петербург. Внутри него/рядом с ним действует Контейнерный терминал Санкт-Петербург, упоминаемый в отраслевых обзорах контейнерного оборота.



Прогноз на 2027–2029

Базовый сценарий

- 2027 — вероятная стагнация в строительном сегменте, умеренное снижение объемов кабеля.
- 2028 — стабилизация инвестиций в промышленности.
- 2029 — постепенное восстановление роста за счет модернизации сетей и цифровизации.

Оптимистичный сценарий

Ускоренный ввод крупных проектов в Ленинградской области и портах Севера приводит к росту сегмента среднего и высокого напряжения.

Стресс-сценарий

При сохранении жестких финансовых условий возможен провал 2027 года с переносом CAPEX на 2028–2029 годы.

Итоги

В 2026 году рынок электротехники СЗФО не находится в фазе экспансии, но демонстрирует устойчивость за счет диверсифицированной структуры спроса.

Ключевые особенности региона:

- высокая доля инфраструктурных и промышленных проектов;
- климатический фактор как драйвер качества;
- усиление роли цифровых решений;
- переход к более жесткой селекции поставщиков.

Северо-Запад остается одним из наиболее технологически сложных рынков России. Здесь конкурируют не столько ценой, сколько инженерной компетенцией, сроками и способностью адаптировать решения под конкретные условия эксплуатации.

На горизонте 2027–2029 годов решающим станет инвестиционный цикл сетевого комплекса и крупной промышленности. Именно он определит траекторию рынка — от умеренной стагнации к восстановительному росту.

Рекомендации участникам рынка

Производителям

Приоритетом 2026–2028 становится управляемая локализация «критических узлов» (компоненты, приводы, контроллеры) и продуктовая модульность. Необходимо выстраивать линейки, устойчивые к замене ЭКБ и каналов поставок, одновременно обеспечивая соответствие ТР ТС по безопасности и ЭМС.

Дистрибуторам

Ключевая стратегия — управление запасами и «замещаемыми спецификациями»: поддерживать «матрицу взаимозаменяемости», развивать технические центры и сервисные компетенции, усиливать прозрачность импортных цепочек и документирования с учетом усиления таможенного контроля и цифровизации.

Инвесторам

Потенциально самые устойчивые ниши — сервис, модернизация и локальная сборка (щитовые производства, ретрофит), а также поставщики для сетевых инвестиционных программ. Реперные финансовые показатели крупнейших сетевых компаний и динамика их выручки/прибыльности дают возможность строить модели по CAPEX-связке.

Органам власти и институтам развития

Фокус — на снижении транзакционных издержек соответствия и ускорении вывода на рынок локализованных продуктов: развитие испытательной базы, поддержка инженерных центров, инструментов подтверждения происхождения, а также подготовка кадров для электроники и АСУ ТП. Регуляторные механизмы локализации и закупочной поддержки уже существуют; задача — сделать их предсказуемыми и «быстрыми» для проектных циклов.



PR

В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

PR-школа журнала «Пресс-служба»



30-31 марта 2026 | Москва

Интенсивный двухдневный тренинг для руководителей и сотрудников пресс-служб и PR-департаментов, пресс-секретарей, специалистов по связям с общественностью компаний и организаций, работающих в нефтегазовом секторе.

В программе:

- Особенности PR в нефтегазовой отрасли и её репутационные риски.
- Как выстраивать коммуникационную стратегию и ключевые сообщения.
- Работа со СМИ, социальными сетями и цифровой средой.
- Антикризисные коммуникации и действия в сложных ситуациях.
- ESG-повестка, экологические вопросы и социальные ожидания.
- Эффективная коммуникация с государственными структурами и местными жителями.
- Подготовка спикеров, публичные выступления и комментарии.
- Методы оценки эффективности PR и аналитика.

Почему стоит участвовать:

- Тренинг даёт практические инструменты, адаптированные под реальности нефтегаза.
- Материалы основаны на опыте отраслевых кейсов и понятных примерах.
- Участники смогут сразу применять полученные навыки в своей работе.
- Есть возможность задать вопросы по конкретным задачам компании.
- Формат помогает систематизировать знания и увидеть широкую картину PR-процессов.



ПОДРОБНЕЕ

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

СНОВА В ИЮНЕ!
8-10.06.2026

Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



ЭЛЕКТРО

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

12+

Присоединяйтесь!
Сканируйте QR-код
и переходите
на сайт выставки



Реклама

Организатор



www.elektro-expo.ru

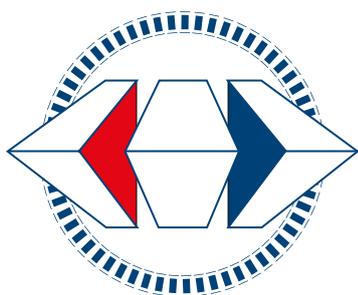
@ DashaMail

российский email сервис

Запустите рассылку,
которая продаёт,
в пару кликов



ПОПРОБОВАТЬ БЕСПЛАТНО



22–24 ОКТЯБРЯ 2026

**РОССИЙСКИЙ
ПРОМЫШЛЕННИК**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА

**МЕСТО ВСТРЕЧИ ЛИДЕРОВ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

12+

14 000
УЧАСТНИКОВ

350
ЭКСПОНЕНТОВ

560
СПИКЕРОВ

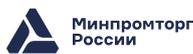
38
РЕГИОНОВ

ПРИНЯТЬ
УЧАСТИЕ

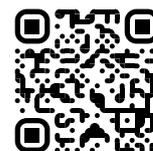
ОПЕРАТОР ФОРУМА:

EXPOFORUM

СООРГАНИЗАТОРЫ:



PROMEXPO.EXPOFORUM.RU





ПРОМЫШЛЕННО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

14-17 сентября 2026
Тюмень, Технопарк
oilgasforum.ru



Здесь встречи ведут к результату!

Промышленно-энергетический форум TNF —
главная площадка нефтегазовой отрасли страны

Определяем ключевые тренды
нефтегазового и энергетического
комплекса страны



Создаем прямой диалог
лидеров рынка: заказчиков
и производителей



Презентуем новейшие
технологии для повышения
эффективности отрасли



Реклама ООО «ЦМС», 0+
ИНН 7203205528
ОГРН 1077203058668



19-20 мая 2026 г.

Омск

ВЫСТАВКА-ФОРУМ



СИБИРСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ • 2026

Тематические разделы:

- Проектирование. Строительство. Архитектура.
- Материалы. Оборудование. Инструмент.
- Малоэтажное строительство. Коттедж.
- Дерево и металлы в строительстве.
- Отделка и ремонт.
- Недвижимость.
- Инженерное оборудование. Мир климата.
- Энергетика. Электротехника.
- ЖКХ. Комфортная среда.
- Дорожное хозяйство. Спецтехника. Транспорт.
- АгроТехМаш.
- Наука. Образование. Кадры.
- Финансовые услуги.
- Рекламные услуги. Продвижение. Маркетинг.

+7 (3812) 23-23-30

www.intersib.org

expo@intersib.org



XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ · ДИАГНОСТИКА

XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

Крупнейшая специализированная выставка средств и технологий неразрушающего контроля, технической диагностики, мониторинга состояния и оценки ресурса на территории СНГ и стран Азии

13-15 мая 2026 г.
КОНГРЕСС-ЦЕНТР «ИЗМАЙЛОВО БЕТА»
Измайловское ш., 71, корп. 2Б, Москва



15+
КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3000+
РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



50+
КОМПАНИЙ - ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД

КОНГРЕСС-ЦЕНТР «ИЗМАЙЛОВО БЕТА»:

- Площадь выставки более 2200 м²;
- Просторные выставочные залы с естественным освещением;
- Конференц-залы, переговорные комнаты;
- Более 45 лет опыта в проведении мероприятий, в том числе международного уровня;



ОРГАНИЗАТОР
ФОРУМА
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО
ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ФОРУМА И XXIV ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



RONKTD.RU
EXPO.ROKNTD.RU



18+

24-я межрегиональная выставка технологий и оборудования для машиностроения и металлообрабатывающей промышленности

ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН

23-25 СЕНТЯБРЯ 2026



Ваше оборудование — наши покупатели

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru

Организатор: окружной выставочный центр «ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ»

Техническая поддержка: **EXPROTECH**

MEMBER OF THE RUSSIAN UNION OF EXHIBITIONS AND FAIRS

ЧЛЕН РОССИЙСКОГО СОЮЗА ВЫСТАВОК И ЯРМАРОК

31 МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

СУРГУТ. НЕФТЬ И ГАЗ 2026

31th INTERNATIONAL SPECIALIZED TECHNOLOGICAL EXHIBITION

SURGUT. OIL & GAS 2026

23.09 - 25.09

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



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

РЕКЛАМА 0+

ВЫСТАВКА

СОВРЕМЕННЫЙ ДОМ

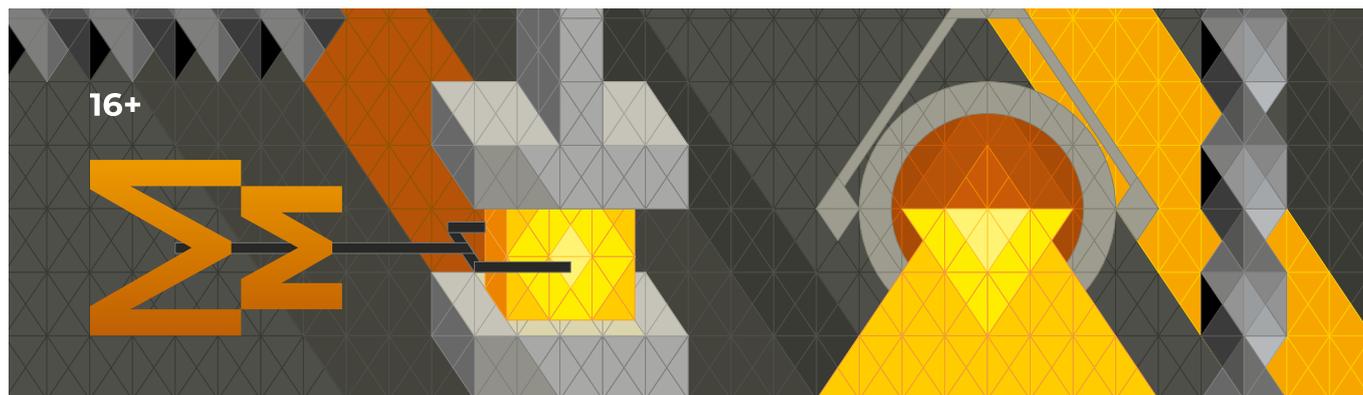
малоэтажное домостроение

8-11 октября

- ИДЕИ
- МАТЕРИАЛЫ
- РЕШЕНИЯ

М. НАГИБИНА, 30
8 (863) 268-77-47

ЮЖНАЯ-СТРОИТЕЛЬНАЯ-НЕДЕЛЯ.РФ



16+

Металлообработка. Металлургия

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

22-25 сентября
2026, Пермь

Масштабный проект, аналогов которому нет на территории ПФО

организатор:



телеграм-канал

@expometal



(342) 204-04-53
ochkina@proexpo.ru
metal.proexpo.ru



Radel

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
& ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

23-25
СЕНТЯБРЯ
2026

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ ЭКСПОФОРУМ
ПАВИЛЬОН Н.



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПЕРЕДОВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ
НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ
СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ

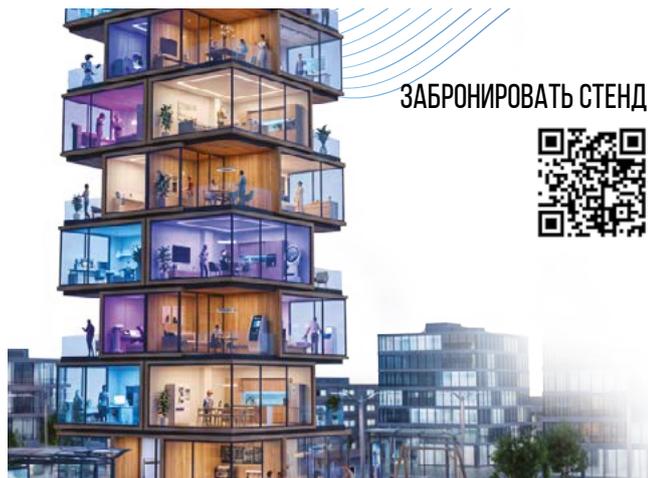


СОЗДАВАЙТЕ НОВОЕ!

ОРГАНИЗАТОР:



18+



ЗАБРОНИРОВАТЬ СТЕНД



SMART CITY & HOME

by INTERLIGHT

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ УМНОГО ГОРОДА И ДОМА

УМНЫЙ ГОРОД
УМНЫЙ ДОМ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ
ЦОДЫ
РОБОТОТЕХНИКА

27- 30 ОКТЯБРЯ 2026 | МВЦ "КРОКУС ЭКСПО", МОСКВА

INTERLIGHT

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОСВЕЩЕНИЯ, КОМПОНЕНТОВ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ИНТЕРЬЕРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТЫ

АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ПРАЗДНИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

27- 30 ОКТЯБРЯ 2026 | МВЦ "КРОКУС ЭКСПО", МОСКВА

ЗАБРОНИРОВАТЬ СТЕНД



9-11 СЕНТЯБРЯ
СИМФЕРОПОЛЬ
ТЕРМИНАЛ В

МИНСТРОЙ РОССИИ
Минпромторг России
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ
МИНПРОМТОРГ КРЫМА

**СТРОЙ
ЭКСПО
КРЫМ**

**XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА**

ЭКСПОКРЫМ

**КРЫМ
УРБАН
ФОРУМ**

**ВХОД
СВОБОДНЫЙ**
ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
РЕГИСТРАЦИИ

+7 (978) 900-90-90
info@expocrimea.com
expocrimea.com

РЕКЛАМА 16+



100+
**TECHNO
BUILD**

XIII Международный
строительный форум
и выставка

29 сентября – 2 октября 2026
Екатеринбург

стать экспонентом
forum-100.ru

35 728 посетителей
612 экспонентов
1 033 спикера
220 секций
23 страны

*показатели 2025 года

26-29 мая

УФА 2026

📍 ВК УФА ЭКСПО ул. Менделеева, 158

РОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ ФОРУМ



ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ

34-я международная выставка

gasoil@bvkeexpo.ru +7 (347) 246-41-77

📧 gazneftufa

🌐 gntexpo2026

gntexpo.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ
БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
ЭНЕРГЕТИКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

ТРАДИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ РФ



Реклама ООО «Башкирская выставочная компания» ИНН 0272012500



25-27 ИЮНЯ 2026

СКЭФ 2026 СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

МИНВОДЫ ЭКСПО

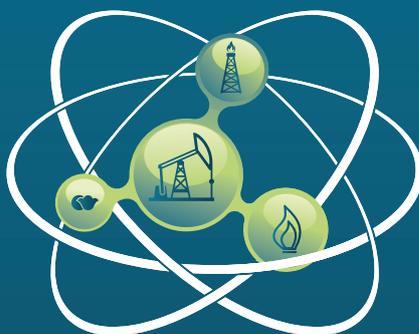


ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ





МЕЖДУНАРОДНАЯ
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКАЯ
ВЫСТАВКА

KAZAN Oil, Gas & Chemistry

В РАМКАХ ТАТАРСТАНСКОГО НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО ФОРУМА

26-28 | 2026
АВГУСТА | КАЗАНЬ



Международный выставочный центр «Казань Экспо»

www.kazan-ogc.ru

ВЫСТАВКА-ПРОДАЖА



Ваш Коттедж

Фестиваль загородной жизни

24-25 АПРЕЛЯ 2026



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-51

www.expo-volga.ru



ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

Бурение и ГРП

ГРП, строительство скважин
и обустройство месторождений

26-27 мая
2026 года
Отель Лесная Сафмар
Москва



ЦЕЛЬ ФОРУМА

Создать неформальную площадку для обмена опытом и новыми технологиями строительства скважин, обустройства месторождений, проведения ГРП и МГРП (многостадийного гидравлического разрыва пласта) и применения ГНКТ (гибких насосно-компрессорных труб), заканчивания скважин для МГРП, диагностики и мониторинга ГРП.

В фокусе Форума также разработка и применение программного обеспечения для всех технологических процессов строительства и интенсификации работы скважин.

+7 (495) 488-6749 info@rntk.org wellstim.rntk.org

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВАШЕГО ПРОДВИЖЕНИЯ НА РЫНКЕ

Форум и выставка привлечет в качестве участников ключевых менеджеров компаний, что обеспечит Вам, как партнеру Форума, 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.

+7 (495) 488-6749 info@rntk.org



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
САММИТ

2 АПРЕЛЯ
ЕКАТЕРИНБУРГ

metalsummit.ru/metals_alloys



РОССИЙСКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
САММИТ

26 МАЯ
МОСКВА

energysummit.ru



РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
САММИТ

28 МАЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

oilgassummit.ru



Промит:

IT-НОВАЦИИ ДЛЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

29 МАЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

smartprom.org



РОЭК

ЛЮДИ. ТЕХНОЛОГИИ. ЗНАНИЯ



 Геомодель

 АГИ
Ассоциация геологов,
геофизиков и инженеров

29 СЕНТЯБРЯ – 1 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, Россия

ПОДАЧА ТЕЗИСОВ
ОТКРЫТА
ДО 3 ИЮЛЯ 2026

www.geomodel.ru
www.geoscience.ru

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@bvkeexpo.ru

■ По вопросам форума
www.refbvk.ru
+7 (347) 246-42-81
kongress@bvkeexpo.ru

 ВКУФА ЭКСПО
ул. Менделеева, 158

 [energobvk](https://www.facebook.com/energobvk)
 [refbvk](https://www.telegram.com/energobvk)





**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.



Подробнее на сайте



OMR
www.omr-russia.ru

**5 - 9 ОКТЯБРЯ 2026
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

АРКТИКА | СУДОСТРОЕНИЕ | ШЕЛЬФ

7-я международная выставка и конференция
по судостроению и разработке высокотехнологичного
оборудования для освоения Арктики
и континентального шельфа



Форум «OMR» проводится в рамках
Петербургского международного газового форума

Организатор:
РЕСТЭК

тел.: +7 (812) 320 6363 доб. 743, 747, 748, 749
rao@rao-offshore.ru



отраслевой энергетический портал

www.novostienergetiki.ru

АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

АВАЛОНЭЛЕКТРОТЕХ, НПО, ООО	КАВКАЗКАБЕЛЬ, КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ЗАО
АВТОТОР, АО	КАЗАНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ОАО (КЭТЗ, ОАО)
АДАМАНТ-СТРОЙ, ООО	КАЛИНИНГРАДСКАЯ ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ, АО
АКЭЛ, ООО	КАМЧАТСКЭНЕРГО, ПАО
АМУРМЕТАЛЛ, ОАО	КАРЕЛПРИРОДРЕСУРС, ООО
АМУРСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ, ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ, ОАО
АНГАРСКАЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ОАО	КИЛОВОЛЬТ, ООО
АНДРОПОВСКРАЙГАЗ, ОАО	КИРИЛЛОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (КЭС)
АРМАСИС, ООО	КОВДОРСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ АО
АРТПРОМ, ООО	КОМИ ЭНЕРГОСБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, АО
БАЛТИЙСКАЯ КАБЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	КОМИАВИАТРАНС, АО
БАЛТКАБЕЛЬ, ЗАО	КОМПЛЕКТ-А, ООО
БОКСИТ ТИМАНА, АО	КОНТАКТ, НПП, ФГУП
БОСТЭР, ООО	ЛЕНСТРОЙТРЕСТ, ЗАО
БРАТСКИЙ ЗАВОД МОБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ООО (БЗМК, ООО)	ЛЕНТУРБОРЕМОНТ, ИТФ, ООО
ВАЛОК-ЧУГУН, ООО	ЛОМО, ОАО
ВАРЬЕГАННЕФТЬ, ОАО	ЛУЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ ЗАВОД (ЛАЗ), ОАО
ВЕСТЭНЕРГОСЕРВИС НПП, ООО	ЛУЗАЛЕС, ООО
ВНИИР-ПРОМЭЛЕКТРО, ООО	МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, ОАО (ММК)
ВОЛОГОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ВЭС)	МАГСИБМЕТ, ЗАО
ВОРКУТАУГОЛЬ, АО	МЕГАЛИТ, ЗАО
ВОСТСИБСТРОЙ, ЗАО	МЕКО, ООО
ВЫМПЕЛ, ЗАВОД, АО	МЕТЕОРИТ И К, ООО
ВЭМЗ-СПЕКТР, ООО	МЕХАНОТРОНИКА НТЦ, ООО
ГЕОЛОГИСТИКС, ЗАО	МИКРОНИКС, НТФ
ГИК, ГК, ООО	МИССП-СОВПЛАСТ, КРОПОТКИНСКИЙ ЗАВОД, ОАО
ГЛАВСТРОЙ-СПБ	МУРМАНСКИЙ ФИЛИАЛ РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД
ГРУППА ЛСР, ПАО	МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА, ОАО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО	НАДЕЖНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ООО
ДАЛЬСПЕЦСТРОЙ, ФГУП ГУСС	НЕВА ТК, ООО
ДЕЛОВОЙ ПАРТНЁР, ООО	НЕОТЕХ, ООО
ДРСК, АО	НЕРЮНГРИ-МЕТАЛЛИК, ООО
ДС ИНЖИНИРИНГ, ООО	НОРДВЕСТТЕХНО, ООО
ЕВРОХИМСЕРВИС ТК, ООО	НОРДЭЛЕКТРОПРОМ, ООО
ЕКА СПБ, ООО	НОРИЛЬСКИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС, ООО
ЗАВОЛЖСКИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, ЗАО	НПП «ЦЕНТР РЕЛЕ И АВТОМАТИКИ», ООО
ЗАЛИВ, СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ООО	НСК-ЭНЕРГО, ООО
ЗАПСИБГАЗПРОМ, ОАО	ОБНИНСКЭНЕРГОТЕХ, ЗАО
ЗЕНОН ТЕХНОСФЕРА, ООО	ОРСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ЗАО (ОЗЭМИ, ЗАО)
ИЖЕВСКИЙ ОПЫТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАО (ИОМЗ, ЗАО)	ОТК, ООО
ИЖОРСКИЕ ЗАВОДЫ, ПАО	ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА
ИЛИМ, АО	ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН, ГУП
ИНПРОМ ЭСТЕЙТ, ОАО	ПЕТРОСТРОЙСВЯЗЬ, ПТФ, ЗАО
ИНТЕГРО СТИЛ, ООО	ПЕЧЕНГАСТРОЙ, ООО
ИНТЕР РАО ЕЭС, ОАО	ПЕЧОРАНЕФТЕГАЗ АО
ИНФОКОМ-ЛТД, ООО	ПИЭЛСИ ТЕХНОЛОДЖИ, ООО
ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ПКФ-ЭЛЕКТРОЩИТ, ООО
ИРКУТСКИЙ РЕЛЕЙНЫЙ ЗАВОД, АО	ПЛАНАР-СВЕТОТЕХНИКА, ООО
ИШЛЕЙСКИЙ ЗАВОД ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ, ООО	ПНЕВМАТИКА, ОАО
ИЭК ХОЛДИНГ, АО	ПО АРХАНГЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО АЭС)
КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ПАРИТЕТ»	ПО БОРОВИЧСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru


**НОВОСТИ
ЭНЕРГЕТИКИ**

отраслевой энергетический портал

www.novostienergetiki.ru

ПО ВАЛДАЙСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР, ООО
ПО ВЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО ВЭС)	СТАВРОПОЛЬКОММУНЭЛЕКТРО, СК, ГУП
ПО ВОРКУТИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СТАЛЬМОНТАЖ, ЗАО
ПО ВОСТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СУНСКИЙ КАРЬЕР, ООО
ПО ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СУРГУТГАЗСТРОЙ, ОАО
ПО ЗАПАДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	СУРГУТСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ, ООО
ПО ИЛЬМЕНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТАГАНРОГСКИЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, АО
ПО КОТЛАСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО КЭС)	ТАИФ-НК, ОАО
ПО ПЕЧОРСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТД «ЭКОПОЛИМЕРЫ», ООО
ПО ПЛЕСЕЦКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО ПЭС)	ТЕПЛОТЕХНИКА, ООО
ПО СЕВЕРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТИХВИНСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, АО
ПО СТАРОРУССКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТОМСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ФГУП
ПО ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТОТЕМСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ТЭС)
ПО ЮЖНО-КАРЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	ТУЛЬСКИЙ ЗАВОД ТРАНСФОРМАТОРОВ, АО
ПО ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	УРГАЛУГОЛЬ, АО
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ГРУППА РЕМЕР, ООО	УСТЬ-СРЕДНЕКАНГЭССТРОЙ, АО
РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП, ООО	ФИЛИАЛ КОМПАНИИ «РОССЕТИ СЕВЕРО-ЗАПАД (ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА)
РАКУРС, НПФ	ФИОЛЕНТ, ЗАВОД, АО
РЕНЕЙССАНС КОНСТРАКШН, АО	ФОТОН, ООО
РОССЕТИ ЯНТАРЬ (АО ЯНТАРЬЭНЕРГО)	ХАБАРОВСКАЯ ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ, ООО
РОСТОВСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ЗАО (РЭК ЗАО)	ХАБАРОВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
РОСТПЕТРОЭЛЕКТРОРЕМОНТ, ООО	ХАССЛАХЕРЛЕС, ООО
РОСЭНЕРГОСЕРВИС, ООО	ХТСК, ОАО
РУССКИЙ УГОЛЬ, АО	ЧЕЛЭНЕГОПРИБОР, ООО
САХАТРАНСНЕФТЕГАЗ, ПАО	ЧЕЛЯБЭНЕРГОСБЫТ, ПАО
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РАДИОЗАВОД, ООО	ЧЕРЕПОВЕЦКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ЧЭС)
СЕВЕР, ПО, ФГУП	ЧЕРНОМОРНЕФТЕГАЗ, ГУП, РК
СЕВЕРСТАЛЬ ДИСТРИБУЦИЯ, АО	ЭКОПРОМСТРОЙ, ООО
СЕВЕРСТАЛЬ, ПАО	ЭЛЕВЕЛ, ООО
СИММЕТРОН ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ, ЗАО	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ ЕАО
СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ООО	ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ, ОАО
СЛАВМО, АО	ЭЛЕКТРОПРОМСЕРВИС, ООО
СММ, ГРУППА	ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ЗАО
СОВРАС, ООО	ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ПО, ФГУП
СОНЕТ ИНВЕСТ, ООО	ЭНЕРВИК, ООО
СОСНОВОБОРЭЛЕКТРОМОНТАЖ, АО	ЭНЕРГОКОМФОРТ ЕДИНАЯ КАРЕЛЬСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО
СОЮЗ «КАЛИНИНГРАДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»	ЭНЕРГОТЕХ, ЗАО
СОЮЗ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»	ЭНИКОМ, ООО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ»	ЮГКОМПЛЕКТАВТОМАТИКА, ЗАО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ» / СЕВЕРНАЯ/	ЮЖНО - ЯКУТСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	ЮЖНОУРАЛЬСКИЙ АРМАТУРНО-ИЗОЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД ,АО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ» (ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ)	ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КАМЧАТКИ, АО
СПАССКЦЕМЕНТ, АО	ЯКОБС ДАУ ЭГБЕРТС РУС, ООО
	ЯКУТСКАЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО
	ЯКУТСКЭНЕРГО, ПАО

РАЗМЕЩАЙТЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ КОМПАНИЙ

 НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru

Если вы хотите регулярно получать с доставкой в офис новости и аналитические материалы о ситуации в электротехнической отрасли, справочную информацию и интервью с экспертами рынка,



подпишитесь на журнал «Рынок Электротехники».

Для этого вам необходимо заполнить заявку подписчика, оплатить прилагаемый счет и отправить нам в редакцию данную заявку и подтверждение оплаты по почте reklama@marketelectro.ru

Заявка подписчика на журнал «Рынок Электротехники»

Наименование организации: _____

Вид деятельности: _____

Юридический адрес: _____

Почтовый (фактический) адрес: _____

Телефон с кодом города: _____

e-mail: _____

Контактное лицо: _____

Должность: _____

ИНН _____ КПП _____

расчетный счет: _____

корреспондентский счет: _____ БИК: _____

Выберите вид подписки:

Печатная версия журнала

Электронная версия журнала

Счет за подписку на год

Поставщик	ООО «Нормедиа», ИНН 9701090129 КПП 770101001 Р/с 4070 2810 0100 0023 8020аО «Тинькофф Банк» г. Москва К/с 3010 1810 1452 5000 0974 БИК 0445 2597 4	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.

* Оплата данного счета- оферты (ст.432гК РФ) свидетельствует о заключении сделки купли-продажи в письменной форме (п.3 ст. 434 и п.3 ст.438гК РФ)

ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ



НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

стартует 26 октября 2020

МЭТЭ
www.metz.by

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

Ирак и ОАЭ разработали планы по компенсации перепроизводства по соглашению ОПЕК+.

Стартует 15 сентября 2020 года

Прямой эфир

- Саудовская Аравия предостерегает от гонимых решений заставить цены на нефть.
- Ирак и ОАЭ разработали планы по компенсации перепроизводства по соглашению ОПЕК+.
- Александр Новак: Спрос на нефть может восстановиться ко II кв кварталу следующего года.
- ОПЕК ОПЕК+ пересомативала продать свои компенсации по соглашению ОПЕК+ для «авиационной».
- Министерство Министров: Намечено нагрузку увеличить после завершения нефтяных операций.
- Разрушение запаса дефицита топлива угрожает восстановлению цен на нефть.
- ОАЭ заявили, что компенсируют производные слет за перепроизводство в июле и августе.
- Последней раз в ОПЕК+ «авиационной» операции поставки топлива в экваториальной и экваториальной.
- Министры заявили, что восстановят структуру производства на фоне восстановления ОПЕК+.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

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

«Россети Тюмень» усилят контроль над выборами в Западной Сибири под контролем энергетиков.

www.novostienergetiki.ru

ВСЁ О СОБЫТИЯХ И ЛЮДЯХ В ЭНЕРГЕТИКЕ!

22-24 апреля
Москва



К О Н Ф Е Р Е Н Ц И Я
ЭФФЕКТИВНАЯ
ПРЕСС-СЛУЖБА-2026

ГЛАВНЫЙ ФОРУМ ПИАРЩИКОВ

Два потока докладов: ✓ PR в бизнесе ✓ PR в государственных структурах

О чём пойдет речь на конференции:

- ключевые тренды PR-работы в бизнесе и государственном секторе в 2026 году,
- современные PR-инструменты и практика их использования,
- построение эффективной PR-стратегии,
- актуальные кейсы антикризисного PR,
- управлении репутацией и работа с негативом,
- комьюнити-менеджмент,
- как работать с негативно настроенными журналистами и враждебными СМИ,
- где брать инфоповоды, если ничего не происходит,
- как писать тексты для всех видов PR-задач,
- эффективные мероприятия – технология организации и проведения,
- новые технологии внутрикорпоративного пиара,
- работа государственных и коммерческих структур в различных регионах, направлениях и отраслях,
- малобюджетный пиар в бизнесе и в госструктурах,
- пиар при малом бюджете и при отсутствии бюджета,
- эффективная работа в социальных сетях,
- техника подготовки убеждающих речей для спикеров,
- нейросети в работе PR-специалистов и так далее.



ПОДРОБНЕЕ

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