



Рынок кабеля в России
в 2025 году: проблемы,
тренды, перспективы

стр. 8



Цифровизация
и автоматизация
производственных
процессов в свето-
технической отрасли

стр. 85



Электротехника
и искусственный
интеллект: новая эпоха
оптимизации

стр. 62

рынок Электротехники

ежеквартальный журнал

www.marketelectro.ru



СТЭЗ

СТУПИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

Производитель высоконадежной электротехники,
завод полного цикла,
локализованный в России

Сила в каждом соединении:
русские
электротехнические
инновации



СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ В РОССИИ

Мы на выставках:

«Нефтегаз-2025» 14–17 апреля

«Российские решения для электротехнической отрасли:

инновации и преимущества продукции НПО «АвалонЭлектроТех»» Читайте на стр. 28-29



www.avalonelectrotech.ru

Тел.: +7 (495) 933-85-48



КОНКУРС ЭЛЕКТРОРЕКЛАМА



www.marketelectro.ru/elektroreklama

организатор:

РЫНОК
Электротехники
ежеквартальный журнал

www.marketelectro.ru



МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И. КОЗЛОВА —

**крупнейший производитель электротехнического
оборудования на территории СНГ**

**Силовые
трансформаторы**

**Комплектные
трансформаторные
подстанции**

**Многоцелевые
трансформаторы**



Система качества
предприятия
сертифицирована
на соответствие
стандартам
качества
ISO 9001



Широкая
дилерская
сеть

Гарантия производителя
5 лет

* - на силовые трансформаторы



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

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

info@metz.by

www.metz.by



РЭН
2025



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

При поддержке:



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ



Пространство доверия

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

«РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ»

Москва, ЦВЗ «Манеж», Манежная пл., д.1

ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТЭК

Москва, Гостиный двор, ул. Ильинка, д.4

15-17

октября 2025 г.

Москва, Россия



rusenergyweek.com

Реклама 6+

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 10.03.2025 г.

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

Распространяется бесплатно
и по подписке.

Тираж 15 000 экз.
Заказ №: 25-Z-0206

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

К читателю

В этом номере вас ждет много аналитики на тему современной электротехники и попытка заглянуть в будущее технологий, которые использует и будет использовать рынок.

Тема номера – Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы. Разбираем все нюансы, советуемся с экспертами, изучаем проблемы и способы их решения.

В разделе «Рынок Светотехники» в центре нашего внимания в этом номере – Цифровизация и автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли.

Регионы номера: Северо-Западный и Дальневосточные федеральные округа. Также изучаем беспроводные электротехнические технологии, инновационные материалы в электротехнике, сенсорные технологии и влияние на отрасль искусственного интеллекта.

Приятного и полезного чтения! И успешной работы!

Команда проекта «Рынок Электротехники»



15-18 СЕНТЯБРЯ 2025, ТЮМЕНЬ

Технологическое лидерство: объединяем усилия

Промышленно-энергетический
форум TNF

ОРГАНИЗАТОРЫ



КОНТАКТЫ



OILGASFORUM.RU



@OILGASFORUM_TNF

Самая актуальная
информация о форуме
в Telegram-канале



Диалог

Ключевые игроки
нефтегазовой индустрии
на одной площадке



Достижения

Выставка новейших
технологических
разработок для ТЭК



Решения

Стратегии развития
и лучшие практики
лидеров отрасли

Новости электротехники	6
ТЕМА НОМЕРА	
Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы	8
КРУГЛЫЙ СТОЛ	
Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы	24
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Российские решения для электротехнической отрасли: инновации и преимущества продукции НПО «АвалонЭлектроТех»»	28
ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА	
Особенности монтажа на ЛЭП линейной арматуры. Часть 2	30
РЕЛЕ ЗАЩИТЫ	
Становление отечественной релейной техники для целей импортозамещения	33
ИННОВАЦИИ	
Инновационные материалы в электротехнике: от проводников до изоляции	34
ТЕМА НОМЕРА	
Как умные кабельные системы изменяют инфраструктуру к 2025 году	50
Какие новые технологии будут внедрены в кабельной промышленности в ближайшие годы	52
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	
Электротехника и искусственный интеллект: новая эпоха оптимизации	62
ЭНЕРГОПЕРЕХОД	
Электротехника в эпоху энергоперехода: тренды и вызовы	64
ПЕРЕДАЧА ЭНЕРГИИ	
Беспроводные электротехнические технологии: миф или реальность?	70
РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ	
Цифровизация и автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли в России в 2025 году	85
Энергосбережение в светотехнике – тренды и перспективы	94
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	
Электротехника в Северо-Западном федеральном округе России в 2025 году: тренды, проблемы, перспективы	100
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	
Электротехника в Дальневосточном федеральном округе в 2025 году: тренды, проблемы, перспективы	108
Адресное распространение журнала «Рынок Электротехники».	
Выборочный список	126

ВНИИР-Промэлектро

входит в АБС Электро



Более 60 лет
на рынке электротехники

⚡ Разработка и производство
низковольтной аппаратуры:
электроустановочные
изделия
контакты
реле
лифтовая аппаратура

⚡ Модернизация изделий
по запросу заказчика

⚡ Эффективное
импортозамещение

⚡ Сжатые сроки изготовления

⚡ Партнерские отношения
с ведущими предприятиями
в России и в странах СНГ



Серийное производство
малогабаритного
промежуточного
реле серии РП30

С 2025 г.
Низкопрофильное
реле для печатного
монтажа серии РП31



📍 428903, РФ, Чувашская республика
г. Чебоксары, пр. И.Я. Яковлева, 4

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

✉ shevchenko@vniir.ru

🌐 www.vniir-promelectro.ru

Россия и Мьянма запускают совместные проекты

Россия и Мьянма договорились о реализации ряда совместных проектов, среди которых – строительство солнечных и угольной электростанций в рамках специальной экономической зоны «Давэй» в Мьянме.

Австралия построит первое подземное хранилище энергии

Компания Hydrostor получила разрешение австралийского штата Новый Южный Уэльс на строительство подземного хранилища энергии мощностью 200 МВт и емкостью 1,6 ГВт*ч. В проекте стоимостью \$415 млн будет использоваться заброшенная шахта недалеко от города Брокен-Хилл, расположенного на западе штата.

Председатель Госдумы Вячеслав Володин поручил комитету ГД по энергетике разобраться в ситуации с корректировкой диапазонов дифференцированных тарифов на электроэнергию для граждан

На пленарном заседании Госдумы обсуждался вопрос корректировки диапазонов дифференцированных тарифов на электроэнергию для россиян. После введения новой системы тарификации, рассчитанной на три группы – диапазоны потребления, жители разных регионов страны отмечали рост цен на электроэнергию в платежных квитанциях. По итогам проведенной работы совместно с Министерством энергетики и ФАС на пленарном заседании доложили о решениях по устранению негативных последствий установления дифференцированных тарифов.

Президент разрешил СТСО «Россетей» не учитывать голоса акционеров из недружественных стран

Президент РФ Владимир Путин подписал указ, разрешающий до конца 2025 года не учитывать голоса акционеров из недружественных юрисдикций при принятии корпоративных решений всем системообразующим территориальным сетевым организациям (СТСО), где более 50% их уставного капитала принадлежит российскому хозяйству, которое в свою очередь более чем на 50% принадлежит государству. Документ опубликован на Официальном интернет-портале правовой информации.

Правительство утвердило выделение энергосистемы Калининградской области в отдельную синхронную зону ЕЭС России

Правительство РФ постановлением от 21 февраля 2025 г. № 200 утвердило изменения в Правила технологического функционирования электроэнергетических систем, предусматривающие выделение энергосистемы Калининградской области в отдельную синхронную зону Единой энергетической системы России (ЕЭС России). Документ опубликован на официальном интернет-портале правовой информации.

Цены на электричество в Прибалтике взлетели до небывалых высот после отключения от БРЭЛЛ

Отсоединение прибалтийских государств от общей энергосистемы БРЭЛЛ привело к серьезным последствиям: массовые сбои в электроснабжении и шокирующее повышение тарифов на электроэнергию. По сравнению с финскими показателями стоимость электричества выросла в шестьдесят раз, как информирует национальное телевидение и радио Эстонии (ERR).

Анализ рыночных цен за 25 февраля показал, что в Эстонии, Латвии и Литве средний тариф составил 13,1 цента за киловатт-час. Это в 26 раз дороже, чем в соседней Финляндии. А днем ранее, 24 февраля, разрыв в ценах был еще более существенным – в 57,7 раза не в пользу прибалтийских стран.

Особенно тревожная ситуация наблюдается в Эстонии: за февраль было всего два дня, когда стоимость электроэнергии опускалась ниже психологически важной отметки в 10 центов за киловатт-час. И это без учета дополнительных платежей в виде многочисленных налогов и сборов, которые ложатся тяжелым бременем на плечи потребителей.

Россия и Китай начнут совместное производство генераторов для речных судов и не только

В Санкт-Петербурге готовится к запуску масштабный проект по созданию совместного российско-китайского предприятия в сфере энергетического машиностроения. Партнерами в этом амбициозном начинании выступают российская компания «Альфа Балт инжиниринг», специализирующаяся на разработках

и производстве энергетического оборудования, и китайский гигант двигателестроения Yuchai.

Новое производство планируется разместить в районе Шушар северной столицы. Основной продукцией предприятия станут дизельные и газовые генераторы, первоначально ориентированные на потребности топливно-энергетического комплекса обеих стран. В перспективе производственную линейку планируется расширить за счет оборудования для судостроительной отрасли.

Проект находится на стадии подготовки к старту: строительство намечено на 2025 год, а ввод в эксплуатацию запланирован на 2028–2030 годы. В рамках сотрудничества китайская сторона передаст России технологии производства дизельных двигателей. Финансовым партнером проекта выступит акционерный банк «Россия». Детали распределения долей в совместном предприятии и информация о потенциальных дополнительных инвесторах пока не разглашаются.

На шестом энергоблоке Ленинградской атомной электростанции ведется установка обновленного статора генератора

По словам главного инженера ЛАЭС Александра Беляева, в ходе модернизации особое внимание было уделено усилению лобовых частей обмотки статора. «Благодаря повышению жесткости и надежности крепления обмоток мы достигли улучшенной вибростойкости и устойчивости к электродинамическим нагрузкам. Это гарантирует эффективную и безотказную работу оборудования в процессе генерации электроэнергии», – отметил он.

«Россети Центр» планируют заключить регуляторные соглашения во всех регионах

Совет директоров «Россети Центр» поручил разработать план заключения регуляторных соглашений во всех регионах присутствия компании в 2025 году. Это позволит компании подключать к своим сетям предприятия, физических лиц и другие организации, которые пока не являются ее клиентами.

Компания работает в 11 регионах Центральной России и занимается обеспечением электроэнергией промышленных предприятий, транспорта, сельского хозяйства и социально значимых объектов. Также она отвечает за технологическое присоедине-

ние новых потребителей к электрическим сетям.

Новые соглашения помогут «Россети Центр» расширить клиентскую базу и упростить процесс подключения к электросетям для новых потребителей, что положительно скажется на развитии региональной инфраструктуры.

В ходе текущего капитального ремонта специалисты уже осуществили монтаж статора генератора в его проектное положение в машинном зале и производят выравнивание линии вала турбоагрегата. Предстоят работы по окончательной сборке генератора, включая подключение систем охлаждения и установку контрольно-измерительных приборов, отслеживающих температуру обмотки статора и уровень вибрации. После этого будут проведены гидравлические и высоковольтные испытания агрегата. Завершающим этапом станет его интеграция с турбиной.

Строителям зеленой генерации простят опоздание на два года

Инвесторы в возобновляемые источники энергии (ВИЭ) получают двухлетнюю отсрочку на ввод проектов мощностью более 2 ГВт, что позволит избежать штрафов свыше 10 млрд рублей. Причинами задержки стали рост стоимости кредитов, проблемы с поставками оборудования и приоритетное строительство ВИЭ на Дальнем Востоке.

Под отсрочку подпадают ветровые и солнечные электростанции, а также малые ГЭС в Мурманской области и Карелии. В некоторых случаях инвесторы просят не только переноса сроков, но и разрешения отказаться от строительства. Власти поддерживают перенос при условии обязательств по строительству ВИЭ на энергодефицитном Дальнем Востоке.

Ассоциация развития ВИЭ предупреждает, что без отсрочки отрасль может столкнуться с чередой банкротств из-за резкого роста стоимости финансирования. Однако эксперты считают, что перенос сроков должен быть увязан с дополнительными обязательствами для инвесторов.

«Росатом» приобрел «Стеклонит» за 4,9 млрд рублей

Госкорпорация «Росатом» продолжает укреплять свои позиции в композитной отрасли. Компания завершила сделку по покупке «Стеклонита» — одного из крупнейших российских производителей стекловолокна. По данным СМИ, сумма сделки могла составить около 4,9 млрд рублей.

Ранее «Стеклонит» входил в состав группы «Рускомполит», владельцем которой был нынешний губернатор Новгородской области Андрей Никитин. Теперь «Росатом» получил контроль над 95% акций основного предприятия и 100% долей в управляющей компании «Стеклонит менеджмент».

Основная продукция «Стеклонита» используется в строительстве, энергетике и промышленности. Благодаря сделке «Росатом» укрепит позиции на рынке стекловолокна, где уже занимает более 40%.

В госкорпорации заявили, что приобретение «Стеклонита» обеспечит синергию с другими направлениями композитного бизнеса. Это позволит стабилизировать поставки материалов для стратегически важных отраслей и расширить производственные мощности «Росатома» в сфере композитов.

Германия тестирует привязку работы промышленных предприятий к ВИЭ

В Германии предложен эксперимент, в рамках которого около 400 промышленных предприятий должны будут адаптировать свою деятельность к графику выработки энергии солнечными и ветровыми станциями. Это означает сокращение производства в периоды низкой генерации и работу на полную мощность, когда энергия из возобновляемых источников доступна в избытке.

Федеральное сетевое агентство ФРГ разрабатывает план реализации инициативы, который представит до конца марта. Окончательное решение ожидается к концу года.

Однако бизнес-сообщество выражает обеспокоенность. Например, компания Augubis AG, один из крупнейших производителей меди, указывает на технологическую сложность отключения и включения плавильных печей. Аналогичные трудности испытывает и полупроводниковая отрасль, где стабильность условий производства критически важна.

Представители промышленности также отмечают, что гибкий график усложнит организацию рабочих смен. Кроме того, несмотря на развитие возобновляемой энергетики, проблема ее нестабильности остается нерешенной: солнечные панели эффективны только днем, а ветряные турбины — при наличии ветра. Теоретически ситуацию могли бы исправить мощные накопители энергии, но технологии, способные покрыть потребности крупного производства, пока не разработаны.



Завершился очередной этап испытаний системы НКУ FORMAT PRO — новой разработки компании IEK GROUP. Решение прошло все необходимые тесты на токи 4000 А, включая разрушающие проверки токами термической стойкости и ударными токами электродинамической стойкости системы сборных шин.

Среди ключевых пройденных тестов — проверка системы на способность выдерживать токи короткого замыкания. Испытания проводились по следующим параметрам:

- Термическая стойкость сборных шин составляет 63 кА в течение 1 секунды.
- Электродинамическая стойкость сборных шин — 139 кА.

Это примерно на 20% больше, чем показатели в реальных электрических системах! НКУ FORMAT PRO успешно выдержало нагрузки и осталось работоспособным. Значит, в случае аварии система будет готова к эксплуатации сразу после восстановления питания.

До и после цикла испытаний НКУ FORMAT PRO проверили на способность выдерживать напряжения промышленной частоты и импульсное напряжение. Система успешно прошла все тесты и полностью сохранила функциональность. А главное — при эксплуатации НКУ FORMAT PRO гарантируется безопасность рабочего персонала.

«Силовое НКУ — один из самых сложных и значимых компонентов системы электроснабжения любого объекта», — говорит Дмитрий Дрюма, руководитель БЕ «Силовые системы распределения энергии» IEK GROUP, — поэтому нам важно было тщательно проверить его технические возможности. Наше решение успешно прошло все испытания, что подтверждает безотказность FORMAT PRO и его устойчивость к высоким нагрузкам, а также безопасность персонала».

НКУ FORMAT PRO — комплексное решение для бесперебойного электроснабжения. Система спроектирована на базе металлических корпусов серии FORMAT IEK и активного оборудования линейки ARMAT IEK в соответствии с ГОСТ 61439. Особенность решения — его модульность: новое НКУ FORMAT PRO легко конструировать, производить и масштабировать.

Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы

■ Леонид Сахаровский

■ Какие вызовы ждут российский рынок кабельной продукции в 2025 году и какие ключевые факторы влияют на эти вызовы? Давайте разберемся.

Объем рынка и структура

В 2025 году российский рынок кабельной продукции демонстрирует устойчивый рост, обусловленный активным развитием инфраструктуры, энергетического сектора и цифровой экономики.

Основные сегменты рынка

1. Энергетические кабели. Составляют значительную часть рынка, обеспечивая передачу и распределение электроэнергии. Особое внимание уделяется кабелям напряжением до 1 кВ, которые занимают 46% от общего объема производства.

2. Телекоммуникационные кабели. Включают в себя волоконно-оптические и коаксиальные кабели, исполь-

зуемые для передачи данных. Рост спроса на эти кабели обусловлен развитием сетей связи и увеличением потребности в высокоскоростном интернете.

3. Кабели для возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Сегмент, связанный с подключением объектов солнечной и ветровой энергетики, набирает обороты благодаря государственной поддержке зеленой энергетики.

Ключевые игроки рынка

Российский рынок кабельной продукции характеризуется преобладанием отечественных производителей, доля которых составляет около 70–80%.

Импортная продукция занимает оставшуюся долю рынка (20–30%), при этом основными странами-поставщиками являются Китай и Беларусь.

Роль госзаказа и крупных инфраструктурных проектов

Государственные заказы и масштабные инфраструктурные проекты играют ключевую роль в развитии кабельной отрасли. Вложения в модернизацию энергетической инфраструктуры, такие как проекты по развитию электрических сетей Восточного полигона РЖД (БАМ и Транссиб) с бюджетом около 370 млрд рублей, существенно увеличивают спрос на кабельную продукцию.

Кроме того, реализация национальных проектов в области цифровой экономики стимулирует потребность в телекоммуникационных кабелях для расширения и обновления сетей связи.

Таким образом, российский рынок кабельной продукции в 2025 году характеризуется диверсифицированной структурой, доминированием отечественных производителей и значительным влиянием государственных инициатив на динамику развития отрасли.

Факторы влияния

В 2025 году российский рынок кабельной продукции испытывает влияние ряда ключевых факторов, определяющих его динамику и развитие.

1. Экономические условия

- **Инфляция.** Рост цен на сырьевые материалы, такие как медь и алюминий, приводит к увеличению себесто-



В 2025 году российский рынок кабельной продукции демонстрирует устойчивый рост

имости кабельной продукции. Это, в свою очередь, отражается на конечных ценах для потребителей и может сдерживать спрос.

- **Курс валют.** Колебания курса рубля влияют на стоимость импортных компонентов и оборудования. Ослабление национальной валюты делает импорт дороже, что стимулирует производителей искать локальные альтернативы или инвестировать в собственное производство.

- **Доступность кредитов.** Высокие процентные ставки и ужесточение кредитной политики могут ограничивать возможности компаний по финансированию новых проектов и модернизации производственных

мощностей. Это особенно актуально для малого и среднего бизнеса в отрасли.

2. Санкции и импортозамещение

- **Влияние на производство и поставки сырья.** Международные санкции ограничили доступ к некоторым видам сырья и технологического оборудования. В ответ на это российские компании активизировали программы импортозамещения, направленные на разработку и внедрение отечественных аналогов материалов и компонентов. Например, в кабельной промышленности наблюдается переход на использование местных полимерных материалов и разработку собственных решений для высоко-технологичных кабелей.

3. Государственное регулирование и стандарты

- **Технические регламенты и ГОСТы.** Государство устанавливает обязательные требования к качеству и безопасности кабельной продукции через технические регламенты и стандарты (ГОСТы). Соблюдение этих нормативов является обязательным для всех производителей и обеспечивает единые стандарты качества на рынке.

- **Меры поддержки отрасли.** В условиях санкционного давления и необходимости технологической независимости государство реализует программы поддержки отечественных производителей. Эти меры включают в себя субсидии на разработку новых технологий, налоговые льготы для предприятий, инвестирующих в модернизацию, а также программы льготного кредитования. Целью этих инициатив является стимулирование развития отечественного производства и снижение зависимости от импорта.

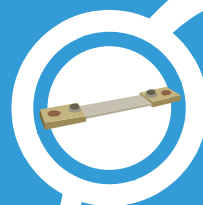
Таким образом, сочетание экономических факторов, внешнеполитических условий и государственного регулирования формирует текущие тенденции и перспективы развития российского рынка кабельной продукции в 2025 году.

 **Челэнергоприбор**

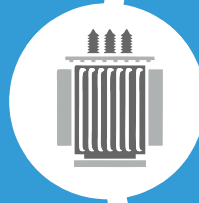
☎ +7 (351) 211-54-01 ✉ info@limi.ru 🌐 www.limi.ru



Измерение болтовых, сварных, контактных сопротивлений



Измерение сопротивлений обмоток трансформаторов мощностью до 1000 кВА



Диагностика обмоток мотор-генераторов гибридных автомобилей



МИКРОМИЛЛИОММЕТР
ИКС-1А «ЭНЕРГЕТИК»



Основные проблемы отрасли

В 2025 году российская кабельная промышленность сталкивается с рядом существенных проблем, среди которых выделяется дефицит сырья и компонентов.

Импортозависимость меди, алюминия и полимерных материалов

Основными материалами для производства кабельной продукции являются медь и алюминий. Несмотря на то, что Россия является крупным производителем этих металлов, значительная часть переработанного сырья и специализированных сплавов импортируется. Это связано с ограниченными мощностями по переработке и производству высококачественных материалов внутри страны. Кроме того, оборудование и технологии для переработки часто закупаются за рубежом, что усиливает зависимость от импорта. Полимерные материалы, используемые для изоляции и оболочек кабелей, также в значительной степени импортируются, особенно специализированные компаунды с особыми свойствами. Это делает отрасль уязвимой к внешнеэкономическим факторам и колебаниям валютных курсов.

Рост цен на сырье и его влияние на конечную стоимость продукции

Мировые цены на медь и алюминий формируются на Лондонской бирже металлов (LME) и подвержены значительным колебаниям. В последние годы наблюдается тенденция к росту цен на эти металлы, что напрямую влияет на себестоимость кабельной продукции. Например, в 2024 году средняя цена на медь достигала 9 000 долларов за тонну, а прогнозы на 2025 год указывают на возможное повышение до 11 000 долларов за тонну. Увеличение стоимости сырья приводит к росту цен на готовую продукцию, что может снижать конкурентоспособность российских производителей на внутреннем и внешнем рынках. Кроме того, удорожание сырья может привести к снижению маржинальности и финансовой устойчивости предприятий отрасли.

Для преодоления этих проблем необходимы комплексные меры, направленные на развитие внутреннего производства высококачественных материалов, модернизацию перераба-



тывающих мощностей и снижение зависимости от импорта. Это позволит обеспечить стабильность поставок сырья и компонентов, а также повысить конкурентоспособность российской кабельной продукции.

Кадровые вызовы

В 2025 году российская кабельная промышленность продолжает сталкиваться с острой нехваткой квалифицированных специалистов, включая инженеров, технологов и рабочих. Эта проблема обусловлена несколькими ключевыми факторами:

1. Демографические изменения

Сокращение численности трудоспособного населения, связанное с демографическим спадом 1990-х и начала 2000-х годов, приводит к уменьшению числа потенциальных работников, выходящих на рынок труда. Это создает дополнительное давление на предприятия, испытывающие трудности в привлечении молодых специалистов.

2. Низкая привлекательность производственных профессий

Многие молодые люди предпочитают карьеру в IT-секторе или других высокотехнологичных отраслях, считая их более престижными и финансово выгодными. Это приводит к оттоку потенциальных кадров из промышленности, включая кабельную отрасль.

3. Конкуренция на рынке труда

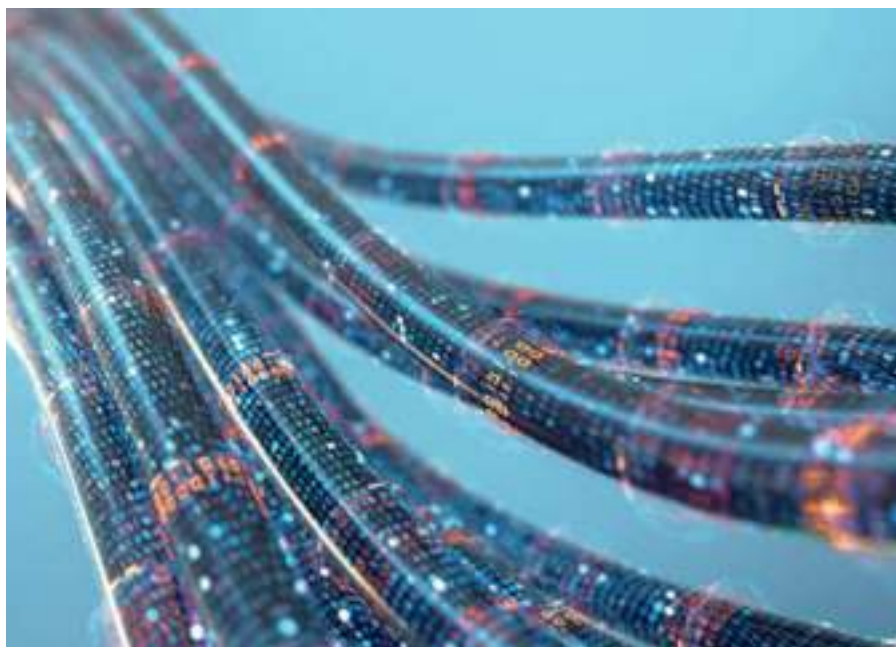
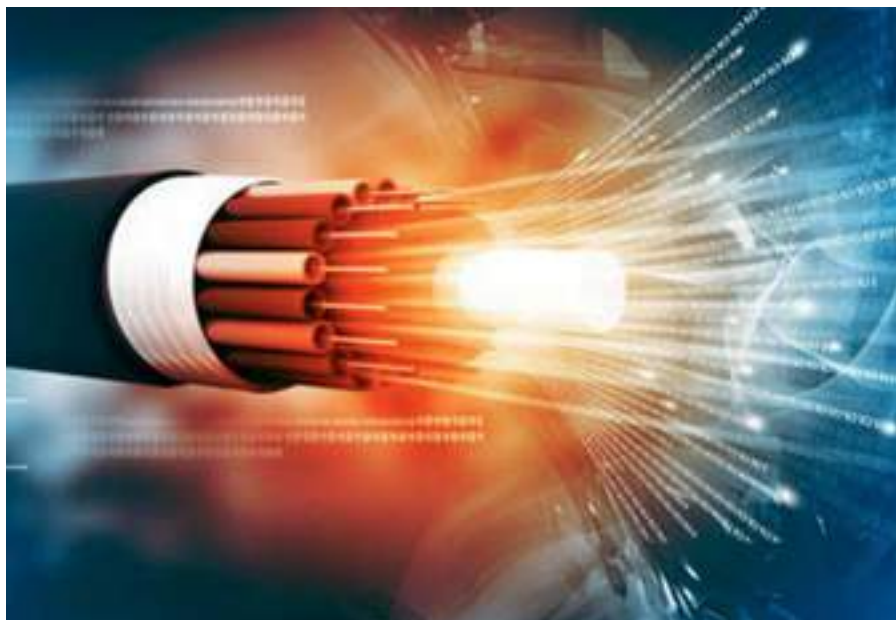
Высокий спрос на специалистов в различных секторах экономики усиливает конкуренцию за кадры. Компании вынуждены предлагать более привлекательные условия труда и компенсационные пакеты, чтобы удержать и привлечь сотрудников. Однако не все предприятия могут позволить себе значительное повышение заработной платы, что усложняет ситуацию.

Программы подготовки кадров и меры по решению проблемы

Для преодоления кадрового дефицита в кабельной промышленности предпринимаются следующие шаги:

1. Сотрудничество с образовательными учреждениями

Компании активно взаимодействуют с профильными вузами и колледжами, разрабатывая совместные образовательные программы, организуя стажировки и практики для студентов.



Это позволяет готовить специалистов, соответствующих требованиям отрасли, и привлекать молодых профессионалов на предприятия.

2. Внутреннее обучение и переподготовка

Многие предприятия создают собственные учебные центры для повышения квалификации существующих сотрудников и обучения новых работников. Это способствует быстрому восполнению нехватки кадров и адаптации сотрудников к специфике производства.

3. Улучшение условий труда и социальные льготы

Для привлечения и удержания специалистов компании предлагают конкурентоспособные зарплаты,

Решение проблемы кадрового дефицита требует комплексного подхода

расширенные социальные пакеты, возможности карьерного роста и профессионального развития. Некоторые предприятия предоставляют жилье или компенсируют расходы на проезд для иногородних сотрудников.

4. Популяризация отрасли

Проведение профориентационных мероприятий, участие в ярмарках вакансий и информационных кампаниях направлено на повышение престижности работы в кабельной промышленности. Это помогает изменить общественное восприятие отрасли и привлечь больше молодых специалистов.

Решение проблемы кадрового дефицита требует комплексного подхода, объединяющего усилия государства, образовательных учреждений и бизнеса. Только совместными действиями можно обеспечить кабельную промышленность необходимыми квалифицированными кадрами и способствовать ее устойчивому развитию.

Конкуренция и ценовая борьба

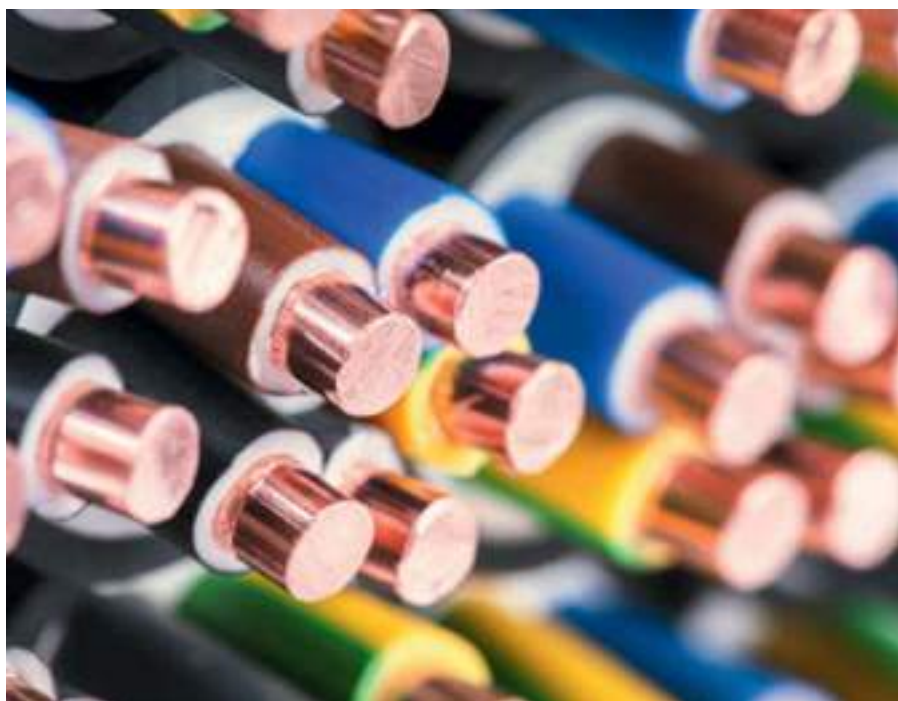
Конкуренция в кабельной отрасли растет. Ключевыми проблемами в этой сфере являются демпинг со стороны недобросовестных производителей и рост объемов контрафактной и некачественной продукции.

Демпинг со стороны недобросовестных производителей

Демпинг, или продажа продукции по ценам ниже себестоимости, остается острой проблемой для отечественных производителей кабеля. Особенно это касается импорта из азиатских стран, где низкие производственные издержки позволяют предлагать продукцию по ценам, с которыми российским компаниям сложно конкурировать. В результате на внутреннем рынке наблюдается перенасыщение дешевой продукцией, что приводит к снижению прибыли отечественных производителей и тормозит развитие отрасли.

Рост контрафактной и некачественной продукции

Контрафактная и фальсифицированная кабельная продукция представляет серьезную угрозу как для экономики, так и для безопасности



REM[®] ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ БЛОКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИТАНИЯ REM-МС

ПРИМЕНЕНИЕ PDU С КОНТРОЛЛЕРОМ REM-МС:

удалённое управление
розетками

контроль микроклимата
в шкафах

мониторинг
показателей
электропитания

поддержка
современных протоколов
безопасности

интеграция с системами
верхнего уровня

мониторинг
прочих устройств
и датчиков

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
PDU 19" REM-МС

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
PDU REM-МС

ОТДЕЛЬНЫЕ
КОНТРОЛЛЕРЫ
REM-МС



PDU REM-МС РАЗРАБОТАНЫ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ,
УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ, МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ
И КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
ШКАФАХ, СЕРВЕРНЫХ КОМНАТАХ И ЦОД

ИНТЕРФЕЙСЫ:

ETHERNET 10/100BASE-TX, USB TYPE-C, ДО 12 ДИСКРЕТНЫХ И ДО 4 АНАЛОГОВЫХ ВХОДОВ, 1-WIRE, RS-485, RS-232, ВСТРОЕННОЕ СИГНАЛЬНОЕ РЕЛЕ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СИРЕН

ПОДДЕРЖКА ПРОТОКОЛОВ:

SNMP V1/V2C/V3, HTTP/HTTPS, TLS, SSH, TFTP, MODBUS TCP, NTP, SMTP, DHCP, SYSLOG, RADIUS, ВИРТУАЛЬНЫЙ COM-ПОРТ, ДРАЙВЕРЫ ОБОРУДОВАНИЯ RS-485/USB

ИНТЕГРАЦИЯ С СИСТЕМАМИ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ:

CITECT, ZABBIX, CODESYS, MASTERSCAD

www.cmo.ru

REMER
производственная группа



потребителей. По данным исследований, кабельная продукция занимает второе место по количеству подделок в стране, уступая лишь табачным изделиям.

Некачественные кабели могут приводить к авариям, пожарам и выходу из строя оборудования. Основными причинами распространения контрафакта являются слабый контроль за производством и оборотом продукции, а также стремление потребителей сэкономить, выбирая более дешевые, но небезопасные варианты.

Меры по противодействию демпингу и контрафакту

Для борьбы с демпингом и распространением некачественной продукции предпринимаются следующие шаги:

1. Введение обязательной сертификации и маркировки. С 20 мая 2024 года по 28 февраля 2025 года в России проводился эксперимент по маркировке кабельно-проводниковой продукции. Эта мера направлена на усиление контроля за качеством и подлинностью товаров на рынке.

2. Ужесточение государственного контроля. Возвращение полномочий контролирующим органам, таким как Росстандарт, для проведения проверок и мониторинга качества продукции на рынке. Это позволит оперативно выявлять и изымать из оборота контрафактные и некачественные товары.

3. Повышение ответственности производителей и продавцов. Введение строгих санкций за производство и реализацию контрафактной продукции, включая крупные штрафы и уголовную ответственность. Это создаст дополнительные стимулы для соблюдения стандартов качества.

4. Информационные кампании для потребителей. Просвещение покупателей о рисках, связанных с приобретением дешевой и несертифицированной кабельной продукции, а также о способах проверки подлинности товаров. Информированный потребитель сможет сделать осознанный выбор в пользу качественной и безопасной продукции.

Логистические сложности

В 2025 году российская кабельная промышленность сталкивается с серьезными логистическими труд-

В 2025 году российская кабельная промышленность

активно продвигает политику импортозамещения

ностями, обусловленными перестройкой цепочек поставок и удорожанием транспортных услуг.

Перестроение цепочек поставок и проблемы с импортной техникой и оборудованием

Изменения во внешнеэкономической среде и введение международных санкций привели к необходимости пересмотра и адаптации существующих логистических маршрутов. Многие традиционные поставщики и партнеры стали недоступны, что вынудило компании искать альтернативные пути для обеспечения производства необходимыми материалами и оборудованием.

Кроме того, прекращение деятельности ряда иностранных поставщиков, особенно из Китая, на российском рынке создало дефицит специализированного оборудования и техники, необходимых для производства кабельной продукции. Это обстоятельство вынуждает предприятия инвестировать в разработку отечественных аналогов или искать новые зарубежные партнерства, что требует дополнительных временных и финансовых затрат.

Удорожание транспортных услуг

Рост стоимости транспортных услуг оказывает значительное влияние на себестоимость кабельной продукции.

Согласно прогнозам, в 2025 году тарифы на автомобильные грузоперевозки в России могут увеличиться на 20%. Основными причинами этого являются рост затрат на приобретение техники, повышение заработной платы персонала и увеличение лизинговых платежей.

Дополнительным фактором является повышение акцизов на дизельное топливо на 16% в 2025 году, что напрямую влияет на транспортные расходы.

Увеличение цен на топливо ведет к росту операционных затрат транспортных компаний, что, в свою очередь, отражается на стоимости их услуг для промышленных предприятий.

В совокупности эти логистические сложности приводят к увеличению себестоимости кабельной продукции, что может отразиться на конечных потребителях и конкурентоспособности российских производителей на внутреннем и внешнем рынках.

Импортозамещение и развитие отечественного производства

В 2025 году российская кабельная промышленность активно продвигает политику импортоза-



Решения проверенные временем
Российское производство, импортозамещение

«RedGen»
климатическая, серверная, телефонная, электротехническая аппаратура и шкафы IP20...IP65.
Климатические шкафы не охлаждающие серии АБС304 в качестве промежуточных. Ультразвуковые с температурой до 1.34-80°C IP65, IP67.
Промышленные шкафы 3U-3000W.
Шкафы комплектуются для резервного питания и системы UPS. Исполнение UK/UL, ГОСТ, IS150-00.



«Exalnet»
российские СКС по 25-лет гарантии. Медные компоненты: кабели, патч-панели, розетки. Оптические шнуры, патч-панели, токопроводящие, экранов, оптических разъемов, ST, SC, LC, FC, MU, E2000, MTJ, PRO-MTJ, шнуры. Промышленные кабельные сборки, готовые сборки, компоненты в готовом решении.



«Норд»
Российские кондиционеры для климатической аппаратуры и промышленные линии - полная линейка Rittal. Модели кондиционеров мощностью 0.5-4000W.
Настенные, напольные, потолочные, для помещений. Кондиционеры для пищевой промышленности в корпусе из нержавеющей стали AISI304.

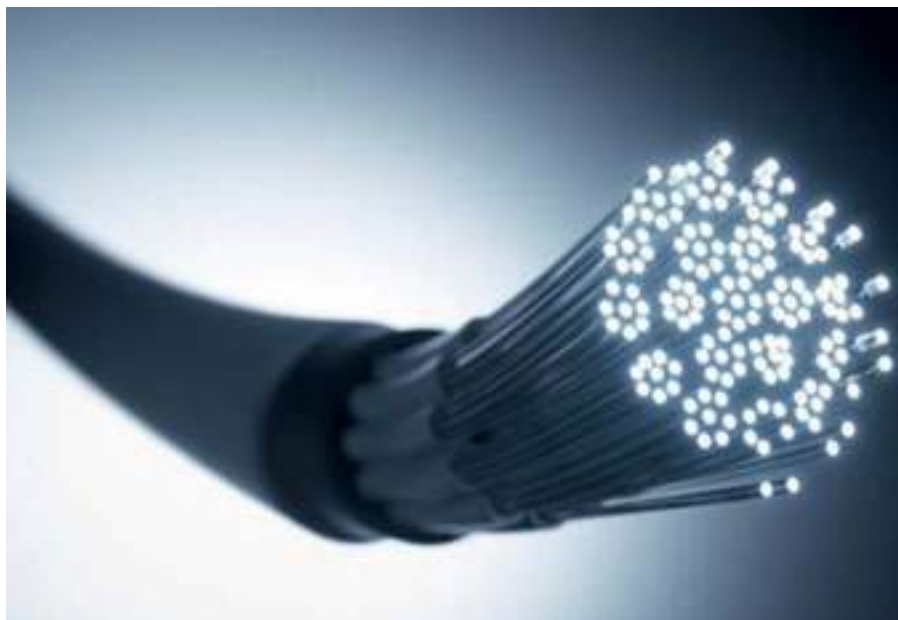


«Экватор»
российские лотки для кабельных систем. Проволочные кабельные лотки. Перфорированные кабельные лотки. Перфорированные лотки (ролл-лотки). Конструктивные элементы: СТРАТЫ и профили. Лотки для экранированной холодной стальной стальной DS/GC, лотки могут быть окрашены в любой цвет из палитры RAL.
Лотки для нержавеющей стали AISI304.
<https://www.exalnet.ru>





www.sonet.ru



мещения и развития отечественного производства, что выражается в запуске новых производственных мощностей и внедрении технологических инноваций.

Запуск новых производств

В ответ на внешнеэкономические вызовы и необходимость снижения зависимости от импортных материалов, российские предприятия расширяют свои производственные возможности. Так, в 2024 году московские кабельные заводы со статусом промышленного комплекса изготовили более 80 тысяч километров продукции. Компания «Спецкабель» запустила три новые производственные линии и машину среднего волочения, что позволило увеличить численность персонала почти на 20 %. Группа компаний «Москабельмет» нарастила объем производства кабельной продукции почти на 10 %, достигнув около 40 тысяч километров изделий. Эти достижения стали возможными благодаря поддержке города, включая налоговые льготы и программы льготного инвестирования.

Технологическое развитие и инновации

Технологическое обновление является ключевым направлением развития отрасли. Компании инвестируют в современные технологии и оборудование для повышения качества и конкурентоспособности продукции. Например, «Спецкабель» в 2024 году расширил парк специализированного оборудования, что позволило наладить работу новых производственных линий и увеличить объемы выпускаемой продукции.

Рост спроса на кабели для цифровой экономики

В 2025 году российский рынок кабельной продукции переживает значительный рост спроса, обусловленный развитием цифровой экономики. Особое внимание уделяется оптоволоконным и специализированным кабелям, необходимым для центров обработки данных (ЦОД), сетей 5G и Интернета вещей (IoT).

Рост спроса на оптоволоконные и специализированные кабели

1. *Центры обработки данных (ЦОД).* Увеличение объема данных и потребность в их быстрой обработке стимулируют строительство новых ЦОД.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ **AktiVar AKV200**



Тип корпуса 2
СКАЛЯРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
(17,5 — 22 кВт)



Тип корпуса 3
СКАЛЯРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
(30 — 75 кВт)



Тип корпуса 4
СКАЛЯРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
(90 — 400 кВт)



- ПРОСТОТА МОНТАЖА И ПОДКЛЮЧЕНИЯ
- АДАПТИРОВАНЫ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
- ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ
- ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ IP ДО IP54
- ГИБКИЙ РЕЖИМ НАСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ
- НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ
- ПЛАТЫ ПОКРЫТЫ ЗАЩИТНЫМ КОМПАУНДОМ

www.ak-el.ru

inf@ak-el.ru

+7 (495) 128-02-54, +7 (495) 781-59-53

108820, город Москва, п. завода Мосрентген, ул. Героя России Соломатина, двлд. 6, к. 10



На правах рекламы

Эксперты прогнозируют рост спроса на услуги ЦОД на 20–25% к 2026 году по сравнению с 2023 годом, что приводит к дефициту свободных мест и росту цен на услуги. Это, в свою очередь, повышает потребность в высокоскоростных оптоволоконных кабелях для обеспечения надежной и быстрой передачи данных внутри и между дата-центрами.

2. *Сети 5G.* Развертывание сетей пятого поколения требует использования специализированных кабелей, способных поддерживать высокие скорости передачи данных и низкие задержки. В период с 2025 по 2027 годы планируется инве-

стировать около 16,84 млрд рублей в разработку отечественных базовых станций связи стандарта 5G. Эти инвестиции направлены на создание и производство необходимого оборудования, что, в свою очередь, увеличивает спрос на соответствующие кабельные решения.

3. *Интернет вещей (IoT).* Расширение применения IoT-устройств в различных отраслях, включая промышленность, транспорт и бытовой сектор, требует надежной и быстрой передачи данных. Это способствует росту спроса на специализированные кабели, обеспечивающие подключение множества устройств и сенсоров в единую сеть.

Технологические инновации и локализация производства

В ответ на растущий спрос российские компании инвестируют в разработку и производство современных кабельных решений. Особое внимание уделяется локализации производства оборудования и компонентов для сетей 5G и IoT. Например, в 2024 году были завершены работы по созданию первой российской системы эксплуатационной поддержки (OSS) для частных сетей LTE и 5G, соответствующей международным стандартам. Это достижение способствует снижению зависимости от импорта и укреплению технологического суверенитета страны.

Таким образом, развитие цифровой экономики в России в 2025 году приводит к увеличению спроса на оптоволоконные и специализированные кабели. Инвестиции в инфраструктуру ЦОД, развертывание сетей 5G и расширение применения IoT стимулируют отечественных производителей к внедрению инноваций и локализации производства, что способствует укреплению позиций России на мировом рынке высокотехнологичной продукции.

Экологические тренды

Российская кабельная промышленность активно внедряет экологические практики, направленные на энергосбережение, утилизацию отходов и использование вторичного сырья.

Энергосбережение и утилизация отходов

Предприятия отрасли стремятся повысить эффективность производственных процессов, что способствует снижению энергопотребления и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Например, компания «АЗИЯ ДРИЛЛИНГ» в 2024 году построила 164 скважины с сокращением сроков бурения, что позволило снизить выбросы углекислого газа на 2–29% на каждую скважину. Это достижение стало возможным благодаря внедрению автоматизации и цифровизации в производственные процессы.

Кроме того, предприятия внедряют системы онлайн-мониторинга, позволяющие удаленно контролировать эксплуатацию оборудования и предотвращать аварийные ситуации, что способствует снижению экологических рисков. Так, компания «ПИТЦ «Геофизика» реализовала проект по онлайн-мониторингу действующих скважин с использо-



Российская кабельная промышленность активно инвестирует в модернизацию производства

ванием оптоволоконного кабеля, что повышает безопасность и экологичность производства.

Использование вторичного сырья

В рамках перехода к циркулярной экономике предприятия кабельной промышленности активно внедряют практики переработки и повторного использования материалов. Это включает извлечение полезных компонентов из отходов и их повторное применение в производстве. Например, заводское восстановительное производство позволяет возвращать изделия в исходное состояние с точки зрения качества и производительности, что снижает потребность в первичных ресурсах.

Кроме того, использование переработанных материалов, таких как алюминий и медь, способствует снижению экологической нагрузки. Однако важно учитывать, что некоторые материалы, например, поливинилхлорид (ПВХ), оказывают значительное воздействие на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла. Поэтому предприятия стремятся минимизировать использование таких материалов или заменять их более экологичными альтернативами.

В целом российская кабельная промышленность в 2025 году направлена на интеграцию экологически ответственных практик, что способствует устойчивому развитию отрасли и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Инвестиции в производство и НИОКР

Российская кабельная промышленность активно инвестирует в модернизацию производства и научно-исследовательские разработки (НИОКР), что способствует повышению конкурентоспособности и технологической независимости отрасли.

Государственные и частные проекты модернизации

С целью стимулирования технологического развития и импортозамещения государство и частные компа-

нии реализуют совместные проекты по модернизации производственных мощностей. Например, в 2025 году компания НЭТЕР планирует завершить строительство нового завода полного цикла по производству литий-ионных аккумуляторов в индустриальном парке «Лаишево». Этот проект направлен на создание высокотехнологичного производства, способного удовлетворить растущий спрос на энергоэффективные решения в различных отраслях, включая кабельную промышленность.

Кроме того, в рамках государственной программы модернизации жилищно-коммунального хозяйства до 2030 года предусмотрено финансирование на уровне 4,5 трлн рублей, включая участие частных инвесторов. Эта программа направлена на обновление инфраструктуры, что создает дополнительные возможности для производителей кабельной продукции, участвующих в реализации крупных инфраструктурных проектов.

Роботизация, автоматизация и «умные» заводы

Внедрение роботизации и автоматизации становится ключевым направлением развития кабельной

промышленности. Министерство промышленности и торговли России разработало новый формат специального инвестиционного контракта (СПИК 3.0), ориентированный на поддержку проектов по роботизации промышленного производства. С 2025 года этот механизм господдержки будет способствовать как строительству новых роботизированных заводов, так и реинжинирингу существующих производственных процессов.

Несмотря на то, что показатели промышленной роботизации в России пока отстают от мировых стандартов, ожидается значительный рост в ближайшие годы. Согласно указу Президента РФ о национальных целях развития, к 2030 году Россия должна войти в топ-25 стран по плотности роботизации, достигнув общего объема задействованных роботов в 94 тыс. единиц. Это означает, что предприятия кабельной промышленности будут активно внедрять автоматизированные решения, повышая эффективность и качество производства.

Таким образом, сочетание государственных инициатив и частных инвестиций в модернизацию, роботизацию и НИОКР способствует динамичному развитию российской кабельной промышленности, укрепляя ее позиции на внутреннем и международном рынках.

Перспективы и прогноз на 2025–2030 годы

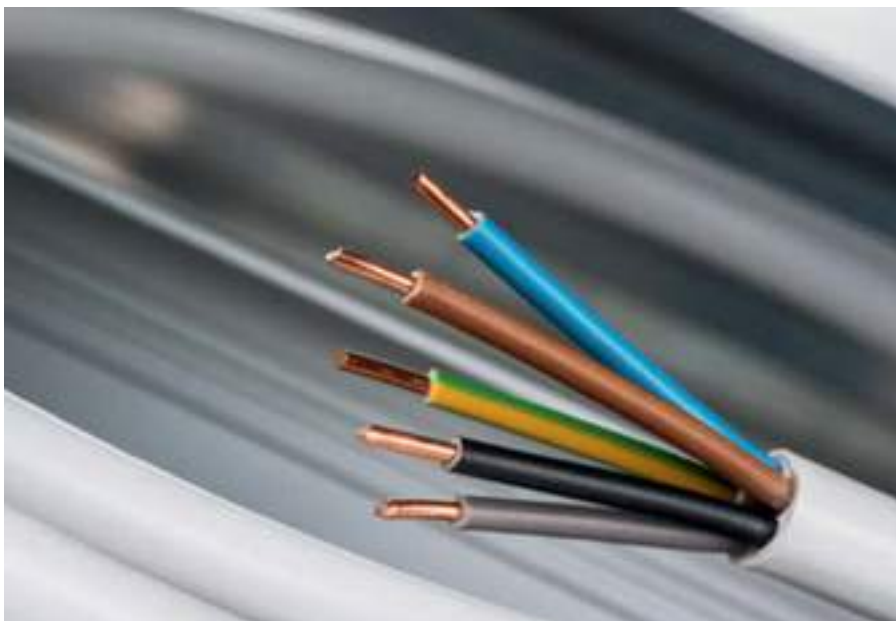
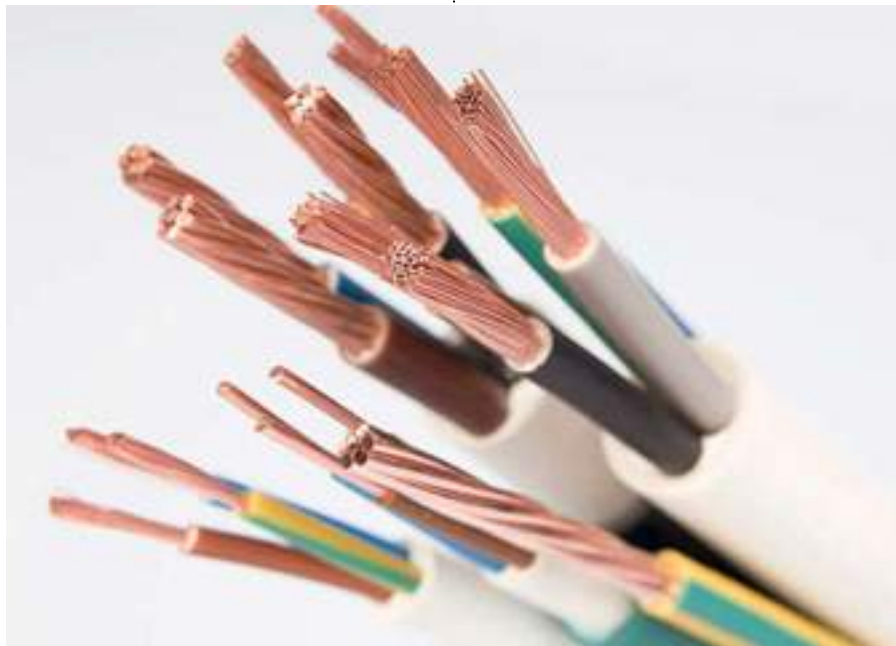
В период с 2025 по 2030 год российская кабельная промышленность ожидает значительных изменений, обусловленных государственной поддержкой, технологическими ин-

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, Вензевское 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»



новациями и расширением экспортных возможностей.

Государственная поддержка и возможные меры стимулирования отрасли

В 2024 году Министерство энергетики России утвердило Схему и программу развития электроэнергетических систем на 2025–2030 годы, учитывающую более 1400 инвестиционных проектов с суммарным электропотреблением свыше 86 млрд кВт·ч. Это свидетельствует о масштабных планах по модернизации энергетической инфраструктуры, что напрямую влияет на спрос на кабельную продукцию.

Кроме того, обновленная Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности России до 2030 года синхронизирована с национальными проектами и государственными программами, что обеспечивает комплексный подход к технологическому развитию и поддержке инноваций в кабельной отрасли.

Развитие экспорта и поиск новых рынков сбыта

С целью диверсификации экспортных поставок российские производители кабельной продукции ориентируются на рынки стран Азии, Африки и Латинской Америки. Особое внимание уделяется государствам, реализующим масштабные инфраструктурные проекты, где востребована качественная кабельная продукция.

Технологическое развитие: новые материалы и инновационные решения

Технологическое развитие кабельной промышленности направлено на внедрение новых материалов и инновационных решений. В перспективе ожидается использование сверхпроводников и усовершенствованных кабелей для агрессивных сред, что повысит эффективность передачи электроэнергии и расширит область применения кабельной продукции.

Кроме того, развитие цифровой экономики стимулирует спрос на оптоволоконные и специализированные кабели для центров обработки данных, сетей 5G и Интернета вещей (IoT). Это требует от производителей внедрения передовых технологий и расширения ассортимента продукции.

Завод электромонтажных изделий

ЕКА®www.ekagroup.rueka@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 (846) 266-1122
Омск +7 (962) 036-6951
Пермь +7 (342) 234-5929

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



Прогноз объема рынка и основных направлений роста

По прогнозам, объем российского рынка кабельно-проводниковой продукции в денежном выражении вырастет с 822 млрд рублей в 2021 году до более чем 1 трлн рублей в 2027 году, что соответствует среднегодовому темпу роста (CAGR) более 5%.

Основными драйверами роста станут:

- **Инфраструктурные проекты.** Модернизация энергетической и транспортной инфраструктуры потребует значительных объемов кабельной продукции.
- **Цифровизация.** Развитие сетей связи нового поколения и IoT увеличит спрос на высокотехнологичные кабели.
- **Импортозамещение.** Снижение зависимости от импортных материалов и компонентов стимулирует развитие отечественного производства.

В целом российская кабельная промышленность в период до 2030 года обладает значительным потенциалом для роста, опираясь на государственную поддержку, технологические инновации и расширение присутствия на международных рынках.

Заключение

Российский кабельный рынок в 2025 году находится на этапе динамичного развития, характеризующегося активной государственной поддержкой, технологическими инновациями и расширением экспортных горизонтов. Основными вызовами, требующими решения, остаются необходимость дальнейшего импортозамещения, адаптация к меняющимся внешнеэкономическим условиям и обеспечение кадровыми ресурсами.

В оптимистичном сценарии развития отрасли предполагается успешная реализация государственных программ модернизации, активное внедрение инноваций и укрепление позиций на международных рынках, что приведет к значительному росту объемов производства и экспорта. Консервативный сценарий учитывает возможные внешние ограничения и экономические риски, что может замедлить темпы роста, однако при сохранении текущих мер поддержки и адаптации к новым условиям отрасль сможет обеспечить стабильное функционирование и постепенное развитие.





РОССИЙСКОЕ СЕТЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Коммутаторы Ethernet • Маршрутизаторы • Роутеры 3G/LTE

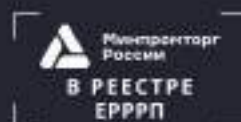


ОТРАСЛИ

- ▶ Электроэнергетика
- ▶ Нефтегазовая отрасль
- ▶ Промышленность
- ▶ Городская и транспортная инфраструктура

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ▶ Электромагнитная совместимость
- ▶ Модульная архитектура
- ▶ Пассивное охлаждение
- ▶ Рабочая температура от -40 до +70 °C

**10G****МЭК 61850**
поддержка**IEEE 1588 PTPv2**
аппаратная поддержкаwww.toraz.ru

Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы

Тема сегодняшнего круглого стола – «Рынок кабеля в России в 2025 году: проблемы, тренды, перспективы». Мы задали нашим экспертам традиционные вопросы о том, что сегодня происходит на рынке кабеля в нашей стране и как он развивается.

На наши вопросы отвечали:

Виталий Траулько, специалист по техническому маркетингу ООО «ДС-Инжиниринг»

Антон Харитонов, руководитель отдела маркетинга Кабельного завода «Паритет»

Игорь Ким, R&D Manager Russia / директор департамента разработок и инноваций Prysmian



Виталий Траулько,
специалист по техническому маркетингу
ООО «ДС-Инжиниринг»



Антон Харитонов,
руководитель отдела маркетинга
Кабельного завода «Паритет»



Игорь Ким,
R&D Manager Russia / директор департамента
разработок и инноваций Prysmian

– Какие основные изменения на российском рынке кабельной продукции вы ожидаете в 2025 году?

Антон Харитонов: С прекращением льготной ипотеки мы ожидаем снижения темпов роста и даже отрицательную динамику по наиболее массовым направлениям. И в целом, по прогнозам экономистов, отечественное производство может прийти к стагнации, поэтому для нашей компании важно как можно больше диверсифицировать свое производство и производить уникальные решения. Мы видим свою нишу в узких сегментах кабелей для автоматизации со специализированными требованиями заказчиков

Игорь Ким: Ожидаются достижения в сегментах высокого напряжения, где российские производители смогут полностью заместить импорт кабелей 110 кВ, соответственно появятся новые требования к уровню локализации высоковольтного оборудования. Мы также прогнозируем увеличение доли цифровых решений в производственных процессах и управлении качеством продукции.

– Какие новые технологии и материалы внедряются в производстве кабеля и как это изменит рынок в ближайшем будущем?

Виталий Траулько: Вместо традиционных материалов, таких как ПВХ и полиэтилен для изоляции и оболочки кабелей, все чаще применяются композиты на основе нано-материалов и полимеров с улучшенными свойствами. Новые материалы увеличивают прочность, гибкость, устойчивость к температурам, огнестойкость и долговечность кабелей.

Это значительно снижает затраты на прокладку и последующую эксплуатацию кабеля.

Антон Харитонов: Существенных изменений в технологиях мы не наблюдаем, но предполагаем, что все больше систем будет переходить на IP-протокол, а значит LAN-кабели будут все более востребованы.

Игорь Ким: Разработаны новые виды алюминиевых сплавов с улучшенными характеристиками. Внедрение таких решений позволит предложить рынку более дешевые аналоги

силовых кабелей, востребованных в строительной отрасли.

– Как изменились требования клиентов к кабельной продукции, особенно в сферах энергетики, строительства и телекоммуникаций?

Виталий Траулько: Сетевые компании и заказчики, эксплуатирующие распределительные и магистральные сети, обращают внимание на конструктивную надежность кабельной продукции.

Это связано с ростом сложности инфраструктуры, увеличением нагрузок на сети и стремлением к снижению эксплуатационных затрат.

Кабели чаще стали прокладывать под землей, в воде и в климатических зонах с экстремальными температурами. В этих случаях клиенты просят кабель с повышенной устойчивостью к механическим повреждениям, влаге и коррозии. С учетом нехватки энергетических мощностей на Дальнем Востоке эта тенденция будет только усиливаться.

Повторю, что для эксплуатации важнейшим параметром становится

снижение отказов и уменьшение количества ремонтов, а также электробезопасность изделий.

Антон Харитонов: Сетевые компании и заказчики, эксплуатирующие распределительные и магистральные сети, обращают внимание на конструктивную надежность кабельной продукции.

Это связано с ростом сложности инфраструктуры, увеличением нагрузок на сети и стремлением к снижению эксплуатационных затрат.

Кабели чаще стали прокладывать под землей, в воде и в климатических зонах с экстремальными температурами. В этих случаях клиенты просят кабель с повышенной устойчивостью к механическим повреждениям, влаге и коррозии. С учетом нехватки энергетических мощностей на Дальнем Востоке, эта тенденция будет только усиливаться.

Повторю, что для эксплуатации важнейшим параметром становится снижение отказов и уменьшение количества ремонтов, а также электробезопасность изделий.

Игорь Ким: Требования существенно выросли в части комплексной безопасности, экологичности и энергоэффективности. Клиенты все чаще выбирают решения с низким дымовыделением, нераспространением горения. Особенно это актуально для объектов социальной инфраструктуры, промышленных предприятий и телеком-операторов.

– Какие сегменты кабельной промышленности сейчас показывают наибольший рост? Ожидаете ли вы продолжения этого тренда в 2025 году?

Антон Харитонов: В 2024 году была активизация огнестойкого кабеля для пожарных систем и продолжение роста LAN-кабеля и кабеля для автоматизации. Если по огнестойкому кабелю, чьим драйвером была стройка, у нас пессимистичные настроения, то вот LAN-кабель должен продолжать положительную динамику. Кабель для автоматизации тоже должен развиваться в положительном ключе. Оба этих направления растут как благодаря росту потребности, так и из-за переориентации с импортного кабеля. В текущих условиях все больше актуальности набирает наличие изделия в реестре Минпромторга.

Игорь Ким: Наиболее динамично будут развиваться сегменты специальных кабелей для промышленности в связи с внедрением локальными производителями аналогов кабелей иностранного производства. Также наблюдается рост спроса на силовые

кабели для строительства крупных промышленных объектов и жилой недвижимости. Этот тренд будет сохраняться до 2025 года благодаря государственным программам развития инфраструктуры.

– Как вы оцениваете сегодня уровень конкуренции между российскими и иностранными производителями кабеля?

Антон Харитонов: Импортным решениям сейчас остается все меньше шансов на реализацию – преференции в закупках, долгое время доставки, сложности с платежами – все это работает на благо отечественных производителей.

Игорь Ким: Российские производители значительно усилили свои позиции благодаря успешному импортозамещению, освоению новых технологий и повышению качества продукции. Однако в сегментах высокого и сверхвысокого напряжения остается потребность в совершенствовании локального производства материалов.

– Как влияют на рынок экологические требования и стандарты? Есть ли спрос на экологически устойчивую продукцию?

Виталий Траулько: В России действуют технические регламенты Таможенного союза (ТР ТС), которые устанавливают требования к безопасности продукции, включая кабели.

Российские стандарты частично учитывают международные нормы, такие как RoHS (ограничение использования опасных веществ), но их применение не является обязательным для всех производителей. Несмотря на это, ряд российских производителей кабельной продукции уже начинают внедрять экологически чистые безгалогеновые материалы (LSZH) для изоляции. С уверенностью можно сказать, что компании, которые не смогут адаптироваться к экологическим требованиям, рискуют потерять долю российского рынка.

Антон Харитонов: По части экологии ключевую роль сыграл ТР ЕАЭС 037 от 2016 года, который запрещает применять опасные вещества в изделиях электротехники. В плане кабеля это преимущественно относится к отсутствию свинца в пластикатах. С момента введения регламента наша компания провела большую работу с поставщиками и добилась от них производства всей линейки материалов без вредных примесей.

Игорь Ким: На международном рынке экологические стандарты становятся одним из ключевых факто-

ров выбора продукции. Спрос на экологически устойчивую продукцию постоянно растет, особенно среди крупных корпоративных клиентов и государственных заказчиков. Многие компании начинают внедрять программы по снижению углеродного следа, использованию вторичных материалов и минимизации отходов производства. Это создает дополнительные возможности для лидеров отрасли, инвестирующих в «зеленые» технологии.

– Какие ключевые вызовы стоят перед российскими производителями кабеля в 2025 году?

Виталий Траулько: Несмотря на значительные успехи в импортозамещении, российские производители кабеля продолжают зависеть от импортного сырья, оборудования и технологий. Санкции ограничивают доступ к критически важным компонентам, таким как высококачественные полимерные компаунды, поэтому российским производителям необходимо разрабатывать или находить отечественные аналоги таких материалов. Такие инновации требуют значительных инвестиций, однако доступ к недорогим заемным средствам сегодня ограничен.

Российские производители будут еще жестче сталкиваться с конкуренцией со стороны китайских, турецких, индийских и других азиатских компаний, которые предлагают продукцию по более низким ценам. Это особенно актуально для массовых сегментов рынка кабеля.

Игорь Ким: Основными вызовами остаются:

- Полная локализация производства материалов для высоковольтных кабелей
- Повышение технологической базы производственных мощностей
- Развитие кадрового потенциала, включая подготовку специалистов нового поколения
- Совершенствование систем управления качеством в соответствии с международными стандартами
- Активное внедрение цифровых технологий в производственные процессы

– Что, по вашему мнению, необходимо сделать для стимулирования инноваций и привлечения инвестиций в кабельную промышленность в России?

Виталий Траулько: Новые изделия требуют инвестиционных затрат, вложений, от разработки изделий до покупки нового оборудования. Но

при этом конечный заказчик, эксплуатирующая организация, при очевидных эффектах применения инновационной продукции в большинстве случаев не готов сразу внедрять эту разработку.

Заказчику требуется в ходе опытно-промышленной эксплуатации подтвердить экономический эффект от внедрения, а это может быть долго. При этом необходимо проходить длительные процедуры аккредитации и сертификации новых изделий, которые очень затратны и при этом на качество изделий не влияют. Важно найти компромисс между раз-

работчиком и конечным потребителем, чтобы сократить путь от разработки до внедрения.

Антон Харитонов: С уходом части импортных брендов кабельная промышленность уже сама ощутила необходимость в инвестициях — многие заводы уже расширили свои мощности (как «Паритет») либо планируют это сделать в ближайшем будущем. Часть заводов уже отчиталась о приобретении или модернизации оборудования.

Игорь Ким: Для успешного развития отрасли необходимо создание комплексных государственных

программ поддержки, включающих в себя:

- Финансирование фундаментальных исследований в области новых материалов
- Субсидирование модернизации производственных мощностей
- Поддержку научно-исследовательской деятельности вузов и научных центров
- Создание специальных экономических зон для высокотехнологичных производств
- Развитие системы профессионального образования в сфере кабельной индустрии

7–10 октября 2025

XIV Петербургский международный ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

ОРГАНИЗАТОР



GAS-FORUM.RU



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



MEKO

Идеи
в металле

WWW.MEKO21.ru

+7 8352 60 61 55



EAC

Сертификат
о соответствии
ГОСТ Р ИСО 9001-2015Информторг
Россия

ПРОИЗВОДИМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОРПУСА

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

- ✓ Напольные шкафы
- ✓ Навесные шкафы
- ✓ Термощкафы
- ✓ Батарейные шкафы
- ✓ Шкафы с выдвижными блоками
- ✓ Батарейные модули
- ✓ Телекоммуникационные шкафы
- ✓ Индивидуальные разработки

Приглашаем!

1 - 4 апреля 2025

**ЭЛЕКТРО-2025**

33-я международная выставка
«Электрооборудование. Светотехника.
Автоматизация зданий и сооружений»

Экспоцентр, Павильон 2,
зал 3, стенд 23F30-38

Российские решения для электротехнической отрасли: инновации и преимущества продукции НПО «АвалонЭлектроТех»

Научно-производственное объединение «АвалонЭлектроТех» — российская компания с 20-летним опытом в сфере электротехники и промышленной автоматизации, входящая в структуру инвестиционного холдинга «Авалон Групп» со 100% российским капиталом. Компания успешно конкурирует на рынках РФ и ЕАЭС, предлагая широкий ассортимент электротехнической продукции.

Ключевым производственным активом компании является Ступинский электротехнический завод (ООО «СТЭЗ»), где выпускаются разнообразные клеммы и другие электротехнические изделия. Продукция СТЭЗ соответствует строгим требованиям ГОСТ и международных стандартов, что обеспечивает ее востребованность в различных отраслях — от энергетики и промышленности до строительства и инфраструктурных проектов.

Технологический суверенитет и импортозамещение

Локализация производства на Ступинском электротехническом заводе стала важным фактором укрепления технологического суверенитета России в электротехнической отрасли. По словам коммерческого директора НПО «Авалон-ЭлектроТех» Дениса Тойвонена, компания не только не покинула рынок в сложный период, но и существенно нарастила объемы и ассортимент выпускаемой продукции.

«В самый острый, сложный период мы никуда не уходили с рынка, а только наращивали объемы и ассортимент. У нас появился целый пул заказчиков, которые, столкнувшись с проблемами из-за ухода западных производителей, обратились к нам и получили требуемую продукцию,

иногда с более высоким качеством», — отмечает Денис Тойвонен.

Политика импортозамещения в электротехническом секторе стала не просто вынужденной мерой, а стратегическим направлением развития отечественной промышленности. НПО «АвалонЭлектроТех» активно участвует в этом процессе, предлагая российским потребителям качественные аналоги зарубежной продукции, адаптированные к специфическим требованиям российского рынка.

Инновационные решения: измерительные клеммы КНИВ

Одной из последних разработок компании стали измерительные клеммы серий КНИВ 6-2 (-Т) / КНИВП 6-2 (-Т), предназначенные для безопасного и удобного измерения параметров электрических цепей. Эти клеммы выпускаются в различных модификациях: с ползунковым размыкателем (модель КНИВП) и без него (модель КНИВ), с измерительными втулками (-Т) и без них.

Уникальность новых клемм заключается в комбинации следующих характеристик:

- Высокая термостойкость (диапазон рабочих температур от -60 до $+130$ °C)
- Универсальность (возможность работы с проводниками сечением от $0,5$ до 10 мм²)

- Удобство монтажа и эксплуатации
- Соответствие российским и международным стандартам ГОСТ и IEC

Новые измерительные клеммы разработаны для решения разнообразных задач, связанных с обеспечением безопасности и удобства измерения параметров электрических цепей на промышленных и энергетических объектах. Их конструкция и технические характеристики делают их оптимальным выбором для широкого спектра применений в условиях российской промышленности.

Технические особенности и преимущества

Надежные материалы и конструкция

Корпус клемм изготовлен из полиамида 66 (ПА 66), который обладает отличными эксплуатационными характеристиками, высокой термостойкостью и устойчивостью к воспламенению. Это позволяет клеммам функционировать в экстремальных условиях без потери работоспособности и с сохранением геометрии.

Рекомендуемый момент затяжки винтов составляет $1,5...1,8$ Нм, что обеспечивает надежный контакт и предотвращает ослабление соединения при вибрациях или температурных расширениях. Этот параметр был определен в результате комплексных испытаний на механическую прочность соединения и долговременную стабильность контакта.

Инновационные особенности конструкции

Важным преимуществом моделей КНИВП 6-2 является наличие ползункового размыкателя, который позволяет минимизировать простои на производстве. С его помощью можно, не отключая питания, быстро и безопасно размыкать цепь для проведения измерений или обслуживания. Это техническое решение значительно упрощает работу электротехнического персонала и повышает эффективность обслуживания электрических систем.

Клеммы также отличаются высокой универсальностью применения и совместимы с проводниками различного сечения (от $0,5$ до 10 мм²), что расширяет возможности их использования в разных типах электрических схем и установок.

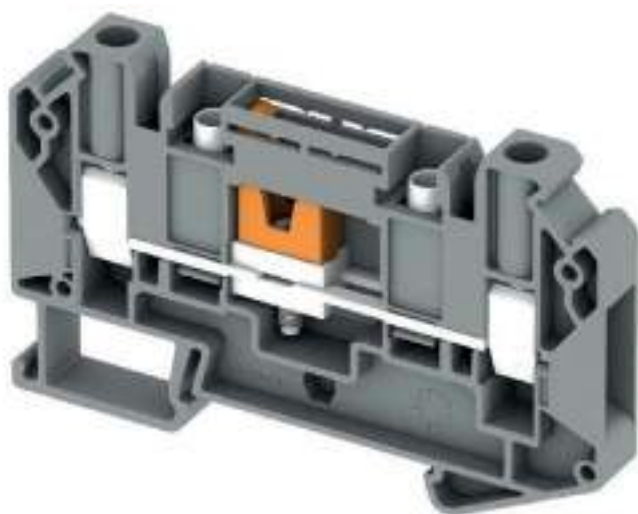


Рис. 1. Внешний вид измерительной клеммы серий КНИВ 6-2(-Т) / КНИВП 6-2(-Т)

Расширенный температурный диапазон

Одним из ключевых преимуществ клемм КНИВ является их способность стабильно работать в широком диапазоне температур – от -60 до +130 °С. Это особенно актуально для России с ее разнообразными климатическими зонами, включая районы Крайнего Севера и жаркие южные регионы. Материал корпуса и продуманность конструкции обеспечивают устойчивость к экстремальным температурам, позволяя сохранять механическую прочность и изоляционные свойства даже в самых сложных условиях эксплуатации.

Контроль качества и соответствие стандартам

Клеммы КНИВ прошли комплексные испытания в соответствии со стандартом ГОСТ ИЕС 60947-7-1, включая проверки на импульсное выдерживаемое напряжение (7,3 кВ), электрическую прочность изоляции (2 кВ), температурный износ, механическую прочность и другие показатели.

Стоит отметить, что испытания проводятся для каждой партии изделий, что гарантирует стабильно высокое качество всей выпускаемой продукции. Система контроля качества на предприятии выстроена в соответствии с международными стандартами и включает многоступенчатую проверку на всех этапах производства – от входного контроля материалов до финальных испытаний готовых изделий.

Разработка с учетом потребностей российского рынка

Клеммы КНИВ 6-2 (-Т) / КНИВП 6-2 (-Т) разработаны на заводе ООО СТЭЗ квалифицированными и опытными специалистами по запросу российского рынка и непосредственно для российских заказчиков с учетом современных требований безопасности, надежности и удобства. При их проектировании были учтены как международные стандарты качества, так и специфические условия эксплуатации, характерные для отечественной промышленности и энергетики.

Конкурентоспособность на российском рынке

В сравнении с зарубежными аналогами от компаний WAGO или Phoenix Contact, клеммы КНИВ 6-2 (-Т) / КНИВП 6-2 (-Т) отличаются простотой конструкции, более широким диапазоном рабочих температур (от -60 до +130 °С) и использованием надежных материалов, отвечающих российским стандартам. Кроме того, они проходят строгие испытания по ГОСТ, что гарантирует их надежность в условиях российского климата и промышленных нагрузок. Это делает их предпочтительным выбором для проектов, ориентированных на импортозамещение.

Полная локализация производства в России позволила оптимизировать логистические и производственные затраты,

Подробные технические характеристики

Основные технические параметры клемм серий КНИВ 6-2(-Т) / КНИВП 6-2(-Т):

Параметр	Значение
Номинальное сечение	6 мм²
Диапазон зажимаемых проводников	0,5–10 мм²
Номинальное напряжение	800 В
Номинальный ток	57 А
Диапазон рабочих температур	от -60 до +130 °С
Момент затяжки винтов	1,5...1,8 Нм
Материал корпуса	Полиамид 66 (ПА 66)
Импульсное выдерживаемое напряжение	7,3 кВ
Электрическая прочность изоляции	2 кВ

ты, что обеспечило конкурентоспособные цены на продукцию. Кроме того, это дает возможность быстрее реагировать на запросы рынка и обеспечивать стабильные поставки, что особенно важно в условиях политики импортозамещения и неопределенности международной логистики.

Экономическая эффективность решений

Использование клемм КНИВ в проектах не только обеспечивает высокую надежность и безопасность электрических соединений, но и способствует общему снижению затрат на монтаж, эксплуатацию и обслуживание электротехнических систем. Благодаря удобству монтажа сокращается время установки, а наличие ползункового размыкателя в моделях КНИВП позволяет минимизировать простой при обслуживании.

Сервисная поддержка и техническое сопровождение

Помимо производства высококачественной продукции, НПО «АвалонЭлектроТех» уделяет особое внимание сервисной поддержке и техническому сопровождению своих клиентов. Компания предлагает комплексное обслуживание, включающее консультацию по выбору оптимальных решений, техническую поддержку при монтаже и вводе в эксплуатацию, а также послепродажное обслуживание.

Специалисты компании всегда готовы оказать квалифицированную помощь в решении любых технических вопросов, связанных с продукцией, что значительно упрощает процесс внедрения и использования электротехнических решений на объектах заказчиков.

Стратегические преимущества в долгосрочной перспективе

Даже при возможном возвращении западных производителей на российский рынок, НПО «АвалонЭлектроТех» обладает рядом серьезных преимуществ:

1. Нарботанная номенклатура и опыт крупносерийного производства

2. Полное соответствие продукции российским и международным стандартам

3. Адаптация к работе в российских реалиях и климатических условиях

4. Конкурентоспособные цены благодаря локализации производства

5. Оперативные сроки поставок в условиях нестабильной логистики

6. Комплексная сервисная поддержка и техническое сопровождение

7. Гибкость и быстрое реагирование на запросы рынка

8. Лояльность к российским клиентам

Заключение

Таким образом, НПО «АвалонЭлектроТех» не только успешно решает задачи импортозамещения в электротехнической отрасли, но и создает продукцию, способную конкурировать на равных с зарубежными аналогами по качеству, надежности и эксплуатационным характеристикам при более выгодных экономических условиях. Измерительные клеммы серий КНИВ 6-2 (-Т) / КНИВП 6-2 (-Т) являются ярким примером инновационных разработок компании, воплощающих в себе знания и опыт российских инженеров и отвечающих самым высоким стандартам качества и безопасности.

В современных условиях, когда вопросы технологического суверенитета приобретают особую значимость, деятельность таких компаний, как НПО «АвалонЭлектроТех», становится важным фактором обеспечения стабильного развития отечественной промышленности и инфраструктуры, а их продукция – надежной основой для реализации самых сложных и ответственных проектов.



ООО «НПО «АвалонЭлектроТех»,
г. Москва
Телефон: +7 (495) 933-8548
E-mail: info@avalonelectrotech.ru
Сайт: www.avalonelectrotech.ru

Особенности монтажа на ЛЭП линейной арматуры. Часть 2

Олег ЕФИМОВ, технический директор АО «ЮАИЗ»

ГАРАНТИЯ НАДЕЖНОСТИ – ПРОВЕРЕННЫЕ ПОСТАВЩИКИ, или РАССЛЕДОВАНИЕ ВЕДЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

В первой статье мы уделили внимание ошибкам при проектировании и несоблюдению инструкций при монтаже. Но не всегда правильные действия приводят к правильным результатам. Сегодня опишем случай, произошедший в конце 2024 года в одной из стран СНГ.

Там шел монтаж линии 500 кВ со стандартным для нас расщеплением фазы на три провода. Это было удивительно, так как состав проектировщиков и монтажников был интернациональным, а там обычно для 500 кВ идет четыре провода в фазе. Наш Южноуральский арматурно-изоляционный завод поставлял на этот объект свои стеклянные изоляторы.

Первое сообщение от строителей нам поступило сразу после Нового года (видимо, не надеялись, что мыотреагируем во время новогодних каникул). Сообщение было странным: четыре фотографии и строчка текста «разрушились изоляторы». А на фото – оторванные сферические головки у стержней на двух изоляторах. Разрушение стержней было нетипичным, трещин на фотографиях не видно, поэтому решили разбираться на месте и отправились в командировку.

Когда наши специалисты прибыли на место, всё уже было заменено, линия выглядела нормально. Но мы даже представить не могли масштаб происшествия. Первый шок ощутили на складе, где лежало 6 (шесть!) разрушенных подвесок (см. фото 1). Зная только о двух разрушенных изоляторах, подумали, что разрушений гораздо больше. Оказалось, что действительно, разрушенных изоляторов только два, на двух подвесках – сломаны стержни (фото 2), на остальных четырех подвесках была повреждена линейная арматура – U-образные болты узлов крепления (фото 3). Все подвески поддерживающие.

Осмотрели все шесть подвесок, на всех – однотипные повреждения арматуры и изоляторов. Практически все изоляторы были с искривленными стержнями (фото 4), арматура также изогнута, выгнута (фото 5), в лодочках поддерживающих зажимов остались глубокие следы от проскальзывающего провода (фото 6). На всех КГП были следы большого отклонения подвески от вертикального положения.

Причина разрушения стала понятна: изгибающие нагрузки на поддерживающую подвеску, которая должна работать только на растяжение. Но остался вопрос, а что же вызвало такие сумасшедшие изгибающие нагрузки?

Продолжили осмотр других повреждений, внимание привлек поврежденный провод. Все верхние повивы собрались в «фонарь» у поддерживающего зажи-

ма (фото 7), как будто кто-то пытался протаскать провод через зажим, отсюда и следы в лодочках (фото 6). Это подтвердило версию про изгибающие нагрузки поддерживающих подвесок, но не дало ответ о причинах их возникновения.

В это время выяснилось, что была еще одна упавшая подвеска, которую мы не видели. У этой подвески тоже произошло разрушение КГП. Осмотрев этот узел крепления, поняли, что разрушения начались с него. Видно, что при производстве U-образного болта была заложена трещина, которая разрушилась (фото 8).

На этом узле крепления не было следов отклонения подвески от вертикали, то есть подвеска просто рухнула вниз.

На всех КГП отсутствовала маркировка, не было ни товарного знака производителя, ни нормированной нагрузки, ни года изготовления. Как можно было применять такую арматуру, мы так и не поняли. Со слов монтажников, арматура была изготовлена в одной из дружественных стран.

Но трещина в U-образном болте не могла привести к падению подвески за месяц после монтажа. Было какое-то внешнее воздействие. И уже на линии это «воздействие» обнаружили. Вся линия, все опоры «дрожали» от вибрации, падали уже смонтированные экраны (фото 9 и 10). На линии еще не были смонтированы распорки, поэтому и была «дрожь». По сути, эта вибрация сыграла



Фото 1



Фото 2



Фото 3

роль дополнительного контроля, отбраковав КПП и экраны с низкой механической прочностью. Конечно, не стоит допускать вибрации, но в данном случае она помогла, лучше пусть всё вылезет при монтаже, чем при эксплуатации.

Но падение одной подвески не вызвало изгиба остальных подвесок и их падения. Здесь включилось желание поживиться, сторонние лица у упавшей подвески решили срезать и украсть провод. И, как только это сделали, все поддерживающие подвески потянуло к анкерным опорам. Вот и объяснение изгибающих нагрузок, которые обрушили шесть поддерживающих подвесок.

Этот случай подтвердил, что надо использовать проверенных поставщиков изоляторов и арматуры.



Фото 4



Фото 5



Фото 6



Фото 7



Фото 8



Фото 9



Фото 10



Акционерное общество
«Южноуральский арматурно-
изоляционный завод»

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



Россия

Уфа Республика Башкортостан

**РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

33-я международная выставка
ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ
20–23 мая 2025 года

📍 **ВК УФА ЭКСПО** ул. Менделеева, 158
gasoil@bvkeexpo.ru +7 (347) 246-41-77  gaznetufa  gntexpo2025 **gntexpo.ru**

Организаторы:
 (Правительство) Республика Башкортостан
 Министерство промышленности, энергетики и инноваций Республики Башкортостан
 БВК Башкирская выставочная компания

Патронатная поддержка:
 Минпромторг России
 Министерство энергетики РФ

Реклама ООО «Башкирская выставочная компания» ИНН 0272012500



**ТЕПЛО И ЭНЕРГЕТИКА
HEAT & ELECTRO**

Международная выставка
энергетического оборудования для
теплоснабжения и электрогенерации
на промышленных предприятиях
и муниципальных объектах

27–29.05.2025

ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР
МОСКВА

+7 495 649 87 75
marketing@heatelectro.ru
heatelectro.ru

 GEFERA MEDIA

 Регистрация
на выставку и
бесплатный билет!

Становление отечественной релейной техники для целей импортозамещения

ООО «Научно-производственное предприятие «Центр реле и автоматики» — это предприятие, которое сегодня развивает становление отечественной релейной техники для целей импортозамещения.

Научно-технический потенциал и огромный опыт специалистов нашего предприятия позволяют предлагать самые перспективные инновационные решения, востребованные на рынке релейной продукции.

Предприятие специализируется на разработке, производстве широкого спектра релейной техники, программно-аппаратных комплексов РЗА и электротехнического оборудования для создания релейной защиты, автомати-

ки и управления для всей «линейки» напряжений 6–750 кВ электрических сетей, станций и подстанций:

- простые реле защиты и автоматики (электромагнитные, электронные);
- реле для устройств автоматики (АПВ, АВР, ЗЗН, РЗТ);
- реле температуры и датчики;

- модульные реле времени, автоматики, промежуточные;
- микропроцессорные реле защиты и автоматики;
- стабилизированные блоки питания для устройств защиты и автоматики;
- шкафы РЗА;
- нетиповые НКУ.



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 классиче-

ские принципы изготовления и технические инновации, собственные схемные, конструктивные и программные решения;

- качество выпускаемой продукции;
- развитие потенциала и повышение эффективности работы персонала предприятия.



сайт: www.centrrrele.ru

Инновационные материалы в электротехнике: от проводников до изоляции

Игорь Симонов

Электротехника – это основа современной цивилизации. Она охватывает широкий спектр технологий, от энергосистем до бытовых устройств, обеспечивая работу промышленности, транспорта и связи. Однако эффективность и надежность электротехнических устройств во многом зависят от используемых материалов. В последние десятилетия ученые и инженеры активно разрабатывают новые материалы, которые позволяют значительно улучшить характеристики проводников, изоляции, магнитных компонентов и других ключевых элементов электротехнической продукции.

В условиях растущих требований к энергоэффективности, долговечности и экологической безопасности возникает необходимость поиска инновационных решений. Сегодня материалы не просто выполняют базовые функции – они становятся интеллектуальными, адаптивными и способными к самовосстановлению. Высокотемпературные сверхпроводники, углеродные нанотрубки, нанокompозитные диэлектрики и аморфные магнитные сплавы – эти и другие материалы определяют будущее электротехнической отрасли.

Современные вызовы требуют пересмотра подходов к выбору материалов в электротехнике:

- **Энергоэффективность.** В условиях роста мирового потребления

энергии снижение потерь в электросетях и устройствах становится ключевой задачей.

- **Экологическая устойчивость.** Стремление к снижению углеродного следа стимулирует развитие биоразлагаемых и экологически чистых материалов.

- **Надежность и долговечность.** Важность стабильной работы электротехнических систем приводит к разработке более устойчивых к нагрузкам, температурным перепадам и механическим воздействиям материалов.

- **Миниатюризация и высокая плотность компонентов.** Современные устройства требуют компактных, легких и мощных решений, что

подталкивает к использованию новых наноматериалов и сверхтонких изоляционных покрытий.

Современные тенденции в разработке электротехнических материалов

Современные материалы, используемые в проводниках, изоляции, магнитных компонентах и других электротехнических элементах, должны отвечать нескольким важным критериям: энергоэффективность, долговечность, экологическая безопасность и технологическая адаптивность. В 2025 году можно выделить несколько ключевых направлений развития электротехнических материалов, определяющих будущее отрасли.

1. Рост требований к энергоэффективности и долговечности

В условиях глобального роста энергопотребления и необходимости оптимизации электрических сетей производители материалов фокусируются на создании новых решений, позволяющих минимизировать потери энергии.

Основные тенденции в повышении энергоэффективности:

- **Снижение сопротивления проводников** – разработка новых медных и алюминиевых сплавов с улучшенными характеристиками, применение наноструктурированных материалов и высокочистых металлов.

- **Развитие сверхпроводниковых технологий** – материалы с нулевым сопротивлением при низких температурах (HTS-проводники) могут



Электротехника – это основа современной цивилизации

использоваться в мощных электро-станциях, трансформаторах и электросетях будущего.

- *Уменьшение гистерезисных потерь в магнитных материалах* – аморфные и нанокристаллические сплавы для трансформаторов и электродвигателей.

Тенденции в увеличении долговечности:

- *Устойчивость к перегреву и высоким напряжениям* – применение новых термостойких изоляционных материалов на основе полимеров (PEEK, полиимиды).

- *Самовосстанавливающиеся покрытия* – разработка диэлектриков, которые способны «заживлять» микротрещины при повреждении.

- *Материалы с высокой коррозионной стойкостью* – улучшенные антикоррозионные покрытия для проводников и электротехнического оборудования, особенно в условиях влажного климата.

Примеры технологий:

- *Сверхчистая медь* (очищенная на 99,9999 %) снижает потери на нагрев и увеличивает срок службы кабельных линий.

- *Нанокompозитные покрытия* для защиты проводников от окисления и механического износа.

2. Миниатюризация и повышение плотности электротехнических компонентов

С развитием электроники и электротехники устройства становятся все компактнее, а требования к плотности размещения компонентов растут.

- *Гибкие и прозрачные проводники* – использование углеродных нанотрубок, графена и серебряных нанопроводов позволяет создавать гибкие электронные схемы и «умные» текстильные решения.

- *Высокотемпературные керамические изоляторы* – позволяют уменьшить размеры электроники без потери надежности.

- *Микро- и наноизоляционные материалы* – позволяют сократить тол-

щину изоляционного слоя, сохраняя его защитные свойства.

- *Новые ферромагнитные материалы для миниатюрных трансформаторов* – наноструктурированные сердечники уменьшают потери и нагрев при высоких нагрузках.

В электромобилях будущего предполагается использовать высокоплотные литий-ионные батареи, где

компактные изоляционные материалы обеспечат безопасность при высокой энергетической плотности.

3. Влияние экологических стандартов на выбор материалов

Рост глобальной озабоченности проблемами экологии и устойчивого развития вынуждает производителей переходить на более безопасные и экологически чистые материалы.

- *Отказ от свинца и токсичных компонентов* – в электронике широко применяется бессвинцовая пайка, а в кабельной продукции постепенно исключается использование ПВХ (заменяется полиолефинами и безгалогенными соединениями).

- *Переработка и вторичное использование материалов* – новые технологии позволяют перерабатывать





металлы из старых кабелей и электрооборудования, уменьшая нагрузку на окружающую среду.

- *Биополимеры в изоляции* – разработка биоразлагаемых полимеров, которые могут заменить традиционные пластики в изоляционных покрытиях.

- *Энергоэффективные материалы* – снижение энергопотребления оборудования за счет уменьшения электрических потерь способствует сокращению выбросов CO₂.

Развитие биоразлагаемых кабельных оболочек на основе природных полимеров, таких как полилактид (PLA).

4. Импортозамещение и развитие российских инновационных материалов

В последние годы Россия активно развивает собственную электротехническую промышленность, снижая зависимость от зарубежных поставщиков. Это касается не только производства кабельной продукции, но и разработки новых материалов.

- *Развитие отечественных полимеров и диэлектриков* – исследования в области создания термостойких и химически устойчивых диэлектрических материалов для высоковольтных линий.

- *Создание российских аналогов западных сверхпроводников* – перспективное направление для энергетики и транспорта.

- *Локализация производства магнитных материалов* – аморфные и нанокристаллические сплавы для трансформаторов и электродвигателей разрабатываются на российских предприятиях.

- *Сотрудничество с азиатскими странами* – активное партнерство с Китаем и Индией в области материаловедения, позволяющее внедрять передовые технологии и снижать зависимость от западных рынков.

- **Пример.** В 2025 году в России запущено серийное производство отечественных аморфных магнитных материалов для трансформаторного оборудования, что позволяет снизить потери энергии в распределительных сетях.

Инновационные проводниковые материалы: от классических металлов до нанотехнологий

Высокая проводимость, долговечность, устойчивость к перегрузкам и экстремальным условиям – все это сегодня становится необходимым стандартом. В ответ на эти вызовы инженеры разрабатывают новые сплавы, улучшают традиционные материалы и осваивают технологии на основе на-

ноструктур. В 2025 году наиболее перспективными направлениями в области проводниковых материалов являются улучшенные медные и алюминиевые сплавы, сверхпроводники, а также гибкие и прозрачные проводники.

• Медные сплавы и сверхчистая медь

Улучшенные проводящие характеристики за счет снижения примесей

Медь традиционно остается основным материалом для производства электрических кабелей и проводников благодаря сочетанию высокой электропроводности и механической прочности. Однако даже небольшое количество примесей, таких как кислород, железо, сера и фосфор, может существенно снизить ее проводимость.

В 2025 году ведутся активные исследования и внедрение сверхчистой меди (Ultra-Pure Copper, UPC), содержащей не более 0,0001 % примесей. Такая медь обладает:

- *Увеличенной электропроводностью* – на 5–7 % выше, чем у стандартной технической меди.
- *Сниженной склонностью к окислению* – повышенная стойкость к коррозии и воздействию агрессивных сред.
- *Меньшими потерями энергии* при передаче электричества, что особенно важно для высоковольтных линий электропередачи и микроэлектроники.

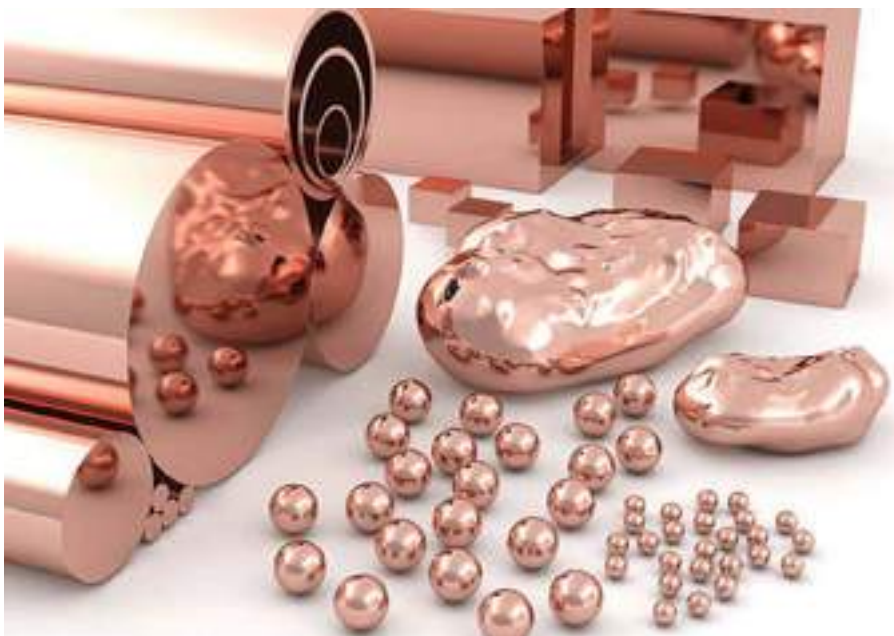
Например, в Японии создана сверхчистая медь Oxygen-Free Copper (OFC), применяемая в аудиотехнике и оптоэлектронных системах, а также для сверхточных датчиков в медицине.

Использование наноструктурированной меди для уменьшения потерь при передаче электроэнергии

Нанотехнологии позволяют улучшать структуру меди, делая ее более устойчивой к механическим нагрузкам и снижая потери на сопротивление. Основные инновации включают:

- *Наноструктурированные медные проводники* – многослойная структура, уменьшающая рассеяние электронов.
- *Медь с добавлением графена* – повышение прочности и стойкости к перегреву.
- *Медь с углеродными нанотрубками (Cu-CNT)* – увеличенная теплопроводность и срок службы.

В России ведется разработка медно-графеновых проводников, которые могут применяться в авиации и космической технике.



• Алюминиевые сплавы

Легкость и высокая проводимость

Алюминий традиционно используется в энергетике, особенно в высоковольтных линиях, благодаря его малому весу и достаточной электропроводности. Современные алюминиевые сплавы позволяют улучшить характеристики этого материала, обеспечивая:

- *Снижение веса проводников* на 30–50 % по сравнению с медными аналогами.
- *Высокую стойкость к коррозии* – особенно важно для наружных линий электропередачи.
- *Долговечность* – алюминиевые провода не подвержены быстрому старению при эксплуатации.

Новые покрытия и легирующие добавки для увеличения коррозионной стойкости

Основная проблема алюминия – склонность к окислению. Решение:

- **Алюминиево-магниево-магниевые сплавы (Al-Mg)** – повышенная механическая прочность.
- **Алюминиево-кремниевые сплавы (Al-Si)** – уменьшение образования оксидной пленки.
- **Анодированные покрытия** – предотвращают коррозию и увеличивают срок службы.

• Сверхпроводники

Высокотемпературные сверхпроводники (HTS) – перспективное направление для электросетей будущего

Сверхпроводники – материалы, у которых при определенной температуре сопротивление падает до нуля, что позволяет передавать электричество без потерь.

- **Высокотемпературные сверхпроводники (HTS)** работают при температурах выше точки кипения жидкого азота (-196°C), что делает их более практичными, чем традиционные сверхпроводники.

- **Сверхпроводящие кабели** позволяют передавать в 100 раз больше мощности при том же сечении проводника.
- **Применение в магнито-гидродинамических генераторах** повышает эффективность электростанций.

В Германии реализован проект **AmpaCity**, где сверхпроводящие кабели используются в городской энергосистеме, обеспечивая минимальные потери и высокую пропускную способность.

Потенциальные применения в энергетике, транспорте и промышленности

- **Энергетика** – снижение потерь на передачу электричества.
- **Транспорт** – магнитолевитационные поезда (маглев).
- **Медицина** – магнитно-резонансная томография (МРТ).

В России сегодня разрабатываются сверхпроводниковые трансформаторы, способные заменить традиционные устройства с высоким КПД и меньшими размерами.

• Гибкие и прозрачные проводники

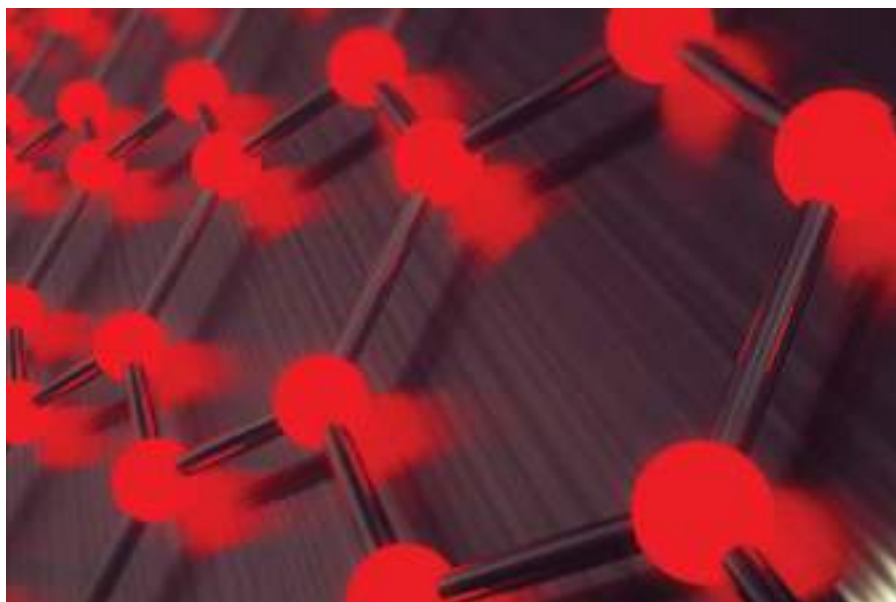
Применение углеродных нанотрубок, графена и серебряных нанопроводов в гибкой электронике и «умной» одежде

- **Гибкие и прозрачные проводники** позволяют создавать сенсорные дисплеи, прозрачные нагревательные элементы и носимые устройства.
- **Графеновые пленки** используются для производства гибких экранов и сенсоров.
- **Углеродные нанотрубки (CNT)** обеспечивают высокую механическую прочность и электропроводность.
- **Серебряные нанопровода** – замена традиционных электродов в сенсорных панелях и OLED-дисплеях.

Корейские ученые разработали прозрачные электроды на основе серебряных нанопроводов, используемые в гибкой электронике и медицинских датчиках.

Использование прозрачных проводников в солнечных батареях и OLED-дисплеях

- **Эффективное использование света** – прозрачные электроды позволяют создавать более эффективные солнечные панели.
- **Гибкость и прочность** – возможность интеграции в архитектуру зданий и носимую электронику.
- **Развитие «умных» окон** – технологии, позволяющие регулировать све-



Современные требования к электротехническим материалам постоянно растут

топропускание и генерировать электроэнергию.

Графеновые прозрачные проводники уже используются в светодиодных дисплеях и тонкопленочных солнечных элементах.

Перспективные изоляционные материалы: инновации для надежности и устойчивого развития

Современные требования к электротехническим материалам постоянно растут, особенно в области изоляции. В условиях растущей мощности энергосистем, миниатюризации компонентов и необходимости повышения долговечности оборудования разработка новых изоляционных материалов становится приоритетным направлением. Помимо традиционной функции защиты от электрического пробоя, современные изоляционные материалы должны обладать термостойкостью, устойчивостью к химическим воздействиям, экологической безопасностью и даже способностью к самовосстановлению.

В 2025 году основные перспективные направления включают **высокотемпературные полимерные диэлектрики, нанокompозитные материалы и экологически чистую изоляцию.**

• Полимерные диэлектрики нового поколения

Высокотемпературные и стойкие к химическому воздействию материалы (PTFE, PEEK, полиимиды)

Полимерные изоляционные материалы являются основой для большинства электротехнических компонентов благодаря их высокой механической прочности, гибкости и устойчивости к воздействию окружающей среды. Новейшие разработки в этой области направлены на улучшение их термостойкости и химической инертности.

• **Политетрафторэтилен (PTFE, тефлон)** – один из самых устойчивых диэлектриков, используемых в кабелях, электронике и высоковольтном оборудовании. Он выдерживает температуры до **+260 °C**, обладает низким

коэффициентом трения и исключительной химической стойкостью.

• **Полиэфирэфиркетон (PEEK)** – полимер с высокой устойчивостью к температурам до **+300 °C**, применяется в авиации, энергетике и высокочастотной электронике.

• **Полиимиды** – используются в микропроцессорах, гибкой электронике, а также в космической и авиационной технике благодаря термостойкости до **+400 °C** и высокой механической прочности.

В 2025 году ведущие компании в сфере электротехники разрабатывают новые композитные материалы на основе полиимидов и PEEK, которые обеспечивают **сверхтонкую изоляцию** для миниатюрных электронных компонентов в условиях экстремальных температур.

Самовосстанавливающиеся диэлектрики для увеличения срока службы оборудования

Одним из самых перспективных направлений является разработка **самовосстанавливающихся полимеров**, которые способны автоматически устранять повреждения, вызванные механическими нагрузками, температурными перепадами или электрическими пробоями.

• **Микрокапсулы с жидкими полимерами** – при разрыве изоляции капсулы лопаются, и жидкость заполняет трещину, предотвращая распространение дефекта.



- *Полимерные материалы с памятью формы* – после механического воздействия могут возвращаться в исходное состояние.

- *Диэлектрики с наночастицами оксидов металлов* – позволяют заполнять микротрещины под действием температуры или электрического напряжения.

В лабораториях MIT (США) ведутся исследования по созданию **самовосстанавливающихся нанокompозитных диэлектриков**, которые могут продлить срок службы изоляции высоковольтных кабелей на **50 %**.

• Нанокompозитные изоляционные материалы

Улучшенные диэлектрические свойства за счет добавления наночастиц

Использование нанотехнологий в изоляционных материалах позволяет

значительно улучшить их механические и электрические свойства. Добавление наночастиц оксидов металлов, углеродных нанотрубок или графена повышает стойкость к электрическому пробое, механическую прочность и термическую стабильность.

- *Наночастицы диоксида кремния (SiO_2)* – повышают прочность диэлектрика и уменьшают вероятность разрядов.

- *Углеродные нанотрубки (CNTs)* – придают материалу дополнительную стойкость к механическим нагрузкам и увеличивают термостойкость.

- *Графеновые наполнители* – увеличивают стойкость к электрическому пробое, уменьшают потери на нагрев и делают материал более долговечным.

Исследования показывают, что добавление **1 % наночастиц TiO_2 в полимерную изоляцию** снижает вероят-

ность электрического пробоя на **30 %**, что особенно важно для высоковольтных кабелей.

Применение в высоковольтных кабелях, трансформаторах и электронике

- *Высоковольтные кабели* – нанокompозитные диэлектрики позволяют создавать более тонкую и надежную изоляцию для линий электропередачи, уменьшая потери на нагрев.

- *Трансформаторы* – композитные изоляционные пленки с наночастицами позволяют увеличить КПД и снизить размеры оборудования.

- *Микроэлектроника* – нанокompозитные пленки применяются для защиты миниатюрных процессоров и чипов от перегрева и скачков напряжения.

В России разрабатываются нанодиэлектрические покрытия для кабелей 10–110 кВ, что позволит продлить срок их службы и уменьшить потери при передаче энергии.

• Экологически чистая изоляция

Биополимеры и биоразлагаемые композиты для замены ПВХ и других вредных материалов

- *Проблема традиционных изоляционных материалов.* ПВХ (поливинилхлорид) широко используется в электротехнике, но его производство и утилизация связаны с выбросами токсичных веществ.

- **Решение.** Разработка новых биоразлагаемых полимеров, которые могут заменять ПВХ в кабельной изоляции.

- *Полилактид (PLA)* – биополимер, полностью разлагаемый в природе, используемый для оболочек кабелей малой мощности.

- *Полиуретаны на основе растительных масел* – сохраняют отличные диэлектрические свойства и являются экологически чистыми.

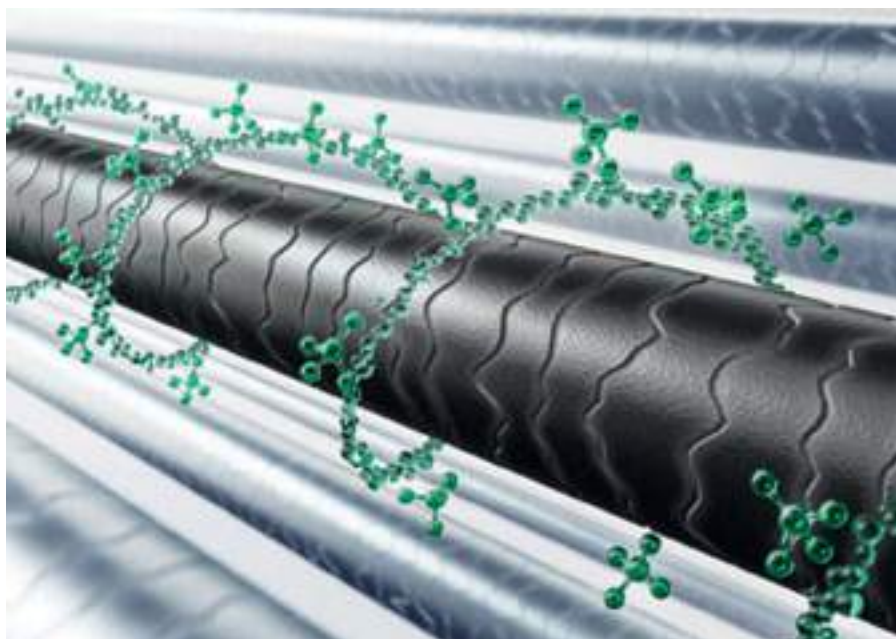
- *Композиты на основе крахмала и целлюлозы* – применяются в низковольтной электронике.

В Европе ведутся разработки биоразлагаемых оболочек для силовых кабелей, которые могут разлагаться в течение 10 лет без ущерба для окружающей среды.

Натуральные масла и эфиры для жидкостной изоляции трансформаторов

- *Традиционные изоляционные масла* (минеральные) содержат токсичные соединения и плохо утилизируются.

- **Решение.** Использование натуральных растительных масел и синтетических эфиров, которые не только



безопасны, но и увеличивают срок службы трансформаторов.

- *Эстерифицированные масла на основе рапса и сои* – обладают высокой термической стабильностью.

- *Синтетические эфиры* – могут использоваться при температурах до **+150 °C**, снижая вероятность возгорания.

В 2025 году ведущие энергетические компании России начали переход на растительные изоляционные масла, которые обеспечивают более безопасную и долговечную работу трансформаторов.

Магнитные и ферромагнитные материалы: новые решения для повышения эффективности электротехники

Современные электротехнические устройства, от трансформаторов и электродвигателей до датчиков и носимой электроники, требуют материалов с улучшенными магнитными свойствами. Магнитные и ферромагнитные материалы определяют эффективность работы электромагнитных систем, снижая потери энергии, повышая КПД и обеспечивая компактность устройств.

В 2025 году наиболее перспективными направлениями в развитии магнитных материалов являются **аморфные и нанокристаллические сплавы** для силовой электроники и **гибкие магнитные материалы**, предназначенные для инновационных применений, таких как электромобили, носимая электроника и гибкие датчики.

• Аморфные и нанокристаллические сплавы

Аморфные и нанокристаллические магнитные сплавы занимают важное место в электротехнической промышленности благодаря их низким потерям на вихревые токи и высокой магнитной проницаемости. Они применяются в трансформаторах, индуктивных компонентах и высокочастотных электротехнических устройствах.

Повышение эффективности трансформаторов за счет снижения потерь в сердечниках

- *Основная проблема традиционных трансформаторных материалов* – значительные потери на нагрев, связанные с гистерезисными и вихревыми токами в магнитопроводе.

- *Решение* – использование аморфных и нанокристаллических материалов, которые обладают меньшими потерями энергии по сравнению с кремнистыми сталями, традиционно используемыми в сердечниках трансформаторов.

- *Аморфные сплавы* – это металлические сплавы с неупорядоченной атомной структурой, что значительно снижает потери на гистерезис и вихревые токи.

- *Нанокристаллические сплавы* – представляют собой аморфные материалы с равномерно распределенными наноразмерными кристаллами, обеспечивающими высокую магнитную проницаемость и низкие потери на перемагничивание.

В ведущих мировых лабораториях ведутся исследования аморфных магнитопроводов для **электросетевых трансформаторов, позволяющих сократить потери энергии на 30–50 %** по сравнению с традиционными сердечниками из кремнистой стали.

Использование в высокочастотных индуктивных компонентах

С развитием силовой электроники и переходом на высокочастотные пре-

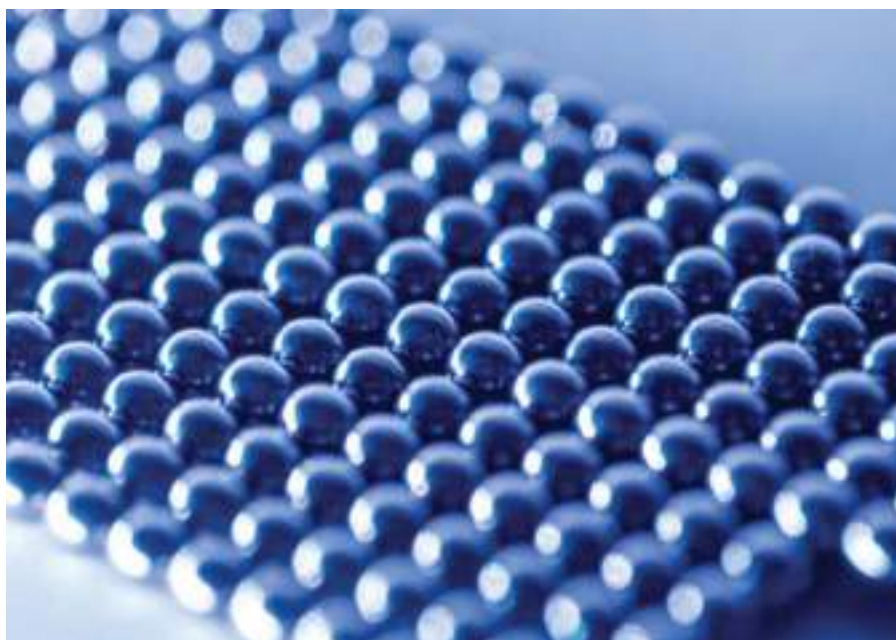
образователи возрастает потребность в материалах, устойчивых к быстрым перемагничиваниям без значительных потерь энергии.

- *Применение аморфных и нанокристаллических сплавов* позволяет создавать более компактные и энергоэффективные индуктивные компоненты.

- *Высокая магнитная проницаемость* снижает потребность в увеличении объема материала, уменьшая размер устройств.

- *Сопротивление вихревым токам* снижает тепловые потери и повышает долговечность оборудования.

В электронике аморфные сплавы уже используются для изготовления дросселей и индуктивных компонентов, которые применяются в **системах беспроводной зарядки, источниках бесперебойного питания (ИБП) и импульсных блоках питания**.



• Гибкие магнитные материалы

Гибкие магнитные материалы – это новейшее направление, позволяющее использовать магнитные свойства в устройствах, требующих пластичности, миниатюризации и адаптивности.

Перспективные разработки для электромобилей и носимой электроники

- *Гибкие магнитные пленки* позволяют интегрировать магнитные датчики и индукционные элементы в носимые устройства, создавая новые функциональные возможности.

- *Высокая механическая гибкость* дает возможность использовать такие материалы в изгибаемых и деформируемых устройствах, например, в смарт-тканях или гибкой электронике.

Гибкие магнитные материалы – это новейшее направление

- *Эффективность в электромобилях* – гибкие магнитные материалы применяются в индукционных катушках для беспроводной зарядки электромобилей.

В Корее разработаны магнитные пленки на основе ферритов, способные изгибаться без потери функциональности, что позволяет использовать их в гибких дисплеях и медицинских имплантатах.

Композитные ферриты и гибкие магнитные пленки

Композитные ферриты и магнитные пленки открывают новые возможности в микроэлектронике и медицине.

- *Композитные ферриты* – смеси традиционных ферритовых материалов с полимерами, создающие легкие и прочные магнитные покрытия.

- *Гибкие магнитные пленки* – магнитные наночастицы, распределенные в полимерной матрице, позволяющие получать тонкие и эластичные материалы.

В России ведутся разработки композитных ферритов для **наносенсоров в медицинской технике**, которые могут использоваться в диагностических устройствах и магнитной гипертермии (методе лечения опухолей с помощью магнитных полей).

Высокотемпературные и устойчивые к экстремальным условиям материалы в электротехнике

Современные электротехнические системы работают в условиях, где воздействие высоких температур, радиации, коррозии и механических нагрузок может значительно снизить их надежность и срок службы. В ответ на эти вызовы ученые и инженеры разрабатывают новые материалы, обладающие улучшенными термостойкими и защитными свойствами.

В 2025 году ключевыми направлениями развития таких материалов стали:

- *Композиты и сплавы, устойчивые к радиации, коррозии и механическим нагрузкам.*

- *Высокотемпературные керамические материалы для электроники и энергетики.*

- *Новые термостойкие покрытия для проводов и кабелей.*

Эти инновационные решения находят применение в космической и атомной энергетике, транспорте, промышленных установках и в электронике нового поколения.

• Материалы, устойчивые к радиации, коррозии и механическим нагрузкам

Электротехническое оборудование, работающее в экстремальных условиях (например, в космосе, ядерных



реакторах или глубоко под землей), должно выдерживать мощные механические нагрузки, воздействие радиации и химически агрессивных сред.

Ключевые свойства и решения:

- *Радиационно-стойкие материалы* – обеспечивают стабильную работу электроники в условиях повышенного излучения.

- *Антикоррозионные покрытия и сплавы* – защищают компоненты от воздействия влаги, кислот и солей.

- *Высокопрочные композиты* – обладают высокой ударостойкостью и устойчивостью к вибрациям.

Перспективные материалы:

- *Титановые сплавы с наночастицами* – обладают высокой механической прочностью и устойчивостью к радиации.

- *Полимерные материалы с углеродными нанотрубками* – устойчивы к радиации и химическим веществам, используются в изоляции кабелей в ядерной энергетике.

- *Керамико-металлические композиты (Cermets)* – применяются в защитных оболочках для электроники, работающей в космосе и атомных реакторах.

В России разработаны новые радиационно-стойкие композитные материалы для защиты электрических кабелей, используемых в атомных электростанциях.

• Высокотемпературные керамики для электроники и энергосистем

Высокотемпературные керамические материалы играют важную роль в электронике, энергетике и электротехнике, поскольку обладают уникальными свойствами:

- *Термостойкость до +2000 °C.*
- *Высокая диэлектрическая прочность.*

- *Устойчивость к химическому и механическому воздействию.*

Области применения:

- *Энергосистемы и трансформаторы* – высокотемпературные керамические изоляторы позволяют использовать оборудование в условиях высоких нагрузок.

- *Микроэлектроника* – керамические подложки заменяют традиционные полимеры, обеспечивая надежность схем при экстремальных температурах.

- *Космическая техника* – жаростойкие керамические покрытия защищают электрические компоненты в космосе.

Перспективные материалы:

- *Алюмооксидная керамика (Al_2O_3)* – обладает высокой механической прочностью и теплопроводно-

стью, широко применяется в электронике и энергетике.

- *Карбид кремния (SiC)* – выдерживает температуры до +1500 °C, используется в силовой электронике и солнечных батареях.

- *Циркониевая керамика (ZrO_2)* – устойчива к температурным перепадам, применяется в электроизоляции высоковольтных систем.

В США разработаны керамические конденсаторы на основе карбида кремния, которые могут работать при температурах до +500 °C без потери свойств.

• Новые термостойкие покрытия для электрических проводов и кабелей

Электропроводка и кабели, работающие в экстремальных условиях, требуют надежной термостойкой защиты.

Новые покрытия помогают предотвратить возгорания, окисление проводников и механические повреждения.

Требования к термостойким покрытиям:

- *Устойчивость к температурам выше +300 °C.*

- *Гибкость и механическая прочность.*

- *Защита от окисления, влаги и химических реагентов.*

Перспективные материалы для покрытия проводов и кабелей:

- *Керамические покрытия на основе оксидов металлов* – обеспечивают высокую термостойкость и защиту от коррозии.

- *Фторполимеры (PTFE, FEP, PFA)* – устойчивы к воздействию химических веществ и высоких температур, используются в авиации и военной технике.



- *Кремнийорганические композиции* – обладают повышенной гибкостью и стойкостью к ультрафиолету.
- *Графеновые покрытия* – уменьшают сопротивление и предотвращают нагрев проводников.

В 2025 году в Европе внедрены **кабели с керамическими нанопокртиями**, которые выдерживают воздействие открытого пламени в течение **3–5 часов** без разрушения изоляции.

Проблемы и вызовы внедрения инновационных материалов в электротехнической промышленности

Современные инновационные материалы, такие как нанокompозиты, сверхпроводники, гибкие магнитные покрытия и термостойкие полимеры,

открывают перед электротехнической отраслью новые перспективы. Однако их широкое внедрение сопряжено с рядом серьезных вызовов. Высокая стоимость, сложность производства, трудности с утилизацией и барьеры сертификации – все эти факторы замедляют процесс интеграции новых материалов в серийное производство.

• Высокая стоимость новых материалов

Проблема:

- Разработка и производство новых материалов требуют значительных затрат на исследования и опытно-конструкторские работы.
- Использование нанотехнологий, сверхчистых металлов и сложных композитов увеличивает себестоимость продукции.
- Ограниченный объем производства не позволяет добиться экономии на мас-

штабе, что делает новые материалы дорогими по сравнению с традиционными.

Последствия:

- Ограниченный спрос со стороны производителей электротехнического оборудования из-за высоких цен.
- Долгий период окупаемости инвестиций в новые технологии.
- Консервативность рынка: многие предприятия предпочитают использовать проверенные и доступные материалы, даже если они уступают по характеристикам.

Решения:

- Развитие государственных программ субсидирования исследований и внедрения новых материалов.
- Применение гибридных решений, сочетающих традиционные материалы с инновационными компонентами.
- Локализация производства – снижение зависимости от импортных технологий и компонентов.

В 2025 году в России запущена программа льготного финансирования разработчиков новых изоляционных и проводниковых материалов, что позволило снизить стоимость инновационных кабелей с нанокompозитной оболочкой.

• Необходимость модернизации производственных процессов

Проблема:

- Производство многих инновационных материалов требует новых технологий – лазерной обработки, 3D-печати, вакуумной металлизации и других сложных процессов.
- Традиционные заводы, работающие с металлами и полимерами, не всегда могут адаптироваться к новым требованиям без значительных инвестиций.
- Внедрение новых материалов требует переподготовки персонала, обновления оборудования и изменения производственных линий.

Последствия:

- Снижение темпов внедрения инноваций – предприятия не спешат переходить на новые материалы из-за высоких затрат на модернизацию.
- Рост цен на конечную продукцию, связанный с необходимостью обновления производственной инфраструктуры.
- Технологический разрыв между компаниями, инвестирующими в инновации, и традиционными производителями, не способными адаптироваться к новым условиям.

Решения:

- Развитие модульных производств, позволяющих постепенно адаптировать производство к новым материалам.



- Использование гибридных технологий, объединяющих старые и новые методы производства.
- Государственная поддержка программ модернизации производственных мощностей, в том числе субсидирование закупки нового оборудования.

В 2024 году крупный производитель кабельной продукции в Германии перешел на выпуск высокотемпературных полимерных изоляторов, модернизировав свои линии за счет совместного финансирования с государственными и частными инвесторами.

• Проблемы с утилизацией и переработкой сложных композитных материалов

Проблема:

- Многие современные материалы состоят из нескольких компонентов, которые трудно разъединить для переработки.
- Сверхпрочные полимеры и нанокompозиты плохо поддаются вторичной переработке, что увеличивает объем промышленных отходов.
- Отсутствие эффективных технологий утилизации может привести к накоплению трудноразлагаемых отходов.

Последствия:

- Рост экологических рисков и увеличение затрат на утилизацию.
- Сложность интеграции новых материалов в программы устойчивого развития и циркулярной экономики.
- Ограниченный спрос со стороны крупных промышленных потребителей, ориентированных на использование перерабатываемых материалов.

Решения:

- Разработка новых методов утилизации и переработки композитов (например, использование плазменных и термических технологий).
- Создание биоразлагаемых или саморазрушающихся материалов, которые разлагаются под воздействием окружающей среды.
- Внедрение концепции замкнутого цикла производства – использование отходов как сырья для новых материалов.

В 2025 году в Европе начались испытания перерабатываемых полимерных диэлектриков, которые можно разлагать на первичные компоненты с помощью специальных катализаторов, что позволяет повторно использовать до 90 % материала.

• Барьеры сертификации и стандартизации в электротехнической промышленности

Проблема:

- Новые материалы должны проходить сложный процесс сертификации, подтверждающий их безопасность и соответствие стандартам.
- В электротехнической отрасли существуют жесткие регламенты, требующие длительных испытаний перед массовым внедрением.
- Международные различия в стандартах могут препятствовать экспорту новых материалов и технологий.

Последствия:

- Задержка выхода новых материалов на рынок из-за долгих процедур сертификации.

- Дополнительные затраты на подтверждение соответствия продукции техническим регламентам.
- Ограничение доступа к зарубежным рынкам, если продукция не соответствует международным стандартам.

Решения:

- Разработка гибких стандартов, учитывающих специфику инновационных материалов.
- Упрощение и ускорение процедур испытаний для перспективных разработок.
- Создание единых международных стандартов, позволяющих упрощать внедрение новых материалов.

В 2025 году в России внедрена новая система ускоренной сертификации электротехнических материалов, которая позволяет инновационным



разработкам пройти все необходимые испытания в течение 6 месяцев вместо стандартных 2–3 лет.

Перспективы и прогнозы развития инновационных материалов в электротехнике

Внедрение новых материалов играет ключевую роль в развитии электротехнической отрасли. В 2025 году глобальные тенденции указывают на ускоренное развитие сверхпроводников, производство экологически безопасных диэлектриков, применение искусственного интеллекта в материаловедении и влияние политики импортозамещения. Эти направления определяют будущее электротехники, обеспечивая повышение энергоэф-

фективности, снижение эксплуатационных затрат и устойчивое развитие отрасли.

• Развитие сверхпроводников для энергетических сетей

Будущее передачи энергии без потерь

Сверхпроводники – это материалы, обладающие нулевым электрическим сопротивлением при определенных температурах. Их применение в энергетике может радикально изменить способ передачи электроэнергии, устраняя потери на сопротивление и тепловое выделение.

Основные перспективы:

- *Высокотемпературные сверхпроводники (HTS)* – работают при температурах выше -196°C (температура жидкого

азота), что делает их более практичными для реального применения.

- *Сверхпроводящие линии электропередачи (СВЛЭП)* – снижение потерь электроэнергии в 2–3 раза по сравнению с традиционными линиями.

- *Сверхпроводящие трансформаторы* – компактные, легкие и с высоким КПД.

- **Пример.** В Германии реализован проект AmpaCity, где сверхпроводящие кабели используются для высокоэффективной передачи энергии в городской сети.

Вызовы и решения:

- *Высокая стоимость производства сверхпроводников.* Решение – разработка более доступных керамических HTS-материалов.

- *Необходимость охлаждения до низких температур.* Решение – использование новых материалов на основе графена и нитрида бора, работающих при более высоких температурах.

- *Массовое внедрение ожидается в течение 10–15 лет* – текущие исследования направлены на создание компактных сверхпроводников.

• Рост производства экологически безопасных диэлектриков

Почему это важно?

Экологические нормы ужесточаются во всем мире, требуя **снижения токсичности и повышения уровня переработки** электротехнических материалов. Традиционные диэлектрики, такие как **ПВХ** и **маслонаполненные изоляционные системы**, заменяются **экологически чистыми полимерами и натуральными маслами**.

Тенденции:

- *Биоразлагаемые полимеры (PLA, PHA)* – используются в оболочках кабелей, обеспечивая полную переработку после окончания срока службы.

- *Жидкие изоляционные материалы на основе натуральных масел* – замена традиционных нефтепродуктов в трансформаторных жидкостях.

- *Гибридные композиты с наночастицами* – объединяют экологичность и высокую термостойкость.

В Европе разрабатываются биоразлагаемые изоляционные пленки на основе крахмала, которые способны заменить традиционные ПЭТ-диэлектрики.

Прогноз:

- В ближайшие пять лет **50 % новых кабельных материалов** будет производиться с учетом экологических стандартов.



В России ведется разработка отечественных биоразлагаемых изоляционных материалов

- Страны ЕС и США планируют полный отказ от *ПВХ-изоляции в электротехнике к 2035 году*.

- В России ведется разработка *отечественных биоразлагаемых изоляционных материалов* для снижения зависимости от импорта.

• Применение искусственного интеллекта для разработки новых материалов

Как AI меняет материалы будущего?

- *Моделирование свойств новых соединений* – AI анализирует миллионы возможных комбинаций атомов для поиска оптимальных структур сверхпроводников, диэлектриков и магнитных сплавов.

- *Предсказание долговечности и устойчивости материалов* – машинное обучение помогает прогнозировать износостойкость и устойчивость к экстремальным условиям.

- *Оптимизация производственных процессов* – AI выбирает наилучшие условия синтеза, снижая затраты на разработку и тестирование новых материалов.

В 2025 году компания **DeepMind** (Великобритания) разработала **ИИ-алгоритм для поиска новых диэлектриков**, который сократил время на открытие новых материалов **с 10 лет до 2 лет**.

Прогноз:

- В ближайшие пять лет AI станет *неотъемлемым инструментом* в разработке новых проводников, изоляционных и магнитных материалов.

- Ожидается создание *самовосстанавливающихся диэлектриков*, предсказанных AI-моделями.

- *Интеллектуальные материалы* – проводники, автоматически регулирующие сопротивление в зависимости от температуры и нагрузки.

• Влияние политики импортозамещения и поддержки отечественных инноваций

Как геополитика меняет рынок материалов?

- *Снижение зависимости от импорта* – разработка российских анало-

гов материалов, ранее закупаемых за рубежом.

- *Государственные субсидии и программы поддержки* – финансирование НИОКР в сфере материаловедения.

- *Создание новых производств* сверхчистых металлов и полимеров.

Конкретные шаги:

- *Запуск отечественного производства аморфных магнитных мате-*

риалов – уменьшение потерь в трансформаторах и электродвигателях.

- *Развитие российских суперпроводников* – ключевой проект для энергетики и транспорта.

- *Производство отечественных биоразлагаемых изоляционных материалов* – отказ от импортных решений.

В 2025 году в России запущен новый завод по *производству отечественных диэлектрических полимеров*, что снизило зависимость от зарубежных поставщиков на **40 %**.

Заключение: будущее электротехники через призму инновационных материалов

Развитие электротехнической отрасли невозможно без постоянного совершенствования материалов, исполь-



зубаемых в производстве проводников, изоляции, магнитных компонентов и высокотемпературных покрытий. В 2025 году мы наблюдаем настоящий прорыв в этой сфере: **сверхпроводники, нанокompозитные диэлектрики, биоразлагаемые полимеры, гибкие магнитные материалы и интеллектуальные покрытия** уже сегодня формируют новую реальность.

Эти инновации позволяют не только **повысить энергоэффективность**, но и **сократить углеродный след**, увеличить долговечность электротехнических изделий и адаптировать их к экстремальным условиям эксплуатации. Однако успешная интеграция этих технологий в промышленное производство требует **значительных инвестиций в исследования и разработки**, а также поддержки со стороны государства и бизнеса.

• Роль инновационных материалов в будущем электротехники

1. Энергоэффективность и снижение потерь

- *Сверхпроводящие линии электропередачи* исключают потери на сопротивление, обеспечивая практически 100 % КПД при передаче энергии.

- *Аморфные и нанокристаллические магнитные материалы* уменьшают потери в трансформаторах и электродвигателях, что особенно важно для сетей Smart Grid.

- *Графеновые проводники* сделают электронику более компактной и долговечной, улучшая характеристики полупроводниковых приборов.

2. Долговечность и надежность

- *Новые полимерные изоляционные материалы* продлят срок службы кабельных систем на 20–30 лет.

- *Самовосстанавливающиеся покрытия* защитят провода и контакты от механических повреждений и коррозии.

- *Высокотемпературные керамики* сделают электронику и электросистемы более устойчивыми к экстремальным условиям.

3. Экологическая устойчивость

- *Биоразлагаемые изоляционные материалы* заменят токсичные аналоги на основе ПВХ.

- *Экологически чистые диэлектрики* на основе натуральных масел исключают использование нефтепродуктов в трансформаторной изоляции.

- *Композитные материалы* для утилизации позволят перерабатывать старые кабели и компоненты, снижая объем отходов.

- **Вывод:** инновационные материалы сделают электротехнику более эффективной, надежной и экологически безопасной, обеспечивая устойчивое развитие отрасли в XXI веке.

• Необходимость инвестиций в исследования и разработки

Для широкого внедрения новых материалов требуется значительная поддержка со стороны бизнеса и государства. Фундаментальные исследования в области материаловедения, химии, нанотехнологий и физики твердого тела играют ключевую роль в создании доступных и массовых инновационных решений.

Ключевые направления инвестиций:

- *Снижение себестоимости новых материалов* – разработка недорогих сверхпроводников, композитных полимеров и гибридных сплавов.

- *Автоматизация производства* – внедрение 3D-печати и роботизированных технологий для снижения затрат.

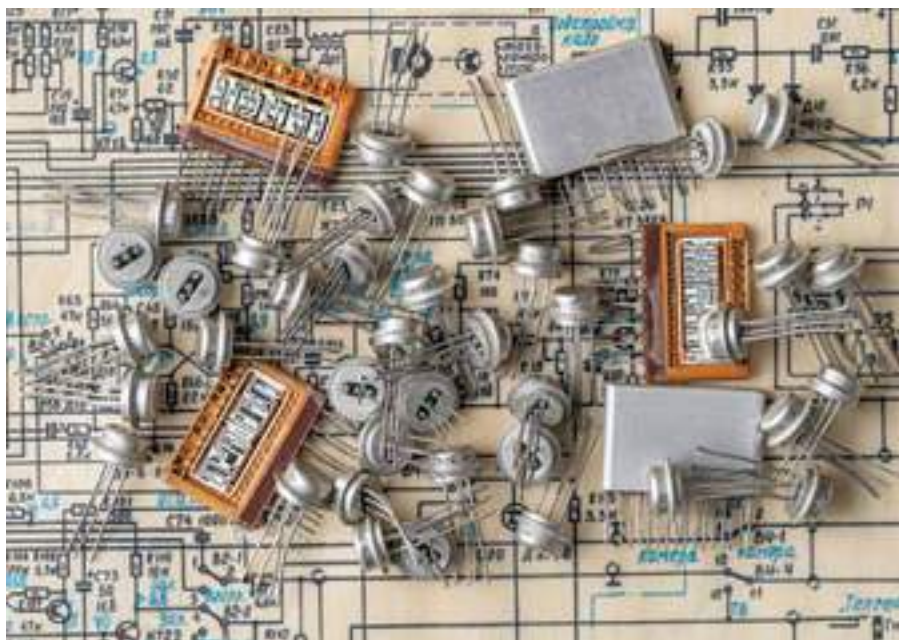
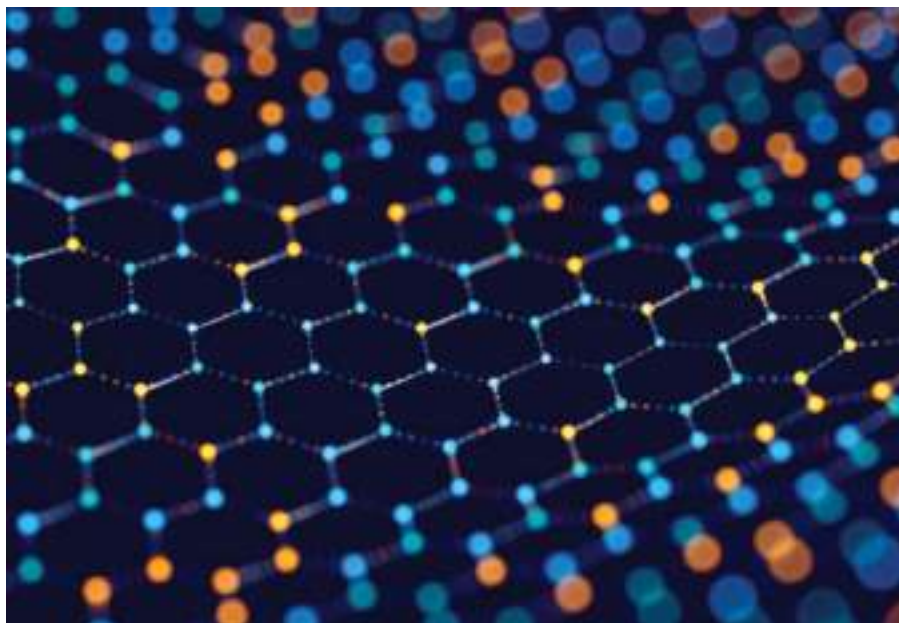
- *Исследования в области утилизации* – поиск новых методов переработки сложных композитных материалов.

Как ускорить внедрение новых технологий?

- *Государственные программы субсидирования НИОКР* – финансирование разработок в университетах и научных центрах.

- *Тесное сотрудничество науки и промышленности* – пилотные проекты, совместные лаборатории и испытательные полигоны.

- *Гибкая сертификация и стандартизация* – ускоренные процедуры испытаний для инновационных материалов.



Инновационные материалы – это основа

будущего электротехники

В 2025 году ведущие страны инвестируют в исследования до **15 % оборота электроэнергетической отрасли** для ускоренного внедрения новых материалов и технологий.

• Потенциальное влияние новых технологий на энергетику, транспорт и промышленность

Инновационные материалы уже сейчас трансформируют **энергетику, транспорт и производство**, создавая более устойчивую и эффективную экономику.

1. Будущее энергетики

- *Сверхпроводящие кабели* повысят эффективность передачи энергии, снизив потери на 30–50 %.
- *Экологически безопасные диэлектрики* заменят нефтепродукты в трансформаторах и линиях электропередачи.
- *Умные материалы* помогут оптимизировать распределение электроэнергии в сетях Smart Grid.

В США уже реализуются проекты по переходу **на полностью сверхпроводящие сети к 2040 году**, что обеспечит 100 % эффективность передачи энергии.

2. Транспорт и электромобили

- *Легкие алюминиевые и графеновые проводники* снизят массу электротранспорта, увеличив запас хода на 20–30 %.
- *Гибкие магнитные материалы* позволят создавать *индукционные зарядные системы* для беспроводной зарядки электромобилей прямо на дорогах.
- *Высокотемпературные композитные материалы* защитят электродвигатели и аккумуляторы от перегрева и механических повреждений.

В Японии разработаны новые **сверхпроводниковые моторы для магнитолевитационных поездов**, которые потребляют **на 30 % меньше энергии** по сравнению с традиционными аналогами.

3. Индустрия 4.0 и умные производства

- *Материалы с искусственным интеллектом* позволят системам самонастраиваться под нагрузку, продлевая срок службы оборудования.
- *Самовосстанавливающиеся покрытия* снизят износ оборудования, продлевая его эксплуатацию.
- *3D-печать электротехнических компонентов* позволит производить кабели, конденсаторы и трансформаторы на месте, без необходимости долгих поставок.

торы на месте, без необходимости долгих поставок.

- **Пример.** В Германии запущено **полностью автоматизированное производство на основе искусственного интеллекта**, где новые материалы подбираются в режиме реального времени на основе анализа нагрузок и внешних условий.

Заключительный вывод

- **Инновационные материалы** – это основа будущего электротехники, обеспечивающая повышение энергоэффективности, надежности и экологической устойчивости.

- **Для их массового внедрения** необходимы значительные инвестиции в исследования, модернизацию производства и новые методы сертификации.

- **Будущее энергетики, транспорта и промышленности** напрямую зависит от использования передовых материалов, способных адаптироваться к условиям завтрашнего дня.

Какие шаги нужно предпринять?

- Активное финансирование научных разработок.
- Снижение себестоимости новых материалов через автоматизацию и оптимизацию производства.
- Международное сотрудничество в области стандартов и технологий переработки материалов.

Внедрение новых материалов – это не просто эволюция, а настоящая революция, которая в ближайшие десятилетия определит облик мировой энергетики, транспорта и промышленности.



ВКЛЮЧЕНЫ В РЕЕСТР РОССИЙСКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОДУКЦИИ



разрабатываем и производим радиоэлектронные компоненты



ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Разрабатываем и серийно производим электромагнитные промежуточные реле, такие как РЭК59, РП-Ир2 на 4 переключения и РП-Ир2 на 1 замыкание.

ОСОБЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Катушки АС и DC
 - Опция защита обмотки от ЭДС самоиндукции
 - Способы монтажа: пайкой на печатную плату, навесной или розетку КС-2 и КС-6
 - Климатическое исполнение: УХЛ 2,1, ТВ2
 - Соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011).
- Регистрационный номер декларации ЕАЭС № RU Д-РУ.РА06.В.09311/22 от 1.09.2022 г.

Россия, 664075, г. Иркутск, ул. Байкальская, 239

(3952) 35-23-18

marketing@irzirk.ru



Посмотрите каталог промежуточных реле на сайте:
www.irzirk.ru

Как умные кабельные системы изменят инфраструктуру к 2025 году

■ Максим Плужников

В 2025 году ожидается, что умные кабельные системы станут стандартом для многих крупных проектов, что повысит надежность и безопасность эксплуатации кабельных сетей.

Рассмотрим некоторые аспекты влияния и развития умных кабельных систем.

Интеграция и управление

Интеграция и управление умными домами к 2025 году значительно усовершенствуются благодаря развитию технологий и появлению новых решений:

1. Умные сети (Smart Grids) позволят эффективнее интегрировать новые технологии, такие как IoT, в существующую инфраструктуру, что приведет к более эффективному управлению производством, распределением и потреблением энергии.
2. Появление новых протоколов связи, таких как Thread и Matter, наряду с уже существующими Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi и Bluetooth, обеспечит более

широкую совместимость устройств и улучшит их взаимодействие.

3. Развитие искусственного интеллекта позволит создать более мощные системы автоматизации. Например, Apple планирует внедрить систему Apple Intelligence с улучшенной Siri, которая сможет точнее управлять устройствами, приложениями и мультимедиа.
4. Ожидается появление новых устройств управления, таких как смарт-дисплеи. Apple планирует выпустить доступное устройство, напоминающее iPad, которое позволит управлять умным домом, смотреть контент и использовать различные приложения.

5. Развитие мультиагентных систем ИИ приведет к появлению специализированных ИИ-агентов, которые смогут самостоятельно интегрироваться с корпоративными системами, выполняя указания в режиме no-code.

Эффективность и надежность

В 2025 году ожидается значительное повышение эффективности и надежности кабельных систем благодаря внедрению умных технологий и инновационных решений:

1. Умные кабельные системы станут стандартом для многих крупных проектов, что позволит значительно повысить надежность и безопасность эксплуатации кабельных сетей.
2. Применение цифровых двойников систем силовых кабелей обеспечит непрерывный мониторинг и анализ состояния кабеля, потоков нагрузки и событий потребления в течение всего срока службы.
3. Развитие высокотемпературных сверхпроводящих кабелей (ВТСП-кабели) позволит увеличить передаваемую мощность при минимизации строительных работ и эксплуатационных расходов, особенно в условиях плотной городской застройки.
4. Совершенствование методов оценки пропускной способности кабельных линий с учетом динамических факторов, таких как изменяющийся во времени ток в кабеле и частичное высыхание грунта вокруг кабельных каналов, по-



В 2025 году ожидается значительное развитие инновационных решений IoT в различных сферах

высит точность прогнозирования и управления нагрузками.

5. Внедрение новых изоляционных материалов и пересмотр традиционных пределов рабочих температур для силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена приведет к повышению их эффективности и долговечности.
6. Развитие сетей постоянного тока среднего напряжения позволит более эффективно и гибко управлять потоками мощности, хотя их широкое внедрение пока ограничено высокой стоимостью и отсутствием необходимых международных стандартов.

Эти инновации в совокупности приводят к созданию более надежных, эффективных и управляемых кабельных систем, способных удовлетворить растущие потребности в энергоснабжении при одновременном снижении эксплуатационных расходов и повышении безопасности. Оптимальное распределение электроэнергии может увеличить эффективность производства энергии на 20–30%.

Инновационные решения IoT

В 2025 году ожидается значительное развитие инновационных решений IoT в различных сферах.

Умные счетчики и ЖКХ:

- IoT-счетчики будут автоматически собирать и передавать данные о потреблении ресурсов в реальном времени.
- Это позволит оптимизировать использование ресурсов, улучшить анализ данных и повысить энергоэффективность.
- Ожидается рост количества подключенных устройств в сфере ЖКХ и энергетики.

Промышленность и энергетика:

- Цифровизация промышленности и энергетики станет одним из основных драйверов развития IoT.
- Корпоративные хранилища данных будут играть важную роль в обработке больших объемов информации от IoT-устройств.

Автомобильная отрасль:

- Прогнозируется, что к 2025 году около 18,5 млн автомобилей в России будут подключены к сети,

что составит почти половину всех активных IoT/M2M-устройств.

Искусственный интеллект и облачные технологии:

- Windows Server IoT 2025, выпущенный в ноябре 2024 года, предоставляет комплексное решение для интеграции IoT с облачными технологиями и искусственным интеллектом.
- Ожидается увеличение использования ИИ в IoT-решениях.

Рост рынка:

- Прогнозируется рост IoT на уровне 10–15% в 2025 году благодаря спросу на энергоэффективные и экологичные технологии.
- Общее количество M2M/IoT-устройств в России может достичь 40,8 млн к 2025 году.

Сокращение энергопотребления

Внедрение IoT в энергетическую инфраструктуру может привести к сокращению энергопотребления до 15%.

В 2025 году ожидается значительное сокращение энергопотребления в домах благодаря внедрению ряда инновационных технологий:

1. Умные системы освещения с автоматической регулировкой яркости

и датчиками присутствия могут снизить затраты на электричество.

2. Интеллектуальные термостаты с ИИ оптимизируют работу отопления, кондиционирования и вентиляции, используя энергосберегающие алгоритмы.
3. Энергоэффективные материалы, такие как аэрогели и вакуумные панели, значительно снижают теплопотери в зданиях.
4. Интеграция возобновляемых источников энергии, включая солнечные панели, ветрогенераторы и геотермальные системы, позволяет зданиям производить собственную энергию.
5. Системы управления зданием (BMS) с использованием IoT оптимизируют энергопотребление, контролируя освещение, отопление и вентиляцию в реальном времени.
6. Энергоэффективная бытовая техника, такая как холодильники с ИИ и умные духовки, способствует снижению общего энергопотребления.
7. Использование LED-освещения, которое служит дольше и потребляет меньше энергии по сравнению с традиционными лампами.

В целом умные кабельные системы совместно с IoT заметно меняют отрасль энергетики, приводя к значительным изменениям в производстве и распределении энергии, повышая эффективность, надежность и устойчивость системы энергетики.



Какие новые технологии будут внедрены в кабельной промышленности в ближайшие годы

■ Игорь Чернов

Кабельная промышленность постоянно развивается под влиянием технологических трендов. Рост спроса на высокоскоростную передачу данных, экологичность и надежность заставляет производителей искать и внедрять различные инновационные решения. Эксперты ожидают, что в ближайшие годы кабельная отрасль столкнется с масштабными изменениями, вызванными цифровизацией, переходом на новые материалы и внедрением интеллектуальных технологий.

Давайте попробуем заглянуть в будущее и посмотреть, что ждет отрасль и какие технологии имеют наиболее высокие перспективы.

1. Интеллектуальные кабели (Smart Cables)

В последние годы кабельная промышленность активно движется в сторону интеллектуализации продукции. Интеллектуальные кабели (Smart Cables) представляют собой проводниковые системы, оснащенные сенсорами, микропроцессорами и возможностью передачи данных. Их основная задача – обеспечить мониторинг состояния в реальном времени, повысить надежность и минимизировать риски аварий.

1.1. Принцип работы интеллектуальных кабелей

Интеллектуальные кабели работают по принципу встроенного мониторинга и передачи данных. Они включают:

- **Сенсорные датчики** (температуры, влажности, давления, механического напряжения, утечки тока и других параметров).
- **Микропроцессоры** (обрабатывают информацию, проводят анализ и отправляют данные в систему управления).

- **Коммуникационные модули** (Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWAN, 5G, проводная передача данных).

Данные с сенсоров могут передаваться в облачную систему или локальную сеть предприятия, где алгоритмы машинного обучения анализируют их и предупреждают об отклонениях.

1.2. Преимущества использования интеллектуальных кабелей

- **Предотвращение аварий**

Система раннего оповещения помогает заблаговременно выявить неисправности (перегрев, механические повреждения, скачки напряжения).

- **Снижение затрат на обслуживание**

Вместо регламентных проверок можно использовать предиктивное обслуживание – обслуживать кабели только при наличии реальной потребности.

- **Оптимизация энергопотребления**

Встроенные системы управления позволяют регулировать подачу электроэнергии, снижая потери и перераспределяя нагрузку.

- **Дистанционный мониторинг и автоматизация**

Благодаря интеграции с SCADA-системами (Supervisory Control



В последние годы кабельная промышленность

активно движется в сторону интеллектуализации

производства

and Data Acquisition) операторы могут отслеживать состояние сетей в режиме реального времени и управлять ими удаленно.

1.3. Где применяются интеллектуальные кабели?

- **Энергетика** – интеллектуальные силовые кабели используются для мониторинга высоковольтных линий и подстанций, повышая надежность электросетей.
- **Промышленность** – внедрение Smart Cables в заводские сети помогает избежать простоев из-за перегрева оборудования.
- **Строительство** – умные кабельные системы в зданиях и «умных домах» позволяют контролировать потребление энергии и предотвращать возгорания.
- **Телекоммуникации** – сети передачи данных, использующие интеллектуальные кабели, могут автоматически балансировать нагрузку и снижать потери сигнала.
- **Транспорт** – железнодорожные и авиационные системы используют Smart Cables для мониторинга электропитания и обеспечения безопасности.

1.4. Будущее интеллектуальных кабелей

В ближайшие годы ожидается интеграция интеллектуальных кабелей с искусственным интеллектом и нейросетями. Это позволит:

- Предсказывать аварии с высокой точностью.
- Самостоятельно регулировать параметры работы системы.
- Обеспечивать полную автоматизацию управления электрическими сетями.

2. Сверхпроводящие кабели

Современные энергосистемы сталкиваются с проблемами потерь мощности, перегрева и перегрузки сетей. Одним из самых перспективных решений являются **сверхпроводящие кабели**, которые способны передавать энергию практически без потерь. В ближайшие годы их массовое внедрение может привести к революции в энергетике, промышленности и транспорте.

2.1. Что такое сверхпроводящие кабели?

Сверхпроводящие кабели – это системы передачи энергии, использующие материалы, способные проводить электричество **без сопротивления** при определенных низких температурах. Такие кабели состоят из:

- **Сверхпроводящего слоя** – чаще всего из соединений меди, ниобия, олова или новых материалов на основе графена.
- **Криогенной оболочки** – охлаждающей среды (жидкий азот, жидкий

водород), которая поддерживает материал в сверхпроводящем состоянии.

- **Экрана и изоляции** – предотвращают электромагнитные помехи и утечки.

Когда кабель охлаждается ниже **критической температуры**, сопротивление исчезает, и электричество начинает передаваться без потерь.

2.2. Преимущества сверхпроводящих кабелей

- **Нулевые потери энергии**

Обычные кабели теряют **5–10 % энергии** в виде тепла, тогда как сверхпроводники передают ток **без сопротивления** и, следовательно, **без потерь**.

- **Компактность и высокая пропускная способность**

Сверхпроводящий кабель может передавать **в 5–10 раз больше энергии**, чем обычный медный кабель такого же диаметра. Это особенно важно для мегаполисов с ограниченным пространством для прокладки новых линий.

- **Отсутствие перегрева**

Такой кабель не выделяет тепло и не требует мощных систем охлаждения, что снижает эксплуатационные расходы.

- **Устойчивость к коротким замыканиям**

Благодаря уникальным свойствам сверхпроводников, токи короткого замыкания не вызывают перегрева и разрушения кабеля.





• Экологическая безопасность

Использование сверхпроводников **снижает выбросы CO₂** за счет уменьшения потерь электроэнергии и повышения энергоэффективности.

2.3. Где применяются сверхпроводящие кабели?

Электроэнергетика

- Передача энергии на большие расстояния без потерь.
- Использование в подземных электросетях мегаполисов.
- Замена воздушных ЛЭП для повышения безопасности.

Транспорт

- Питание высокоскоростных поездов и метрополитена.
- Использование в электромобилях и зарядных станциях будущего.

Промышленность

- Обеспечение мощных заводов энергией без скачков напряжения.
- Использование в металлургии, нефтехимии и других энергос затратных производствах.

Медицинская сфера

- Создание мощных магнитно-резонансных томографов (МРТ).
- Применение в оборудовании для магнитотерапии и диагностики.

IT и дата-центры

- Обеспечение сверхнизких потерь энергии в серверах.
- Увеличение скорости передачи данных.

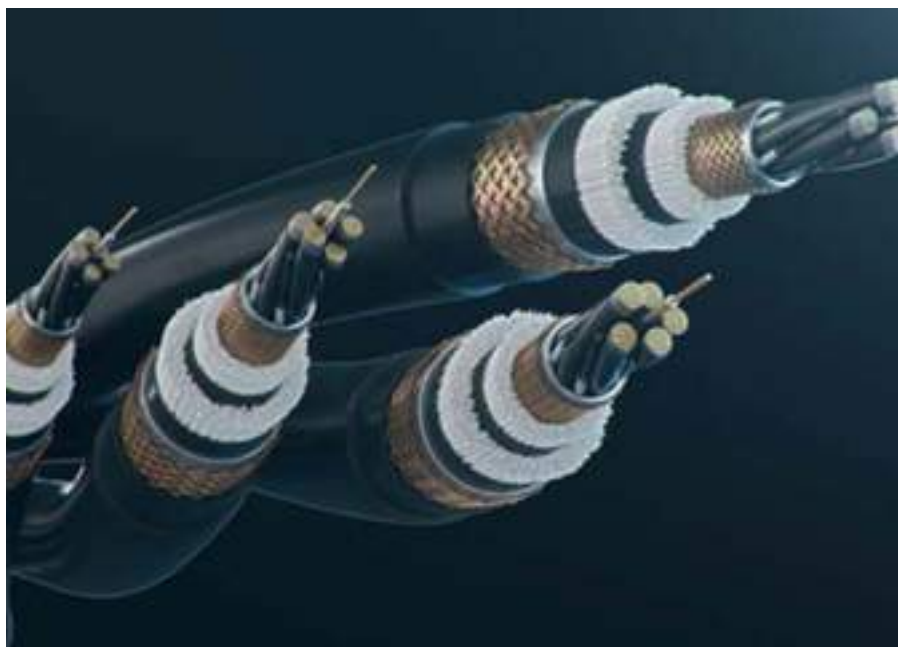
2.4. Основные технологии и перспективы

Высокотемпературные сверхпроводники (HTS)

Классические сверхпроводники требуют охлаждения до **-269 °C** (близко к абсолютному нулю). Однако новые HTS-материалы работают при **-196 °C** (температура жидкого азота), что делает их **дешевле и проще в эксплуатации**.

Гибкие сверхпроводящие кабели

Разработки ведутся в направлении **гибких сверхпроводников**, которые можно прокладывать в сложных условиях (например, в туннелях, небоскребах и метро).



Графеновые сверхпроводники

Графен открывает возможность создания **компактных, легких и устойчивых к повреждениям сверхпроводящих кабелей**, которые могут революционизировать энергетику и транспорт.

3. Гибридные кабели

В условиях стремительного развития технологий и роста потребностей в передаче данных и электроэнергии одновременно, **гибридные кабели** становятся перспективным решением для множества отраслей. Они представляют собой кабели, которые совмещают несколько функций, например, могут передавать **электроэнергию, сигналы связи, данные и даже охлаждающую жидкость** в одном корпусе.

Такой подход значительно сокращает расходы на монтаж и эксплуатацию сетей, повышает надежность инфраструктуры и позволяет экономить пространство, особенно в урбанизированных районах и промышленных объектах.

3.1. Что такое гибридные кабели?

Гибридные кабели – это многокомпонентные проводниковые системы, которые включают в себя:

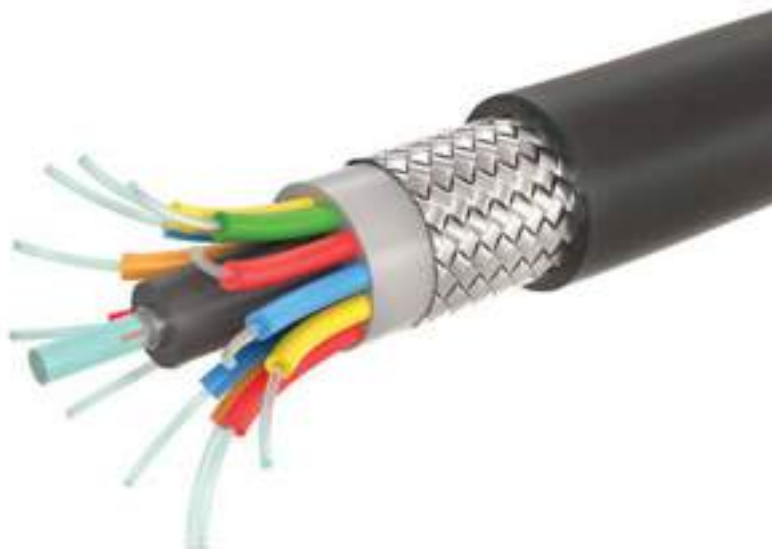
- **Электрические жилы** для передачи электроэнергии (низковольтные, средневольтные или высоковольтные).
- **Оптоволоконные жилы** для высокоскоростной передачи данных.
- **Коаксиальные жилы** для аналоговых сигналов (например, в телевизионных системах или системах видеонаблюдения).
- **Жилы для передачи охлаждающей жидкости или газа** (используются в промышленных системах).

Комбинация этих элементов позволяет уменьшить количество отдельных кабелей, сократить затраты на монтаж и обслуживание.

3.2. Преимущества гибридных кабелей

Экономия пространства и снижение затрат

Вместо прокладки нескольких линий можно использовать **одну кабель**, который выполняет несколько функций сразу.



Это особенно важно для мегаполисов, промышленных предприятий и подземных сооружений.

Повышенная надежность и долговечность

Объединение проводников в одной оболочке *уменьшает количество соединений и точек отказа*, а значит, повышает устойчивость к механическим повреждениям и внешним воздействиям.

Снижение затрат на обслуживание

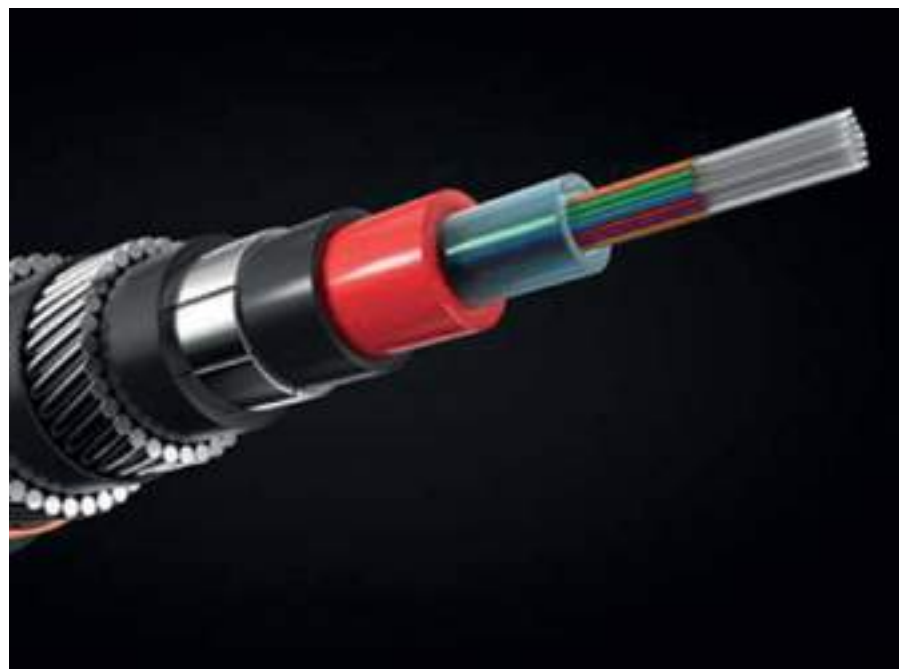
Использование гибридных кабелей *уменьшает потребность в регулярном техническом обслуживании*, так как они реже выходят из строя.

Использование гибридных кабелей уменьшает

потребность в регулярном техническом обслуживании

Гибкость и универсальность применения

Гибридные кабели подходят как для городских условий, так и для удаленных объектов, например, ветряных электростанций, морских платформ или умных домов.



Поддержка новых технологий (5G, IoT)

Такие кабели позволяют легко интегрировать *передачу данных в реальном времени*, что особенно важно для инфраструктуры «умных» городов, интернета вещей (IoT) и сетей 5G.

3.3. Где применяются гибридные кабели?

Энергетика и возобновляемые источники энергии

- Подключение *солнечных и ветряных электростанций* к электросетям с одновременной передачей данных для мониторинга работы.
- Использование в *оффшорных ветряных парках*, где требуется минимизировать количество кабелей.

Телекоммуникации и 5G

- Гибридные кабели активно применяются в *сетях 5G*, обеспечивая питание базовых станций и передачу данных одновременно.
- Оптоволоконные гибридные кабели используются в *дата-центрах* для повышения скорости и стабильности соединения.

«Умные» здания и промышленность

- Обеспечение энергоснабжения, передачи данных и видеонаблюдения в одном кабеле в *современных офисах, торговых центрах и жилых комплексах*.
- Использование в *заводах и логистических центрах*, где важна интеграция систем автоматизации и электропитания.

Транспорт и инфраструктура

- Подключение *зарядных станций для электромобилей*, где гибридные кабели передают как *электроэнергию*, так и *данные для управления зарядкой*.
- Использование в *поездах, метро и аэропортах* для одновременной передачи энергии, сигналов и управления системами безопасности.

Оборонная и аэрокосмическая сфера

- В военных и аэрокосмических системах гибридные кабели *уменьшают вес конструкции и повышают надежность электропитания и связи.*

3.4. Основные технологии и перспективы

Гибридные кабели с водородными трубками

- Ведутся разработки кабелей, которые *передают электроэнергию и одновременно транспортируют водород*, что может стать прорывом для водородной энергетики.

Гибридные оптоволоконные кабели с датчиками

- В будущем кабели будут оснащены встроенными *датчиками вибрации, температуры и давления*, что повысит их *безопасность и эффективность.*

Сверхгибкие кабели для роботов и автоматизированных систем

- Современные разработки направлены на создание *гибридных кабелей для промышленной робототехники*, которые обеспечивают *энергоснабжение и передачу данных без перегибов и повреждений.*

Экологичные гибридные кабели

- В будущем активно будут использоваться *кабели с перерабатываемыми оболочками и безопасными изоляционными материалами* для уменьшения влияния на окружающую среду.

4. Экологичные кабели

Экологичные кабели: новый стандарт в кабельной промышленности

Современная кабельная промышленность сталкивается с вызовами, связанными с экологическими требованиями, переработкой отходов и сокращением углеродного следа. В ответ на это компании разрабатывают **экологичные кабели**, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду.

В ближайшие годы акцент будет сделан на разработку биополимерных изоляционных материалов, переработку кабельных отходов, снижение токсичности при горении и увеличении срока службы продукции.

4.1. Что такое экологичные кабели?

Экологичные кабели – это продукция, соответствующая принципам **устойчивого развития**, включающая в себя:

Безвредные изоляционные материалы – заменяют традиционные пластмассы и ПВХ (поливинилхлорид), выделяющие токсичные вещества при нагреве.

Биоразлагаемые оболочки – состоят из перерабатываемых или натуральных компонентов, таких как крахмал, целлюлоза, растительные масла.

Переработка и повторное использование – медь, алюминий и другие ме-

таллы извлекаются из старых кабелей и используются повторно.

Энергоэффективное производство – сокращение выбросов CO₂ на этапах изготовления и транспортировки.

Снижение выбросов при горении – уменьшение содержания галогенов и других вредных веществ.

4.2. Основные экологические проблемы традиционных кабелей

- **Выделение токсичных газов при горении** – стандартные кабели с ПВХ-изоляцией при пожаре выделяют хлор, диоксиды и другие вредные вещества, опасные для человека и окружающей среды.



- **Сложность переработки** – пластиковая изоляция и оболочки трудноперерабатываемы и часто оказываются на свалках, загрязняя почву и воду.

- **Высокое энергопотребление при производстве** – добыча сырья (меди, алюминия, пластмасс) требует большого количества электроэнергии и выбрасывает парниковые газы.

- **Краткий срок службы** – традиционные кабели часто имеют ограниченный срок эксплуатации и нуждаются в регулярной замене.

4.3. Экологичные решения в кабельной индустрии

Безгалогенные кабели (LSZH – Low Smoke Zero Halogen)

- Не содержат хлор, фтор и бром, которые выделяют едкий дым и токсичные газы при горении.

- Применяются в общественных зданиях, транспорте, туннелях и промышленных объектах.

Переработанные и биоразлагаемые материалы

- Используются биополимеры, кукурузный крахмал, природные масла вместо ПВХ.
- Улучшенная переработка медных и алюминиевых проводников для снижения потребности в добыче руды.

Энергоэффективные технологии производства

- Использование возобновляемых источников энергии в производстве.
- Оптимизация технологических процессов для снижения углеродного следа.

Сверхдолговечные кабели

- Повышенная стойкость к температурным перепадам, ультрафиолету и механическим повреждениям.
- Позволяют сократить частоту замены, уменьшая отходы.

4.4. Где применяются экологичные кабели?

Строительство и инфраструктура

- Применение LSZH-кабелей в жилых и коммерческих зданиях для повышения пожарной безопасности.
- Уменьшение токсичных выбросов при монтаже и эксплуатации.

Телекоммуникации и 5G

- Оптоволоконные кабели с биоразлагаемой оболочкой.
- Экологичные материалы для сетевого оборудования.

Энергетика и возобновляемые источники

- Кабели с повышенной устойчивостью к ультрафиолету и влаге для солнечных и ветряных электростанций.
- Легкоперерабатываемые решения для высоковольтных линий.

Транспорт (авто, авиа, метро)

- В метро и железнодорожных туннелях LSZH-кабели уменьшают дымообразование при возгорании.
- В электромобилях используются гибкие кабели с безопасными изоляционными материалами.

Военные и медицинские объекты

- Строгие экологические нормы требуют использования кабелей с низким уровнем выделения токсичных веществ.
- Применяются в госпиталях, лабораториях и оборонных предприятиях.

4.5. Основные технологии и перспективы

Графеновые покрытия

- Повышают износостойкость кабелей.
- Снижают энергопотери.

Самовосстанавливающиеся материалы

- Полимеры, которые самостоятельно устраняют повреждение изоляции, продлевая срок службы кабеля.



Графеновые кабели обещают повысить

эффективность передачи электроэнергии

Нанотехнологии для увеличения прочности

- Улучшение физических характеристик кабелей без увеличения веса.

Полностью биоразлагаемые кабели

- Экспериментальные решения, полностью разлагающиеся в течение нескольких лет без вреда окружающей среде.

5. Графеновые кабели

В последние годы ученые активно изучают **графен** – материал, состоящий из одного слоя атомов углерода, обладающий уникальными физическими свойствами. В кабельной промышленности графен открывает **новую эру сверхпроводимости, легкости, гибкости и высокой прочности**.

Графеновые кабели обещают **повысить эффективность передачи электроэнергии, сократить потери, улучшить теплопроводность и обеспечить защиту от механических повреждений**. Эти технологии уже тестируются в аэрокосмической промышленности, энергетике, транспорте и высокоскоростных телекоммуникационных системах.

5.1. Что такое графеновые кабели?

Графеновые кабели – это проводники, в которых **основной материал или оболочка содержат графен**, что делает их легче, прочнее и эффективнее, чем традиционные медные или алюминиевые кабели.

Структура графенового кабеля

- **Графеновые нанопровода** – заменяют медные и алюминиевые жилы, обладая *лучшей электропроводностью и меньшей массой*.
- **Графеновая изоляция** – защищает кабель от перегрева, механических повреждений и электромагнитных помех.
- **Гибридные графеновые композиты** – объединяют графен с медью, алюминием или углеродными нанотрубками, улучшая проводимость и прочность.

5.2. Преимущества графеновых кабелей

Суперпроводимость без охлаждения

- В отличие от традиционных сверхпроводников, графен *не требует экстремального охлаждения* для сохранения высокой проводимости.
- Это позволяет использовать такие кабели *в обычных условиях*, без затрат на криогенные системы.

Повышенная электропроводность

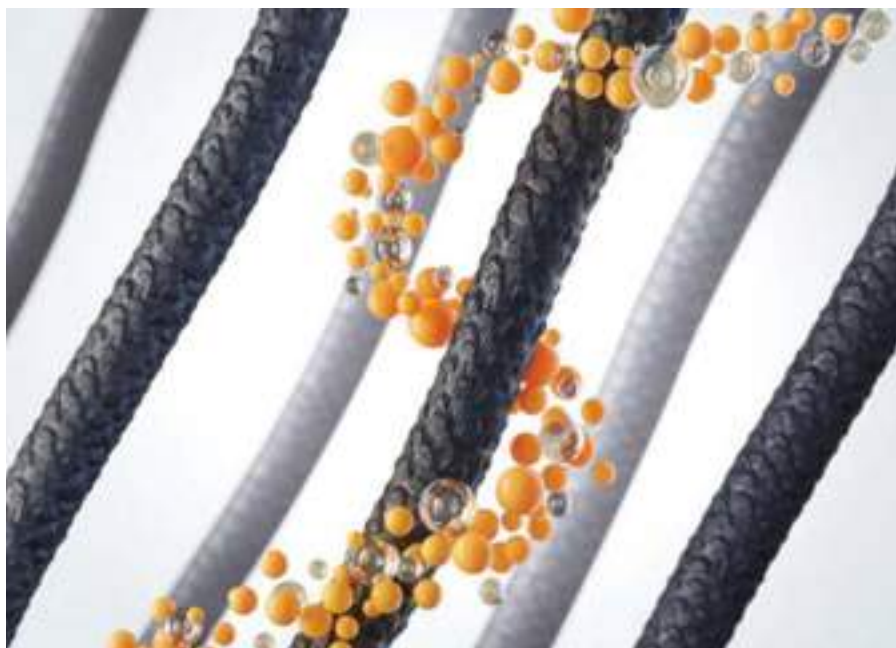
- Графеновые жилы *проводят электричество на 30–50 % лучше*, чем медные провода той же толщины.
- Это позволяет *снизить потери энергии* и повысить КПД электросетей.

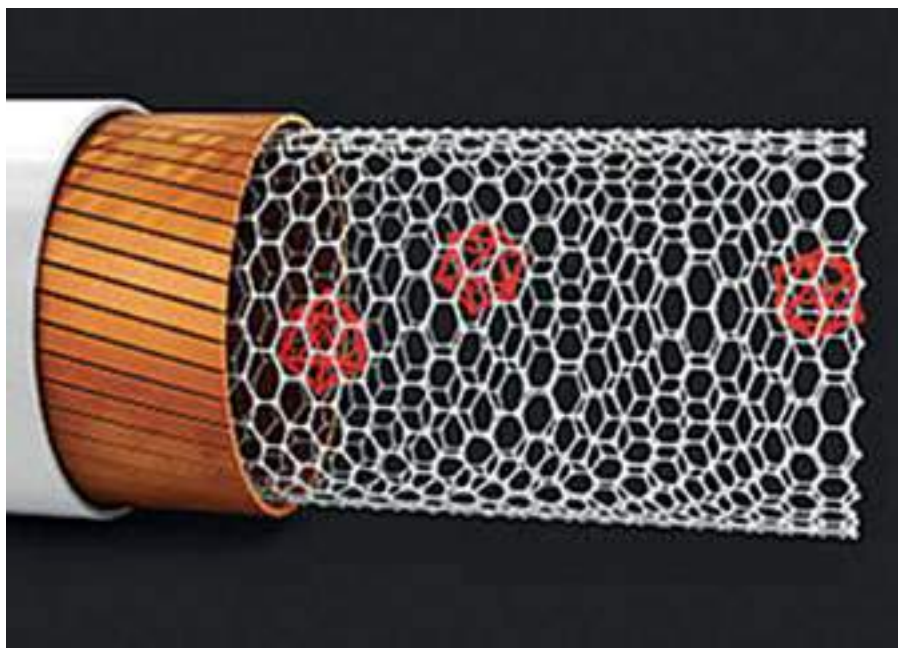
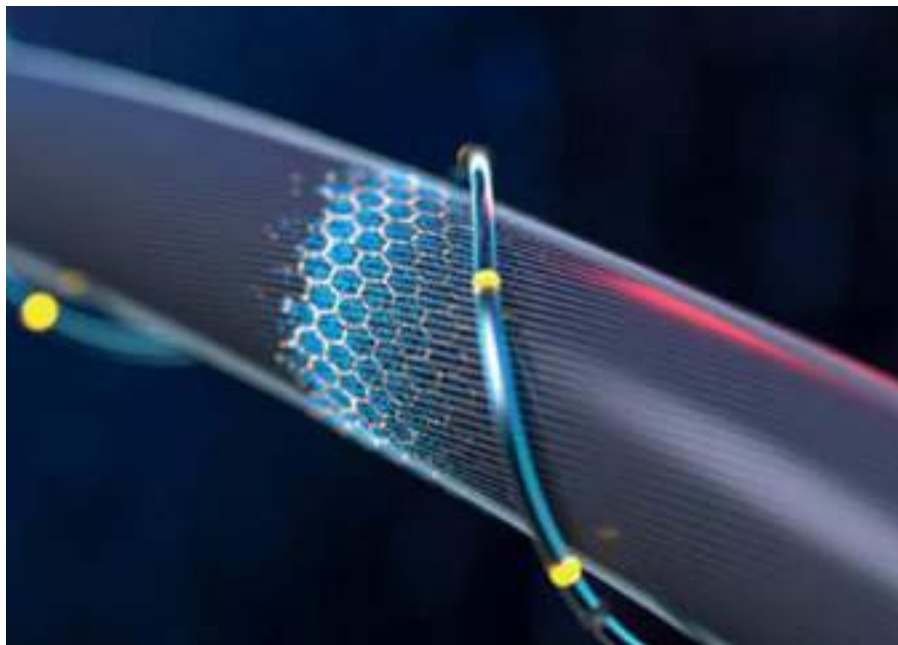
Легкость и гибкость

- Кабели с графеновой структурой *намного легче* традиционных аналогов.
- Гибкость делает их *идеальными для мобильных устройств, гибкой электроники и робототехники*.

Высокая термостойкость

- Графеновые материалы устойчивы *к высоким температурам (до 1000 °C)*.
- Кабели *не плавятся и не перегреваются*, что повышает их безопасность.





Механическая прочность

- Графен – в 200 раз прочнее стали, что делает такие кабели устойчивыми к механическим повреждениям.

- Их можно использовать в сложных условиях – в космосе, под водой, в туннелях и горнодобывающей промышленности.

Защита от электромагнитных помех

- Графен эффективно экранирует электромагнитные волны, снижая уровень помех в линиях передачи данных.

5.3. Где применяются графеновые кабели?

Энергетика

- Передача высоковольтной энергии на большие расстояния без потерь.
- Использование в солнечных и ветряных электростанциях.
- Сетевые решения для сверхпроводящих подстанций.

Телекоммуникации

- Оптоволоконные кабели с графеновой оболочкой улучшают скорость и стабильность интернет-соединений.
- Использование в 5G и 6G-сетях для передачи данных на сверхвысоких скоростях.
- Улучшение качества связи в подземных туннелях и мегаполисах.

Аэрокосмическая промышленность

- Вес кабелей в космических кораблях и спутниках играет критическую роль. Графеновые провода уменьшают нагрузку на конструкции и повышают надежность работы систем.
- Используются в самолетах и беспилотных летательных аппаратах.

Транспорт и электромобили

- Графеновые кабели снижают вес проводки в электромобилях, увеличивая запас хода.
- Повышенная термостойкость делает их незаменимыми для зарядных станций и высоковольтных батарей.
- Использование в высокоскоростных поездах и метро.

Робототехника и гибкая электроника

- Гибкость графеновых кабелей делает их идеальными для носимых гаджетов, роботов и биомедицинских устройств.

- Использование в *наносенсорах и медицинской электронике*.

Военные технологии

- Графеновые экранирующие кабели *повышают защиту военной электроники от электромагнитных импульсов*.
- Использование в *подводных лодках, танках и дронах*.

5.4. Основные технологии и перспективы

Гибридные графен-медные проводники

- Увеличение проводимости меди на **20–30 %** при снижении веса на **40 %**.
- Разрабатываются для *энергосистем, авиации и электромобилей*.

Графеновые оптоволоконные кабели

- Повышенная *скорость передачи данных* за счет уменьшенного поглощения сигнала.
- Улучшенная *защита от перегрева* в дата-центрах.

Самовосстанавливающиеся графеновые покрытия

- Нанотехнологии позволяют создавать изоляцию, которая *сама восстанавливается при повреждениях*.

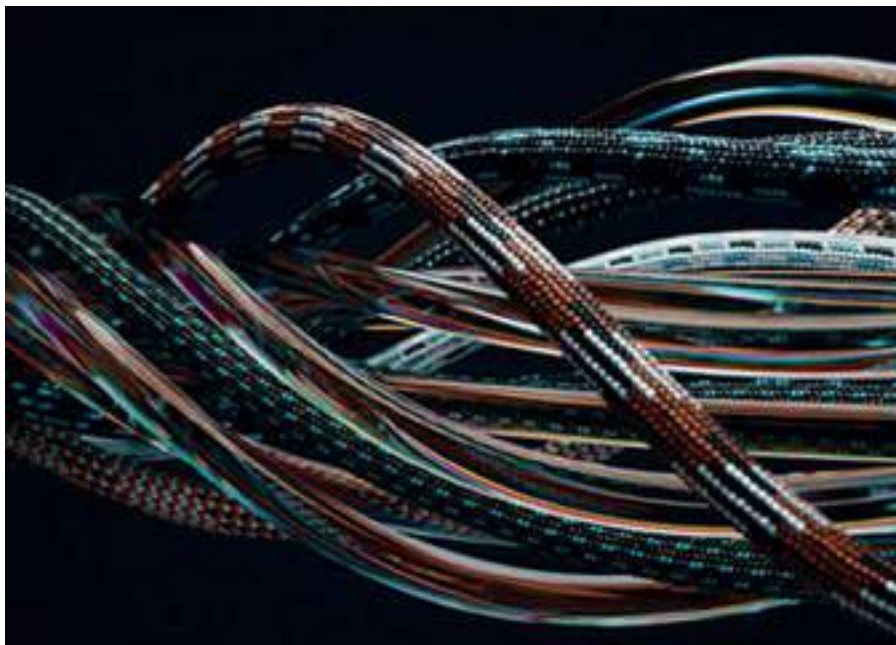
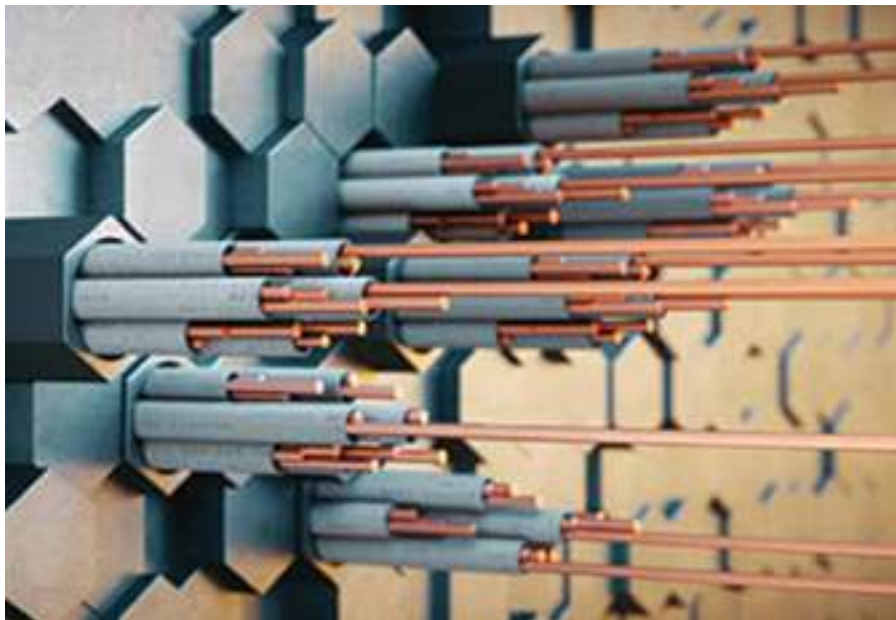
Гибкие графеновые кабели

- Используются в *гибких экранах, носимой электронике и медицине*.

Заключение

Кабельная промышленность стоит на пороге технологической революции. Интеллектуальные, сверхпроводящие, экологичные и гибридные кабели изменят облик отрасли, сделав ее более устойчивой, эффективной и высокотехнологичной. Внедрение новых материалов и решений приведет к значительному снижению эксплуатационных затрат, повышению безопасности и экологичности продукции.

Уже сегодня компании, следящие за новыми тенденциями, получают конкурентное преимущество, внедряя инновации в производство. Будущее кабельной отрасли – это соединение передовых технологий, цифровизации и экологической ответственности.



Электротехника и искусственный интеллект: новая эпоха оптимизации

Сергей Сыроедов

Искусственный интеллект (AI) на наших глазах активно меняет электротехническую отрасль, открывая новые возможности для проектирования, управления и обслуживания энергосистем. Современные технологии машинного обучения, анализа данных и автоматизации позволяют повысить эффективность работы электротехнического оборудования, минимизировать потери энергии и прогнозировать возможные аварии с высокой точностью.

Применение AI в электротехнике выходит за рамки традиционной автоматизации, предлагая интеллектуальные решения для энергосетей, цифровых подстанций, управления промышленными объектами и создания умных зданий. Этот подход не только снижает операционные расходы, но и способствует устойчивому развитию отрасли, снижая негативное воздействие на окружающую среду.

1. AI в проектировании электротехнических систем

1.1. Генеративный дизайн и оптимизация электротехнических решений

Генеративный дизайн – это метод, при котором AI автоматически создает множество вариантов электротехнических схем и конфигураций, выбирая наиболее эффективные.

Как AI помогает в проектировании электротехнических систем?

- **Оптимизация электрических схем:** AI анализирует заданные параметры и предлагает оптимальные решения, минимизируя потери энергии и повышая надежность сети.
- **Автоматизация выбора компонентов:** программы с AI способны подбирать наилучшие компоненты для энергосистем, учитывая их характеристики и стоимость.
- **Энергосбережение:** AI-алгоритмы могут предложить наиболее энергоэффективные решения для проектирования электрических сетей.

Пример

Современные системы проектирования, такие как Autodesk Generative Design, применяют AI для разработки сложных электротехнических решений, обеспечивая автоматический подбор оптимальных параметров.

1.2. Искусственный интеллект в моделировании и цифровых двойниках

Цифровой двойник (Digital Twin) – это виртуальная копия реальной электротехнической системы, которая позволяет тестировать различные сценарии работы оборудования.

Преимущества AI в моделировании

- **Предварительное тестирование систем перед внедрением:** позволяет избежать ошибок на этапе проектирования.
- **Прогнозирование отказов:** AI анализирует работу системы и предсказывает возможные сбои.
- **Оптимизация параметров в реальном времени:** повышает эффективность работы оборудования.

Пример

Компания Siemens использует цифровые двойники для моделирования работы подстанций и сетевых распределительных систем, что помогает минимизировать аварии и потери энергии.

2. AI в управлении и мониторинге энергосистем

2.1. Интеллектуальные энергосети (Smart Grid) и AI

Smart Grid – это интеллектуальные энергосети, которые применяют AI для автоматического контроля и распределения энергии.

Как AI управляет энергосетями?

- **Оптимизация нагрузки:** AI прогнозирует пики потребления и автоматически перераспределяет нагрузку.
- **Мониторинг качества энергии:** позволяет минимизировать потери в сети.
- **Быстрое обнаружение аварий:** AI может обнаруживать неисправности и устранять их до возникновения серьезных сбоев.



AI становится ключевым элементом

электротехнической отрасли

Пример

Компания General Electric разработала AI-системы для прогнозирования потребления энергии и управления электросетями, что помогает избежать перегрузок и аварий.

2.2. Автоматизированное управление подстанциями и оборудованием

AI позволяет автоматизировать работу подстанций, делая их полностью автономными.

Функции AI в управлении подстанциями:

- **Диагностика оборудования:** AI анализирует данные с датчиков и предсказывает необходимость ремонта.
- **Оптимизация переключения нагрузок:** снижает износ оборудования и повышает надежность сети.
- **Адаптация к изменениям в энергосистеме:** подстанции могут автоматически реагировать на изменения потребления энергии.

Пример:

ABB разработала систему Ability, которая использует AI для управления подстанциями, повышая их эффективность и снижая эксплуатационные расходы.

3. AI в диагностике и предиктивном обслуживании электротехнических систем

3.1. Предсказание поломок и отказов оборудования

AI помогает предсказать возможные неисправности электротехнического оборудования, что позволяет предотвратить аварии.

Методы предсказания поломок

- **Анализ вибраций и температурных данных:** выявляет отклонения в работе оборудования.
- **Использование исторических данных:** AI обучается на примерах прошлых отказов и прогнозирует их повторение.
- **Предиктивное обслуживание:** позволяет заменить компоненты до их фактического выхода из строя.

Пример

Компания Schneider Electric применяет AI для предсказания неисправ-

ностей трансформаторов и предотвращения аварий.

3.2. Компьютерное зрение для контроля электросетей

AI-алгоритмы с применением компьютерного зрения позволяют анализировать состояние электросетей.

Преимущества компьютерного зрения в электротехнике

- **Автоматическая диагностика повреждений:** AI анализирует изображения с дронов и выявляет неисправности.
- **Мониторинг состояния кабельных линий:** предотвращает аварии, связанные с износом проводов.
- **Анализ тепловых аномалий:** помогает обнаруживать перегрев компонентов.

Пример

Tesla и другие производители используют дроны с AI для проверки состояния электросетей и трансформаторов.

4. Перспективы развития AI в электротехнике

4.1. Полная автоматизация управления энергосистемами

- **AI-управляемые подстанции** станут стандартом.
- **Автономные энергосети** без участия человека.

4.2. Гибридные системы энерго-снабжения

- **Интеграция AI в возобновляемые источники энергии** (ветряки, солнечные панели).
- **AI-управление распределением мощности** между различными источниками.

4.3. Интеллектуальные устройства потребления энергии

- **AI-контроль бытовых и промышленных приборов** для экономии электроэнергии.
- **Оптимизация энергопотребления в «умных городах».**

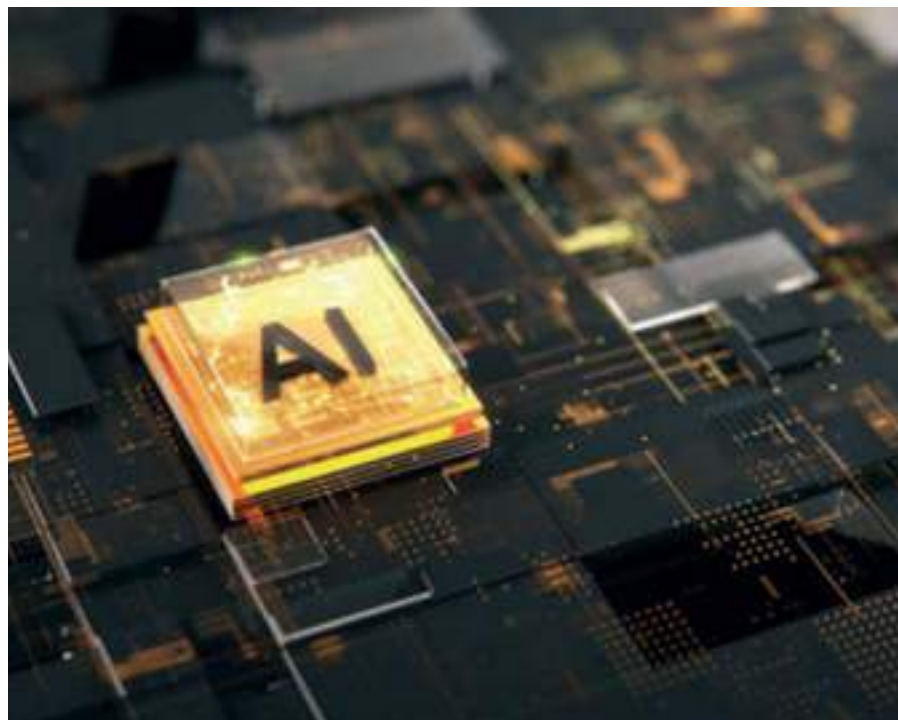
4.4. Развитие квантовых вычислений в электротехнике

- **Применение квантовых компьютеров** для анализа сложных энергосистем.

Заключение

AI становится ключевым элементом электротехнической отрасли, повышая ее эффективность, снижая затраты и улучшая надежность. От проектирования до диагностики и управления энергосистемами, AI играет важнейшую роль в оптимизации всех процессов.

Компании, которые внедряют AI уже сегодня, получают технологическое преимущество и повышают свою конкурентоспособность. В ближайшие годы электротехническая отрасль будет все больше ориентироваться на автоматизированные и интеллектуальные системы, обеспечивая более устойчивое и надежное энергоснабжение.



Электротехника в эпоху энергоперехода: тренды и вызовы

■ Андрей Метельников

■ Какие вызовы ждут российский рынок кабельной продукции в 2025 году и какие ключевые факторы влияют на эти вызовы? Давайте разберемся.

Что такое энергопереход и почему он важен?

Энергопереход – это глобальный процесс перехода от традиционных источников энергии, таких как нефть, газ и уголь, к более экологичным и возобновляемым видам энергии, включая солнечную, ветровую и водородную. Этот процесс обусловлен необходимостью сокращения выбросов парниковых газов, повышения энергоэффективности и обеспечения устойчивого развития мировой экономики.

Основные цели энергоперехода включают в себя:

- Декарбонизацию промышленности и транспорта.
- Внедрение технологий хранения и управления энергией.
- Развитие интеллектуальных энергосистем (Smart Grids).

- Повышение энергоэффективности зданий и инфраструктуры.

В разных странах энергопереход происходит с разной скоростью. Например, в странах Европы, таких как Германия и Дания, активно развивается ветроэнергетика и солнечная генерация. Китай делает ставку на солнечные панели и электромобили. Россия, обладая огромными запасами традиционных энергоносителей, также постепенно адаптируется к новым условиям, развивая ВИЭ и модернизируя энергосистему.

Энергопереход как драйвер трансформации

Глобальный энергопереход, направленный на декарбонизацию и внедрение возобновляемых

источников энергии (ВИЭ), стал ключевым фактором перестройки электротехнической отрасли. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), к 2027 году мировой спрос на электроэнергию вырастет на 25 %, при этом доля ВИЭ в генерации достигнет 35 %. Этот процесс требует адаптации инфраструктуры, разработки новых технологий и пересмотра подходов к управлению энергосистемами.

В России энергопереход также становится актуальной задачей. Несмотря на значительную долю традиционной генерации (атомной и угольной), крупные компании и государственные программы стимулируют развитие ВИЭ. Например, проект «Зеленая энергетика» в рамках стратегии низкоуглеродного развития РФ предусматривает увеличение доли ВИЭ в энергобалансе до 15 % к 2035 году.

Тренды, формирующие электротехнику будущего

1. Интеллектуальные сети (Smart Grids) и гибкость систем

Сети Smart Grid становятся основой для интеграции ВИЭ, таких как солнечная и ветровая энергия, чья генерация зависит от погодных условий. Эти системы обеспечивают двусторонний поток данных между производителями и потребителями, автоматически балансируя спрос и предложение.

В России активно развивается концепция цифровых подстанций. Так, проект «Цифровая подстанция» от Россетей внедряется в Московской и Ленинградской областях. Подстанции оснащены интеллектуальными системами управления, позволяющими оперативно реагировать на изменения нагрузки и автоматически перераспределять мощность.



В России энергопереход также становится

актуальной задачей

2. Энергоэффективные технологии и инновационные материалы

Рост энергопотребления, особенно в сфере ИИ и дата-центров, стимулирует спрос на энергоэффективные решения. Одним из перспективных направлений является применение нейроморфных чипов, которые сокращают энергозатраты в десятки раз по сравнению с традиционными архитектурами.

Например, компания «Яндекс» разрабатывает собственные энергоэффективные дата-центры, оптимизированные для работы с искусственным интеллектом. Использование систем жидкостного охлаждения и алгоритмов управления нагрузкой позволяет снизить энергопотребление серверов на 30 %.

3. Системы накопления энергии (СНЭ)

Системы накопления энергии (СНЭ) играют ключевую роль в обеспечении стабильности энергосистем, особенно при высокой доле возобновляемых источников энергии. Они позволяют аккумулировать избыточную электроэнергию, выработанную в периоды низкого спроса или высокой генерации, и использовать ее в моменты пикового потребления.

Существует несколько основных типов СНЭ:

- **Батарейные накопители** – литий-ионные и натрий-ионные аккумуляторы, которые обеспечивают быстрый доступ к энергии и широко применяются в системах распределенной генерации.
- **Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)** – позволяют хранить энергию в виде подъема воды на высоту с последующей ее выработкой при спуске.
- **Маховиковые накопители** – механические устройства, аккумулирующие энергию за счет вращения роторов на высоких скоростях.
- **Водородные накопители** – преобразуют электроэнергию в водород, который затем используется для выработки электричества через топливные элементы.

СНЭ повышают надежность энергосистем, снижают нагрузку на традиционные электростанции и способствуют балансировке сетей.

В Сибири и на Дальнем Востоке разрабатываются системы накопле-

ния энергии на базе литий-ионных батарей для удаленных поселков. Одним из пилотных проектов является энергохранилище в Якутии, которое позволяет обеспечивать надежное энергоснабжение при резких перепадах температуры.

Нестабильность ВИЭ компенсируется системами накопления энергии (СНЭ). Аккумуляторные электростанции становятся критически важными для сглаживания пиков нагрузки.

В Сибири и на Дальнем Востоке разрабатываются системы накопления энергии на базе литий-ионных батарей для удаленных поселков. Одним из пилотных проектов является энергохранилище в Якутии,





которое позволяет обеспечивать надежное энергоснабжение при резких перепадах температуры.

4. Гибридные и модульные решения

Гибридные и модульные решения представляют собой комбинированные энергетические системы, в которых используются различные источники энергии для обеспечения надежности и эффективности энергоснабжения. Такие системы включают в себя сочетание возобновляемых источников энергии (ВИЭ), традиционной генерации и систем накопления энергии.

Как они работают? Гибридные энергетические системы обеспечивают оптимальное распределение нагрузки между разными источниками в зависимости от условий эксплуатации. Например, солнечные панели могут вырабатывать электричество днем, ветрогенераторы – при наличии ветра, а при нехватке ВИЭ в работу включаются традиционные энергоблоки или накопители энергии. Это позволяет минимизировать риски нестабильности ВИЭ и повысить энергоэффективность системы.

Типы гибридных решений:

- Возобновляемые источники + дизельные генераторы – часто используются в удаленных районах, где ВИЭ дополняются традиционными генераторами.
- Солнечная и ветровая генерация + системы накопления энергии – аккумуляторные батареи позволяют сглаживать колебания производства электроэнергии.
- Гибридные атомные станции – малые модульные реакторы (ММР) могут работать в сочетании с солнечными и ветровыми установками, снижая углеродный след традиционной атомной энергетики.

В России активно развивается проект малых атомных станций. В частности, «Росатом» реализует проект ПАТЭС (плавающая атомная теплоэлектростанция) на Чукотке. Она обеспечивает электроэнергией удаленные регионы, а в перспективе такие станции могут комбинироваться с солнечными и ветровыми установками.

Создание гибридных систем, объединяющих ВИЭ с традиционными источниками, позволяет минимизировать риски. Например, малые модульные реакторы (ММР) мощностью до 300 МВт уже начинают применяться в разных странах.

5. Искусственный интеллект и автоматизация

ИИ оптимизирует управление энергосистемами: прогнозирует генерацию, обнаруживает неисправности и сокращает потери.

Компания «Газпром Энерго» внедряет ИИ-решения для автоматизации контроля за состоянием энергосетей. Системы предсказывают аварийные ситуации и позволяют минимизировать время устранения повреждений.

Перспективы: что ждет отрасль к 2030 году?

1. Квантовые технологии

Квантовые технологии – это передовое направление науки и техники, основанное на применении принципов квантовой механики для решения сложных вычислительных и коммуникационных задач. Они позволяют обрабатывать данные с высокой скоростью и уровнем безопасности, недостижимым для традиционных технологий.

Как работают квантовые технологии? Ключевой особенностью квантовых вычислений является использование кубитов – квантовых битов, которые могут находиться в суперпозиции, то есть одновременно представлять как 0, так и 1. Это позволяет квантовым компьютерам выполнять параллельные вычисления и решать задачи, требующие огромных объемов вычислительных мощностей.

Применение в энергетике

- **Моделирование энергосистем.** Квантовые алгоритмы позволяют прогнозировать потребление и генерацию энергии, обеспечивая балансировку сетей и оптимизацию работы электростанций.
- **Квантовая криптография.** Системы защиты данных на основе квантовых ключей делают энергетические сети невосприимчивыми к кибератакам.
- **Управление возобновляемыми источниками энергии.** Квантовые алгоритмы могут анализировать погодные условия и управлять генерацией солнечной и ветровой энергии с максимальной эффективностью.

В России ведущие вузы, такие как МГУ и МФТИ, разрабатывают квантовые алгоритмы для энергетического сектора. Государственная корпорация «Росатом» уже инвестирует в исследования квантовых вычислений для задач сетевого планирования



и прогнозирования потребления электроэнергии. Квантовые технологии откроют новые возможности в моделировании энергосистем, обеспечивая точные прогнозы нагрузки и генерации. Кроме того, они повысят безопасность энергосетей за счет применения квантовой криптографии, которая делает передачу данных практически неуязвимой к кибератакам.

2. Биоэлектроника

Биоэлектроника – это междисциплинарная область науки и техники, объединяющая биологические системы и электронные технологии для создания новых решений в энергетике, медицине

Энергопереход не просто меняет электротехнику – он переопределяет ее роль в глобальной экономике

и промышленности. Она использует принципы биофизики, органической электроники и нанотехнологий для разработки экологически безопасных и энергоэффективных устройств.

Как работает биоэлектроника?

Биоэлектронные технологии основаны на использовании органических материалов, биополимеров и биологически совместимых соединений для создания электронных компонентов.

Они могут работать на основе:

- **биоразлагаемых аккумуляторов** – создаются из натуральных материалов, таких как целлюлоза, хитозан или углеродные нанотрубки, что снижает экологическую нагрузку;
- **электронных сенсоров** – способны взаимодействовать с биологическими системами, например, отслеживать параметры окружающей среды или здоровье человека;
- **гибких солнечных панелей** – используют органические фотопреобразователи, позволяя создавать легкие и пластичные солнечные батареи.

Применение в энергетике:

- Разработка биоразлагаемых элементов питания для автономных сенсорных систем.
- Внедрение биополимерных изоляционных материалов в электроэнергетику.
- Создание энергоэффективных органических светодиодов и солнечных панелей.

В России научные исследования в области биоэлектроники ведутся в Сколковском институте науки и технологий (Сколтех) и Институте биоорганической химии РАН. Разрабатываются биоразлагаемые аккумуляторы и органические транзисторы, которые могут применяться в системах хранения энергии и интеллектуальных электрических сетях. Использование биоматериалов в электротехническом оборудовании позволит снизить углеродный след и повысить экологическую устойчивость. Исследования ведутся в области органической электроники, биоразлагаемых аккумуляторов и гибких солнечных панелей на основе природных соединений. Российские институты, включая Сколтех, работают над созданием биополимерных материалов для изоляции и защиты электрических систем.



3. Глобальные микросети

Глобальные микросети – это автономные распределенные энергосистемы, состоящие из локальных источников генерации (например, солнечных панелей, ветрогенераторов), систем накопления энергии и интеллектуальных технологий управления. Они обеспечивают электроэнергией дома, предприятия и инфраструктуру без необходимости подключения к централизованной электросети.

Как они работают? Глобальные микросети могут работать в двух режимах:

- *Связанный с основной сетью.* В этом режиме микросеть может получать и передавать электроэнергию в центральную сеть, балансируя нагрузку и повышая общую стабильность энергосистемы.
- *Автономный режим.* В случае отключения от центральной сети или работы в удаленных районах микросеть использует собственные генераторы и накопители энергии для полного обеспечения потребителей.

Преимущества глобальных микросетей:

- Повышенная устойчивость к отключениям электроэнергии.
- Энергоэффективность за счет оптимального использования местных источников энергии.
- Экологическая устойчивость благодаря использованию возобновляемых источников.

В России, особенно в удаленных районах Сибири и Крайнего Севера, активно тестируются автономные энергосистемы для удаленных районов. Один из наиболее значимых проектов – «Энергетическая автономия» в Якутии, где комбинируются солнечные панели, ветрогенераторы и аккумуляторные хранилища для круглогодичного электроснабжения. Развитие локальных энергосистем на основе ВИЭ приведет к децентрализации энергетики. Микросети, состоящие из солнечных панелей, ветрогенераторов и систем накопления энергии, позволят регионам быть независимыми от централизованных электросетей.

Заключение

Энергопереход не просто меняет электротехнику – он переопределяет ее роль в глобальной экономике. Это процесс, требующий интеграции передовых технологий, гибких управленческих решений и адаптации

к новым условиям. Компании, которые смогут быстрее внедрять инновационные решения, получат стратегическое преимущество на рынке.

Основные выводы:

- Интеллектуальные сети и системы накопления энергии становятся основными элементами устойчивой энергетики будущего, позволяя гибко управлять распределением мощности и снижать нагрузку на традиционные энергосистемы.
- Гибридные и модульные решения позволяют сочетать разные источники энергии, обеспечивая надежность и стабильность поставок.

- Искусственный интеллект и автоматизация повышают эффективность работы энергосистем, минимизируя потери и улучшая прогнозирование.
- Развитие биоэлектроники и квантовых технологий откроет новые горизонты в энергетике, сделав ее более экологичной и безопасной.
- Глобальные микросети обеспечат регионы независимой и надежной энергией, особенно в удаленных и труднодоступных районах.

В России энергопереход идет полным ходом, и примеры успешных проектов показывают, что страна способна стать одним из лидеров нового энергетического мира.



Беспроводные электротехнические технологии: миф или реальность?

■ Евгений Кириллов

Что такое беспроводная передача энергии?

Беспроводная передача энергии — это метод передачи электричества без использования проводов и кабелей. В отличие от традиционных электрических сетей, где энергия передается по проводникам, беспроводные технологии используют **электромагнитные поля, радиоволны, лазеры или микроволны** для доставки энергии от источника к потребителю.

Этот принцип уже широко применяется в повседневной жизни — от **беспроводных зарядных станций для смартфонов до индуктивной зарядки электромобилей**. Однако ученые и инженеры продолжают искать способы передачи энергии **на большие расстояния**, что может привести к революции в энергетике и промышленности.

Историческая справка: Никола Тесла и первые эксперименты

Идея беспроводной передачи энергии далеко не нова — она зародилась еще в конце XIX века, когда великий изобретатель **Никола Тесла** начал свои знаменитые эксперименты в этой области.

Передача энергии через электромагнитные поля

В 1891 году Тесла разработал **капашку Теслы** — устройство, способное передавать энергию без проводов на небольшие расстояния. Он демонстрировал, как лампы загораются в воздухе, находясь в зоне действия электромагнитного поля.

Башня Уорденклифф: амбициозный проект беспроводной передачи энергии

В 1901 году Тесла начал строительство **Башни Уорденклифф** на Лонг-Айленде (США). Его цель была амбициозна — передавать электричество без проводов на огромные расстояния по всему миру. Изобретатель считал, что можно передавать энергию через ионосферу, используя принцип **резонансных колебаний Земли**.

Однако проект столкнулся с финансовыми трудностями — инвесторы, включая Джона Пирпонта Моргана, отказались продолжать финансирование, так как не видели коммерческой выгоды. В 1917 году башня была демонтирована, а проект закрыт.

Хотя Тесла так и не смог завершить свою работу, его идеи легли в основу современных технологий **индуктивной и резонансной беспроводной передачи энергии**.

Почему беспроводная передача энергии становится все более востребованной?

Сегодня беспроводные технологии получают новое развитие благодаря **росту спроса на удобство, мобильность и энергоэффективность**. Ниже приведены основные причины, почему беспроводная передача энергии становится важной для современных систем.

1. Бурное развитие мобильных технологий

Смартфоны, ноутбуки, носимые гаджеты (умные часы, беспроводные наушники) требуют комфортных и безопасных способов подзарядки. Беспроводные зарядные устройства Qi и MagSafe уже стали стандартом, но в будущем появятся технологии, позволяющие заряжать устройства на расстоянии без необходимости ставить их на зарядную платформу.

2. Рост электромобилей и умного транспорта

Одной из ключевых проблем электромобилей является необходимость частой зарядки. Беспроводные зарядные станции могут устранить неудобства, а в будущем индуктивные дороги, способные заряжать машины прямо во время движения, изменят представление о транспорте.

3. Развитие Интернета вещей (IoT)

Современные дома, офисы и города наполняются интеллектуальными устройствами — датчиками, умными колонками, системами безопасности. Все эти гаджеты нуждаются в электропитании, а беспроводные технологии позволяют отказаться от множества проводов и сложных монтажных работ.

4. Космические и военные разработки

Идея передачи энергии на большие расстояния актуальна для космической энергетики. Ученые уже рассматривают возможность передачи энергии с орбитальных солнечных станций на Землю с помощью микроволн. Это позволит получать неограниченную солнечную энергию даже в ночное время.

В военной сфере беспроводные технологии позволяют передавать энергию беспилотникам и роботизированной



Беспроводная передача энергии позволит сократить потребность в медных и алюминиевых кабелях

технике, обеспечивая автономную работу в сложных условиях.

5. Минимизация воздействия на окружающую среду

Традиционные электросети требуют километров проводов и опор, что приводит к экологическим проблемам. Беспроводная передача энергии позволит сократить потребность в медных и алюминиевых кабелях, а также уменьшить потери электроэнергии при передаче.

1. Принципы и технологии беспроводной передачи энергии

1.1. Индуктивная передача энергии

Принцип работы: электромагнитная индукция

Индуктивная передача энергии основана на принципе **электромагнитной индукции**, который был открыт Майклом Фарадеем в 1831 году. Этот принцип заключается в том, что **изменяющееся магнитное поле, создаваемое одним контуром (передатчиком), индуцирует электрический ток во втором контуре (приемнике)**, если они расположены близко друг к другу.

Для работы индуктивной системы необходимы два основных компонента:

- **Передающая катушка** – подключена к источнику энергии и генерирует переменное магнитное поле.
- **Приемная катушка** – располагается в зоне действия магнитного поля и получает индуцированный ток, который затем преобразуется в электроэнергию для питания устройства.

Чем ближе друг к другу находятся **передатчик и приемник**, тем эффективнее передается энергия. Обычно для оптимальной передачи необходимо, чтобы устройства находились **на расстоянии не более нескольких сантиметров**.

Применение индуктивной передачи энергии

Индуктивный метод широко используется в различных сферах, особенно там, где необходимо безопасное и удобное беспроводное питание.

1. Беспроводные зарядные устройства для смартфонов

Наиболее распространенный пример индуктивной передачи энергии – это **беспроводные зарядки для мобильных устройств**.

Современные зарядные платформы, такие как **стандарт Qi**, позволяют заряжать смартфоны, смарт-часы и беспроводные наушники, просто размещая их на специальной подставке.

Преимущества:

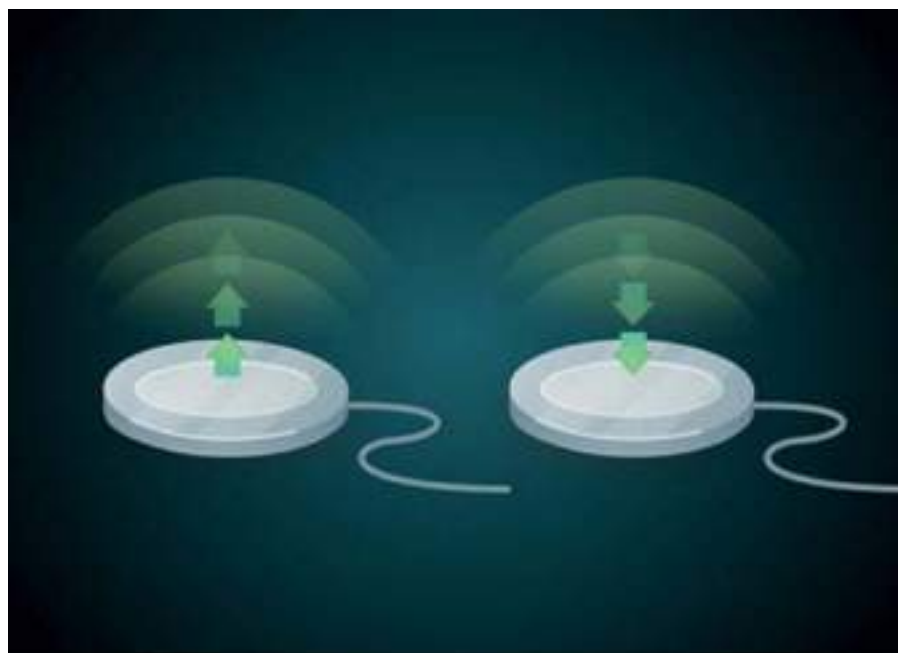
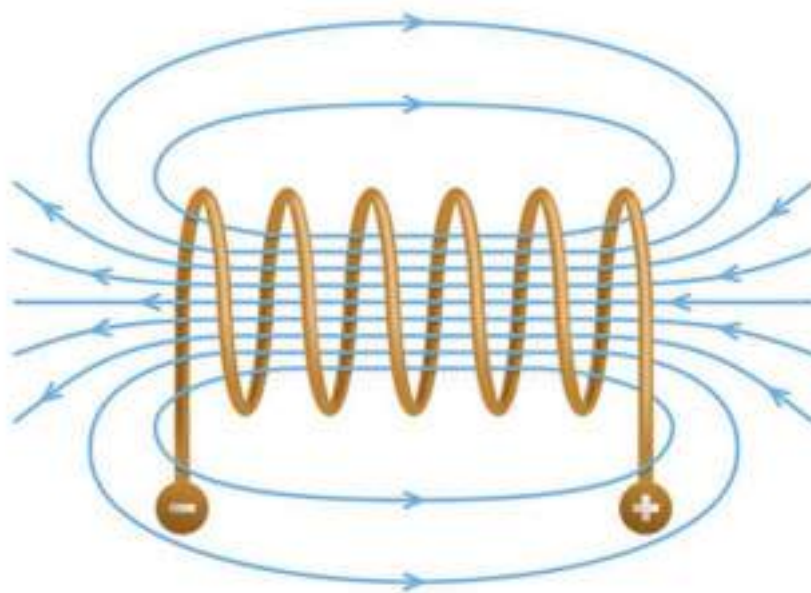
- Удобство: отсутствие необходимости подключать кабель.
- Защита разъемов от износа.
- Безопасность: нет риска короткого замыкания.

Ограничения:

- Требуется **точное выравнивание устройства** на платформе для эффективной зарядки.
- Скорость зарядки ниже, чем у проводных аналогов.
- Потери энергии при передаче.

2. Зарядка электромобилей

Электромобили также используют **индуктивную зарядку**, которая делает процесс подзарядки **автоматическим и удобным**.



Как это работает?

- В дорожное покрытие или парковочное место встраивается **индуктивная передающая катушка**.
- На днище электромобиля устанавливается **приемная катушка**.
- Когда автомобиль паркуется над передатчиком, начинается **передача энергии** и аккумулятор начинает заряжаться.

Преимущества:

- Автоматическая зарядка без необходимости подключения проводов.
- Безопасность – исключает возможность поражения электрическим током.
- Удобство – водителю не нужно возиться с кабелями.

Ограничения:

- **Низкий КПД (70–80 %)** из-за потерь энергии.

• **Ограниченная дальность передачи** (авто должно находиться строго над зарядной станцией).

• **Высокая стоимость** установки индуктивных зарядных площадок.

В будущем планируется разработка **заряжающих дорог**, где электромобили смогут **заряжаться прямо во время движения**, однако пока такие технологии остаются в стадии тестирования.

3. Медицинские имплантаты и бионические устройства

Индуктивная передача энергии играет ключевую роль в медицинской сфере, особенно в работе имплантируемых устройств, таких как:

– **кардиостимуляторы** – маленькие устройства, помогающие регулировать сердечный ритм.

– **кохлеарные имплантаты** – слуховые устройства, передающие звуковые

сигналы в мозг.

– **Бионические протезы** – искусственные конечности, работающие на электричестве.

Благодаря индуктивной передаче энергии такие устройства **не требуют смены батареек** – зарядка происходит **через кожу**, что делает их более долговечными и удобными.

Преимущества:

- Исключает необходимость хирургической замены батареек.
- Безопасность и комфорт для пациента.
- Продление срока службы медицинских устройств.

Ограничения:

- Зарядка требует **точного позиционирования приемника и передатчика**.
- Ограниченная мощность передаваемой энергии.

Ограничения индуктивной передачи энергии

Несмотря на все преимущества, **индуктивная передача энергии** имеет ряд **серьезных ограничений**, которые сдерживают ее широкомасштабное применение.

1. Ограниченная дальность передачи

- Максимальное расстояние между передатчиком и приемником обычно не превышает **нескольких сантиметров**.
- Если увеличить расстояние, КПД резко снижается из-за рассеивания магнитного поля.

2. Необходимость точного выравнивания

- Для эффективной работы передающая и приемная катушки должны быть **точно выровнены**.
- Любые отклонения могут привести к потере мощности или полному отсутствию передачи энергии.

3. Потери энергии и низкий КПД

- КПД индуктивных систем **ниже**, чем у проводных (теряется от 20 % до 40 % энергии).

• Потери энергии идут на **нагрев окружающей среды**, что требует дополнительных решений по охлаждению.

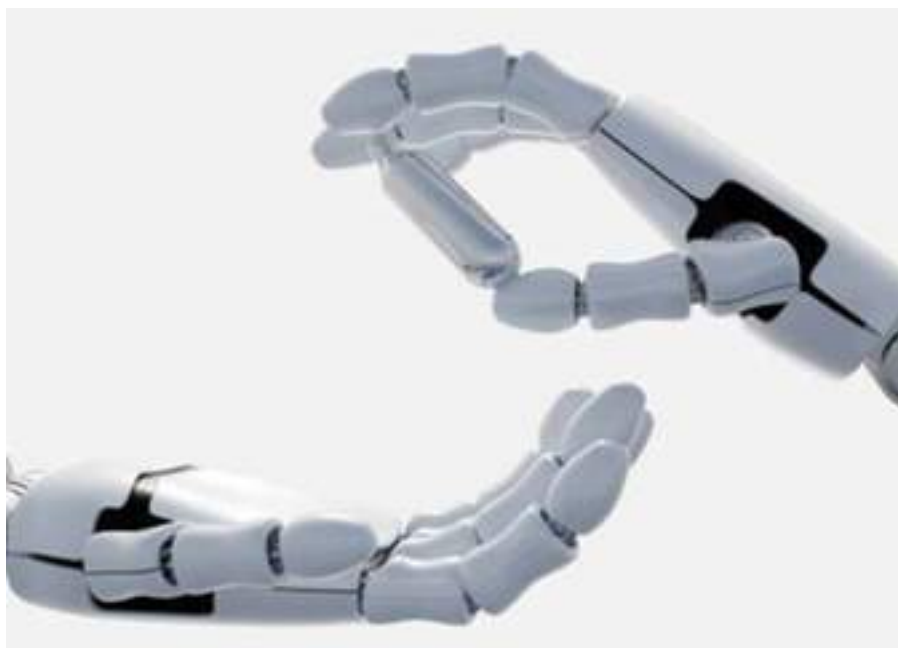
4. Высокая стоимость инфраструктуры

- Индуктивные зарядные устройства дороже традиционных проводных аналогов.
- Разработка и внедрение требуют значительных финансовых вложений.

1.2. Резонансная передача энергии

Принцип работы: передача энергии с помощью **резонансных магнитных полей**

Резонансная передача энергии – это **усовершенствованный вариант индуктивного метода**, который позволяет



передавать электроэнергию **на более значительные расстояния и с меньшими потерями.**

Принцип работы основан на явлении магнитного резонанса:

1. **Передачик** создает переменное магнитное поле на определенной резонансной частоте.
2. **Приемник** (находящийся на расстоянии нескольких десятков сантиметров или даже метров) **настроен на ту же частоту**, что позволяет ему эффективно поглощать энергию.
3. Энергия передается **без существенных потерь**, так как магнитные поля резонансных катушек взаимодействуют **почти без рассеивания.**

- В отличие от обычной **индуктивной передачи**, резонансная технология **не требует идеального совмещения передатчика и приемника**, а также обеспечивает **более стабильную передачу энергии на расстоянии до нескольких метров.**

Преимущества перед индуктивным методом

Резонансная передача энергии **устраняет ключевые недостатки** индуктивного метода и обладает рядом преимуществ:

Большая дальность передачи

- Индуктивные системы работают на расстоянии нескольких сантиметров, в то время как резонансные технологии могут передавать энергию на расстояние нескольких метров.

- Это делает резонансную передачу более удобной для применения в промышленности и транспорте.

Меньшие потери энергии

- В индуктивных системах большая часть энергии рассеивается в окружающее пространство, снижая КПД.

- В резонансных системах потери минимальны, так как передача энергии происходит строго между двумя резонансными катушками.

Не требуется точное выравнивание передатчика и приемника

- В индуктивных системах устройство должно быть точно расположено на платформе зарядки.

- В резонансных системах приемник может находиться на некотором расстоянии, но все равно получать достаточное количество энергии.

Возможность передачи энергии нескольким устройствам одновременно

- В индуктивных системах передатчик может заряжать только одно устройство за раз.

- В резонансных системах несколько приемников могут находиться в одном магнитном поле и получать энергию одновременно.

Перспективы использования в промышленности и транспорте

1. Зарядка бытовой и мобильной электроники

- Развитие технологии резонансных зарядных станций позволит заряжать смартфоны, ноутбуки и другие устройства без необходимости класть их на платформу.
- В будущем возможны автоматизированные рабочие зоны, где гаджеты заряжаются прямо на столе без проводов.

2. Автоматизированные производства и робототехника

- Заводы, использующие роботизированные системы, смогут избавиться от проводов и контактных соединений, что уменьшит износ оборудования.

- Промышленные роботы смогут получать энергию в процессе работы, не требуя ручной подзарядки.

3. Беспроводная передача энергии в транспорте

Электромобили и общественный транспорт

- Разработка резонансных зарядных систем для электромобилей позволит заряжать машины без подключения к кабелю.
- На парковках и автострадах могут быть установлены резонансные зарядные площадки, обеспечивающие питание автомобилей даже во время движения.

Железнодорожный и городской транспорт

- В перспективе возможно внедрение беспроводных зарядных путей для трамваев и поездов, что уменьшит затраты на контактные сети.



- Такие технологии уже тестируются в Японии, Китае и Германии.

4. Медицинские и биотехнологические устройства

- Имплантируемые устройства, такие как кардиостимуляторы, бионические протезы и датчики здоровья, смогут получать питание без хирургического вмешательства.
- Это значительно увеличит срок службы медицинских имплантатов и избавит пациентов от необходимости замены батарей.

1.3. Радиочастотная (RF) передача энергии

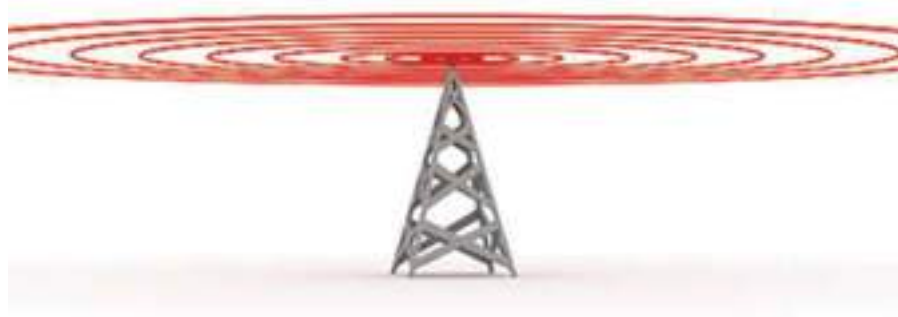
Принцип работы: использование радиоволн для передачи малых мощностей на большие расстояния

Радиочастотная (RF) передача энергии основана на использовании **электромагнитных волн в радиодиапазоне** для доставки электроэнергии от передатчика к приемнику **без проводов**.

Радиочастотная (RF) передача энергии основана на использовании электромагнитных волн в радиодиапазоне

Принцип работы:

1. Передатчик преобразует электрическую энергию в радиочастотные волны и излучает их в пространство с помощью антенны.
2. Приемник (антенна на принимающем устройстве) улавливает эти волны и преобразует их обратно в электричество.
3. Полученная энергия используется для питания маломощных устройств, таких как датчики, IoT-устройства или беспроводные системы мониторинга.



Основное преимущество RF-метода — возможность передавать энергию на значительное расстояние (от нескольких метров до километров) без необходимости точного выравнивания передатчика и приемника.

Применение RF-передачи энергии

Технология радиочастотной передачи энергии особенно полезна в сферах, где важно питать маломощные устройства на удалении.

1. Беспроводные датчики и устройства Интернета вещей (IoT)

- В современных «умных» городах, на заводах и в системах мониторинга окружающей среды используются тысячи датчиков, которые измеряют температуру, влажность, уровень загрязнения, давление и другие параметры.
- Вместо того чтобы подключать их к проводам или часто менять батареи, их можно заряжать по радио с помощью RF-передачи.

Преимущества:

- Минимизирует необходимость технического обслуживания.
- Позволяет поддерживать датчики в труднодоступных местах (трубы, резервуары, подземные объекты).

2. Спутниковая связь и космические технологии

- Радиочастотные технологии уже используются для передачи энергии в космосе.
- В перспективе возможно создание спутниковых солнечных станций, которые будут собирать солнечную энергию на орбите и передавать ее на Землю с помощью микроволн или RF-излучения.

Преимущества:

- Позволяет получать энергию в космосе без зависимости от облачного покрытия.
- Может использоваться для питания космических аппаратов и марсианских баз.

3. Беспроводное питание медицинских имплантатов

- Имплантируемые устройства, такие как кардиостимуляторы, датчики сахара в крови, слуховые аппараты, могут заряжаться через кожу пациента с помощью RF-передачи энергии.

- Это исключает необходимость хирургической замены батарей, снижая риски для пациентов.

Преимущества:

- Повышает удобство и безопасность пациентов.
- Позволяет разрабатывать миниатюрные медицинские устройства с долговечным питанием.

Ограничения RF-передачи энергии

Несмотря на все преимущества, у радиочастотного метода есть серьезные ограничения, которые пока мешают его массовому внедрению.

1. Низкий КПД (коэффициент полезного действия)

- Значительная часть передаваемой энергии рассеивается в пространстве, не доходя до приемника.
- КПД может составлять менее 10 %, что делает технологию неэффективной для мощных устройств.

2. Ограниченная мощность передачи

- Радиочастотные системы не могут передавать большие объемы энергии – мощность ограничивается десятками милливатт.
- Поэтому технология подходит только для маломощных устройств, но не для питания бытовой техники или автомобилей.

3. Влияние на другие радиосигналы

- RF-энергия может создавать помехи для радиосвязи, Wi-Fi и других беспроводных технологий.
- Необходимо точное регулирование частот, чтобы избежать интерференции и нарушений в работе электроники.

1.4. Лазерная передача энергии

Принцип работы: передача энергии с помощью сфокусированного лазерного луча

Лазерная передача энергии – это метод дальнобойной беспроводной передачи электроэнергии, использующий сфокусированный лазерный луч для доставки энергии от источника к приемнику.

Принцип работы:

1. Лазерный передатчик преобразует электрическую энергию в мощный инфракрасный или видимый лазерный луч.
2. Лазер направляется на приемник, расположенный на удаленном объекте (например, дроне, спутнике или наземной станции).
3. Приемник (обычно фотопреобразователь или солнечная панель) принимает лазерный луч и преобразует его обратно в электричество.

Основное преимущество лазерной передачи энергии – это высокая направленность луча, что позволяет передавать энергию на десятки и даже сотни километров с высокой точностью.

Применение лазерной передачи энергии

Лазерная технология применяется в военной сфере, космических разработках и беспилотных системах, где необходим дистанционный доступ к энергии.

1. Космическая энергетика и передача энергии с орбиты

- Одна из ключевых идей будущего – солнечные электростанции на орбите, которые смогут собирать солнечную энергию в космосе и передавать ее на Землю с помощью лазерных или микроволновых систем.
- Это позволит получать экологически чистую энергию без зависимости от времени суток и погодных условий.

Преимущества:

- Обеспечивает бесперебойное поступление солнечной энергии.
- Может использоваться для питания космических кораблей и спутников без больших солнечных панелей.

2. Беспилотные летательные аппараты (дроны) с непрерывной подзарядкой

- Одним из самых перспективных применений лазерной передачи энергии является беспроводная зарядка дронов во время полета.
- Лазер может передавать энергию на летающий дрон, оснащенный приемником, позволяя ему оставаться в воздухе неопределенно долго без посадки.

Преимущества:

- Дроны могут работать днями и даже неделями без подзарядки.
- Уменьшает необходимость в тяжелых аккумуляторах.



Примеры разработок:

- PowerLight Technologies (США) – успешно протестировала систему лазерной зарядки дронов.
- DARPA (агентство Минобороны США) разрабатывает лазерные передатчики для беспроводного питания военных беспилотников.

3. Военные технологии

- В военной сфере лазерная передача энергии может использоваться для питания автономных боевых систем, роботизированных платформ и полевых станций связи.
- Беспроводная передача энергии в зонах боевых действий избавляет от необходимости перевозки тяжелых генераторов и кабелей.

Преимущества:

- Обеспечивает бесперебойное электроснабжение техники на удаленных базах.
- Позволяет дронам и роботизированным платформам действовать без подзарядки.

Основные риски и ограничения

1. Влияние атмосферных условий

- Облака, туман и осадки снижают эффективность лазерной передачи, так как рассеивание луча приводит к потере мощности.
- Погодные условия ограничивают применение технологии в нестабильных климатических зонах.

2. Безопасность для глаз и живых организмов

- Лазер высокой мощности может нанести вред человеческим глазам и повредить сетчатку при прямом попадании.
- В зонах, где работает лазерная передача энергии, необходимо строгое соблюдение мер безопасности.

3. Ограниченная эффективность преобразования энергии

- Приемники лазерной энергии (фотопреобразователи, солнечные панели) не способны преобразовывать весь полученный свет в электричество, что снижает КПД.
- Потери на преобразование составляют 30–50 %, что делает технологию

менее эффективной, чем проводные или резонансные методы.

1.5. Передача энергии через микроволны

Принцип работы: использование микроволн для передачи энергии на большие расстояния

Передача энергии через микроволны (Microwave Power Transmission, MPT) – это одна из самых перспективных технологий беспроводного электроснабжения, способная передавать энергию на сотни и даже тысячи километров.

Принцип работы основан на преобразовании электричества в радиочастотные микроволновые сигналы с последующим направленным излучением и приемом:

1. Передатчик преобразует электрическую энергию в микроволны (обычно на частоте 2,45 ГГц или 5,8 ГГц) и излучает их через антенну – фазированную решетку.
2. Приемник (ректенна) принимает микроволновый сигнал и преобразует его обратно в электричество.
3. Полученная энергия используется для питания спутников, дронов, военной техники, удаленных объектов и даже населенных пунктов.

Главное преимущество микроволновой передачи энергии – это способность работать на больших расстояниях, что делает ее одним из ключевых направлений для спутниковой солнечной энергетики и глобальных беспроводных энергосетей будущего.

Исследования в сфере спутниковой солнечной энергетики

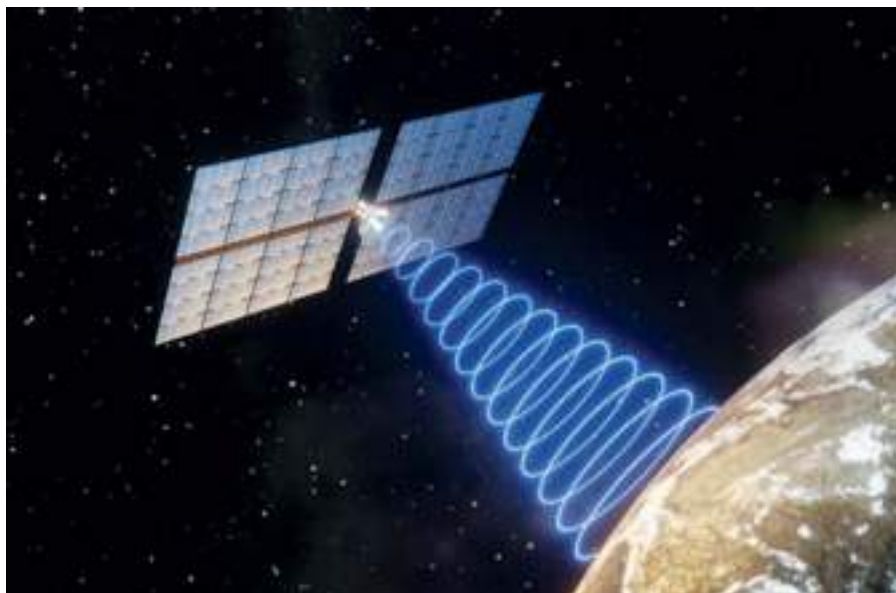
Одна из самых амбициозных идей использования микроволновой передачи энергии – солнечные электростанции на орбите.

Как это работает?

- Спутник с огромными солнечными панелями генерирует энергию в космосе, где солнечный свет доступен 24/7 без атмосферных помех.
- Электричество преобразуется в микроволны и направляется на Землю.
- Наземные ректенны принимают сигнал и превращают его обратно в электричество.

Преимущества концепции:

- Бесперебойный доступ к солнечной энергии без зависимости от времени суток и погоды.
- Чистая энергия без углеродных выбросов.
- Возможность передачи энергии в удаленные регионы (например, острова, пустыни, арктические территории).
- Ключевые проекты в области спутниковой энергетики:
- Япония (JAXA) – разрабатывает космическую электростанцию SSP



(Space Solar Power) с передачей энергии на Землю через микроволны.

- NASA – проект SPS-ALPHA (Solar Power Satellite via Arbitrarily Large Phased Array), ориентированный на беспроводную передачу энергии из космоса.
- Китай – к 2035 году планирует развернуть первую орбитальную электростанцию с микроволновой передачей энергии.

Вопросы безопасности и эффективность технологии

1. *Влияние на здоровье и окружающую среду*
 - Многие опасаются, что интенсивное микроволновое излучение может быть вредным для людей и животных.
 - Однако исследования показывают, что уровень излучения ректенны не превышает уровни, допустимые для бытовых Wi-Fi-устройств.
2. *КПД и потери энергии*
 - Современные технологии позволяют достичь КПД 85–90 % при передаче энергии микроволнами.
 - Однако при очень дальних дистанциях (сотни километров) часть энергии рассеивается в атмосфере.
3. *Точность передачи*
 - Для эффективной передачи энергии необходимо идеально направлять микроволновый луч на приемник.
 - Любое отклонение может привести к потерям энергии или даже повреждению оборудования.

2. Применение беспроводных технологий в бытовых и промышленных системах

2.1. Бытовая электроника и мобильные устройства

Современный мир все больше переходит к беспроводным технологиям, и одним из ключевых направлений является беспроводная передача энергии. В последние годы стремительно развиваются беспроводные зарядные технологии, такие как Qi и AirFuel, а также ведутся исследования по созданию полностью беспроводного энергоснабжения для бытовой электроники.

В будущем это может привести к полному отказу от проводных зарядных устройств и внедрению систем беспроводного питания для всей бытовой техники.

Современные беспроводные зарядные технологии (Qi, AirFuel)

В настоящее время индуктивная зарядка является наиболее распространенным способом беспроводной передачи энергии в сфере бытовой электроники.

Qi – стандарт беспроводной зарядки

Qi (произносится как «Чи») – это международный стандарт беспроводной зарядки, разработанный Wireless Power Consortium (WPC).

Как работает Qi-зарядка?

- Основана на индуктивной передаче энергии – электромагнитное поле передает заряд от катушки в зарядной станции к катушке в устройстве.
- Дальность передачи – до 4 см.
- Используется в смартфонах (iPhone, Samsung, Huawei), смарт-часах, беспроводных наушниках.

Преимущества:

- Простота и удобство (зарядка без проводов).
- Высокая совместимость (множество устройств поддерживает Qi).
- Безопасность (защита от перегрева и замыкания).

AirFuel – альтернатива Qi с расширенными возможностями

AirFuel – это стандарт, разработанный AirFuel Alliance, который исполь-

зует резонансную передачу энергии вместо индукции.

Ключевые отличия от Qi:

- Дальность передачи – до 50 см (в несколько раз больше, чем у Qi).
- Можно заряжать несколько устройств одновременно.
- Меньше зависимость от точного позиционирования устройства на зарядной станции.

Где используется?

- Встроенные беспроводные зарядки в автомобилях.
- Зарядные площадки в общественных местах (кафе, аэропорты, отели).
- Зарядные системы для ноутбуков и планшетов.

Перспективы полного отказа от проводных зарядных устройств

В ближайшие годы проводные зарядные устройства могут уйти в прошлое, уступив место более продвинутому беспроводным системам питания.

Основные тренды:

Повышение дальности зарядки – разработка радиочастотных (RF)



и лазерных зарядных технологий, способных заряжать устройства на расстоянии нескольких метров.

Унификация стандартов – ведущие компании стремятся создать универсальные зарядные станции, подходящие для любых гаджетов.

Интеграция в мебель и инфраструктуру – зарядные поверхности в столах, стенах, общественных местах.

Питание устройств на ходу – технологии, позволяющие заряжать смартфоны и гаджеты, пока они находятся в кармане или сумке.

Пример: компания Ossia разрабатывает технологию Cota, позволяющую заряжать устройства на расстоянии до нескольких метров с помощью радиочастотных волн.

Возможность питания всей бытовой техники без проводов

В долгосрочной перспективе беспроводная передача энергии может полно-

стью заменить традиционные электросети, сделав дома и офисы полностью свободными от проводов.

Какие устройства могут работать без проводов?

Телевизоры и мониторы – уже разрабатываются модели с беспроводной передачей энергии через резонансные платформы.

Бытовая техника (кофемашины, микроволновки, холодильники) – смогут получать питание от беспроводных энергосистем, встроенных в стены и пол.

Освещение – беспроводные лампы и smart-светильники, питающиеся от индуктивных или резонансных источников.

Роботы и пылесосы – автономные устройства смогут заряжаться на ходу без необходимости парковаться на станцию.

2.3. Промышленность и автоматизация

Беспроводная передача энергии играет важную роль в развитии современной промышленности, особенно в условиях автоматизации, робототехники и концепции «умных фабрик» (Industry 4.0).

Использование беспроводных технологий позволяет избавиться от кабелей, уменьшить затраты на обслуживание оборудования и обеспечить автономность машин даже в самых сложных условиях.

Использование беспроводного питания в робототехнике

Внедрение роботизированных систем в производство требует надежного энергоснабжения. Использование проводов ограничивает мобильность, а батареи имеют ограниченный срок службы и требуют постоянной замены или подзарядки.

Как беспроводная передача энергии решает эти проблемы?

- Позволяет заряжать промышленных роботов прямо в процессе работы, без необходимости останавливаться.
- Устраняет износ кабелей в местах с высокой подвижностью механизмов.
- Повышает безопасность, исключая риски коротких замыканий и перегрева проводки.

Примеры беспроводного питания в робототехнике

Автономные мобильные роботы (AMR) – беспроводная зарядка складских и производственных роботов позволяет им работать без перерыва на подзарядку.

Роботизированные руки и манипуляторы – беспроводное питание улучшает гибкость и маневренность промышленных роботов.

Дроны для инспекции заводов – зарядка через лазерные или микроволновые технологии позволяет дронам проводить мониторинг без посадки.

Применение в труднодоступных местах (морские платформы, шахты, заводские конвейеры)

Во многих промышленных объектах прокладка кабелей затруднена или невозможна, а постоянная замена батарей неэффективна и затратна. Беспроводные технологии помогают решить эти проблемы.

1. Морские платформы и нефтегазовая отрасль

Проблема:

- Суровые климатические условия затрудняют техническое обслуживание проводных систем.
- Высокая влажность и коррозия быстро выводят из строя электрические соединения.

Решение:

- Беспроводное питание для датчиков контроля давления и температуры на буровых платформах.



Космическая энергетика – это одно из самых

амбициозных направлений развития беспроводных

технологий передачи энергии

- Автономные подводные роботы с беспроводной зарядкой для инспекции трубопроводов.

Компании-разработчики:

- Schlumberger и Halliburton тестируют беспроводные энергосистемы для подводных установок.

2. Шахты и горнодобывающая промышленность

Проблема:

- Проводные системы небезопасны в условиях шахт, где существует риск обрушений и коротких замыканий.
- Электропитание труднодоступных датчиков и автономных машин требует инновационных решений.

Решение:

- Беспроводные станции для зарядки самоходных буровых установок и роботов-разведчиков.
- Беспроводное питание для газоанализаторов и сенсоров мониторинга шахтных тоннелей.

3. Заводские конвейеры и логистические центры

Проблема:

- Движущиеся механизмы нуждаются в гибком электропитании без ограничивающих проводов.
- Традиционные кабели быстро изнашиваются из-за постоянного движения.

Решение:

- Индуктивные и резонансные технологии для зарядки конвейерных роботов и манипуляторов в процессе работы.
- Встроенные беспроводные зарядные панели на складских платформах для погрузчиков и автоматических тележек.

Компании-разработчики:

- Toyota и KUKA тестируют беспроводные решения для роботизированных производств.

Возможности для умных фабрик (Industry 4.0)

Концепция Industry 4.0 – это цифровизация и автоматизация производства, а беспроводные технологии играют в этом ключевую роль.

Какие преимущества дает беспроводное электропитание на «умных фабриках»?

Гибкость производства – оборудование можно перемещать и настраивать без привязки к электросетям.

Минимизация простоев – техника заряжается без остановки производства.

Удаленный контроль и диагностика – датчики, работающие без проводов, упрощают мониторинг состояния оборудования.

Примеры внедрения:

- Siemens тестирует беспроводное питание в промышленных IoT-сетях.

- Tesla и BMW внедряют беспроводные зарядки для автоматизированных производственных линий.

2.4. Космическая энергетика

Передача энергии с орбитальных солнечных станций на Землю

Космическая энергетика – это одно из самых амбициозных направлений развития беспроводных технологий передачи энергии. Основная идея заключается в создании солнечных электростанций на орбите, которые будут собирать солнечную энергию в космосе и передавать ее на Землю с помощью микроволн или лазерного излучения.

• Почему космическая солнечная энергетика перспективна?

- *Постоянное получение солнечной энергии* – отсутствие атмосферных и погодных помех позволяет собирать



энергию 24/7, без перерывов на ночь или облачность.

- **Высокий КПД солнечных панелей** – в космосе солнечные батареи работают на 30–40 % эффективнее, чем на Земле, так как солнечный свет не теряется в атмосфере.

- **Передача энергии в удаленные регионы** – можно направлять энергию в труднодоступные зоны без инфраструктуры (пустыни, острова, зоны стихийных бедствий).

Как работает передача энергии с орбиты?

1. На орбите размещается солнечная электростанция с огромными солнечными панелями.

2. Собранная энергия преобразуется в микроволны (2,45 ГГц или 5,8 ГГц) или лазерное излучение.

3. Энергия направляется на Землю с помощью передатчика (фазированной антенны).

4. Наземная ректенна (приемная станция) принимает сигнал и преобразует его обратно в электричество.

Ключевые проекты:

JAXA (Япония) – проект SSPS (Space Solar Power System), цель которого – развернуть орбитальные солнечные станции к 2030 году.

NASA – исследует концепцию SPS-ALPHA, предусматривающую модульные космические электростанции.

Китай – планирует построить первую космическую солнечную электростанцию к 2035 году.

Потенциал использования беспроводной передачи в будущих лунных и марсианских базах

Беспроводная передача энергии будет ключевой технологией для освоения Луны и Марса. В условиях, где прокладка кабелей непрактична или невозможна, беспроводная энергетика станет спасением для будущих поселений.

Как беспроводная передача поможет освоению Луны и Марса?

Питание жилых модулей и баз – беспроводные солнечные электростанции могут обеспечивать энергией поселения без необходимости подведения кабелей.

Зарядка марсоходов и луноходов – беспроводная передача энергии позволит подзаряжать мобильные роботы и технику прямо в процессе работы.

Создание энергетической сети без проводов – на Луне или Марсе можно разместить солнечные электростанции в наиболее освещенных зонах, а затем передавать энергию в темные кратеры или подземные базы.

Основные вызовы: эффективность, стоимость и безопасность

Несмотря на огромный потенциал, космическая энергетика столкнется с рядом проблем, которые пока ограничивают ее коммерческое внедрение.

1. Эффективность передачи энергии

- Микроволновая передача имеет КПД около 85–90 %, но потери все же значительны.

- Лазерная передача теряет 30–50 % энергии, так как часть луча рассеивается в атмосфере.

- Необходимо совершенствовать технологии ректенн (приемников), чтобы минимизировать потери.

2. Высокая стоимость запуска и строительства

- Размещение солнечных панелей в космосе крайне дорого – потребуются десятки запусков ракет и сложный монтаж на орбите.

- Инфраструктура для приема энергии на Земле (огромные ректенны) требует значительных инвестиций.

3. Вопросы безопасности

- Высокоэнергетические микроволны и лазеры могут быть опасны для людей, птиц и авиации.

- Существует риск наведения луча не в нужную точку, что может привести к авариям.

- Необходима система точного управления передатчиком и приемником.

3. Ограничения и вызовы технологии

Несмотря на огромный потенциал беспроводной передачи энергии, существует ряд технических, экономических и экологических ограничений, которые мешают массовому внедрению этих технологий. Основные вызовы связаны с эффективностью, безопасностью, стоимостью и сложностью интеграции с существующей инфраструктурой.

3.1. КПД и потери энергии

Одним из главных препятствий на пути развития беспроводных систем передачи энергии является низкий КПД (коэффициент полезного действия) и энергетические потери.



Какие технологии наиболее эффективны?

Эффективность передачи энергии зависит от метода:

Технология	Максимальная эффективность	Дальность передачи
Индуктивная передача (Qi)	70–80%	До 4 см
Резонансная передача (AirFuel, WiTricity)	80–85%	До 1 м
Радиочастотная передача (RF)	10–50%	До 10 м
Лазерная передача	30–50%	До 10 км
Микроволновая передача	85–90%	До 100 км

Наиболее эффективны индуктивные и резонансные технологии – они применяются для зарядки смартфонов, электромобилей и промышленных роботов.

Микроволны подходят для передачи энергии на большие расстояния (например, из космоса), но требуют высокоточного наведения.

Лазерная передача перспективна, но сталкивается с потерями из-за атмосферных помех.

Почему беспроводные системы пока не могут заменить традиционные проводные сети?

Проводные системы (кабели, ЛЭП) обеспечивают КПД выше 95% и передают огромные мощности без существенных потерь.

Беспроводные технологии пока не могут передавать энергию в больших объемах (например, мегаватты для городов).

Стоимость беспроводных решений выше, чем у проводных аналогов, что делает их экономически невыгодными для массового применения.

Вывод: беспроводная передача энергии пока не может полностью заменить проводные системы, но активно развивается для нишевых приложений – смартфонов, электромобилей, спутников и автоматизированных производств.

3.2. Влияние на здоровье и экологию

Беспроводная передача энергии предполагает использование электромагнитных волн, микроволн и лазеров, что вызывает вопросы о возможном влиянии на здоровье и окружающую среду.

Возможные биологические эффекты электромагнитного излучения

Некоторые беспроводные технологии (например, микроволны и радиочастотная передача) работают в диапазоне, близком к Wi-Fi и мобильной связи.

Опасны ли беспроводные системы для человека?

Индуктивные и резонансные зарядки (Qi, AirFuel) безопасны – их частоты не представляют угрозы для здоровья.

Радиочастотная передача (RF) безопасна, но ее мощность ограничена, чтобы избежать перегрева тканей.

Микроволны могут представлять опасность, если уровень мощности слишком высок – они способны нагревать ткани и вызывать ожоги.

Лазерная передача может повредить сетчатку глаза, если луч попадет в зрительный орган.

Какие меры безопасности принимаются?

- В системах микроволновой передачи используются автоматические отключатели, которые останавливают передачу, если в зону излучения входит человек.
- Лазерные системы оснащены сенсорами безопасности, которые регули-

руют мощность и отключают луч при обнаружении объекта на пути.

Безопасность лазерной и микроволновой передачи энергии

Микроволны

- Могут вызывать перегрев объектов, если мощность передачи слишком высока.
- Требуют точной настройки частот и направленности, чтобы избежать вредного воздействия на живые организмы.

Лазеры

- Опасны для глаз, так как сфокусированный лазерный луч может привести к повреждению сетчатки.
- Могут терять эффективность в тумане, пыли и дыме, что делает их уязвимыми к атмосферным условиям.

Вывод: вопросы безопасности ограничивают масштабное внедрение беспроводных технологий, но разработчики активно создают системы защиты и регулирования мощности.



3.3. Стоимость и сложность внедрения

Разработка беспроводных технологий требует значительных инвестиций, а интеграция с существующей энергосистемой технически сложна.

Высокие затраты на разработку и инфраструктуру

Беспроводные технологии требуют новых материалов, сложных антенн и передатчиков, что увеличивает стоимость.

Например, разработка космической солнечной электростанции с беспроводной передачей энергии может стоить сотни миллиардов долларов.

Производство индуктивных и резонансных зарядок стоит в два-три раза дороже, чем проводные зарядные устройства.

Сложности интеграции с существующими энергосистемами

— Современные энергосистемы построены на проводных технологиях, и беспроводная передача требует новой инфраструктуры.

— Индуктивные и резонансные зарядные платформы требуют переоборудования улиц, зданий и автомобилей.

— Беспроводные сети могут создавать электромагнитные помехи для Wi-Fi, мобильной связи и других систем.

Вывод: массовый переход на беспроводные технологии потребует десятилетий и больших финансовых вложений.

Необходимость международных стандартов и регулирования

Для успешного внедрения беспроводных технологий необходимы глобальные стандарты, чтобы устройства разных производителей были совместимы и безопасны.

Какие стандарты уже существуют?

Qi (индуктивная зарядка) — применяется в смартфонах, ноутбуках и гаджетах.

AirFuel (резонансная зарядка) — перспективный стандарт для беспроводного питания бытовой техники и электромобилей.

WiTricity (резонансная передача для транспорта) — используется BMW, Toyota и другими автопроизводителями.

Что еще нужно стандартизировать?

- Безопасность микроволновой и лазерной передачи — регулирование уровней мощности и зон безопасности.

Разработка беспроводных технологий требует

значительных инвестиций

- Частотные диапазоны для беспроводной энергии — чтобы избежать помех с радиосвязью.
- Правила для космической передачи энергии — защита спутников и контроль за направлением лучей.

Вывод: международные организации (IEEE, IEC, WPC) уже работают над созданием стандартов, но для глобального внедрения беспроводной передачи энергии потребуется еще много лет.

4. Беспроводная передача энергии: будущее или утопия?

Беспроводная передача энергии — это одна из самых революционных технологий, которая потенциально может изменить глобальную энер-

гетическую систему. Уже сегодня беспроводные зарядные устройства используются в смартфонах, электромобилях и промышленности, но возможно ли их массовое внедрение в энергетике, транспорте и инфраструктуре?

В этом разделе мы рассмотрим наиболее перспективные технологии, возможные сроки их коммерческого использования и ответим на главный вопрос: может ли беспроводная передача энергии заменить традиционные сети?

Какие технологии наиболее перспективны для коммерческого использования?

Некоторые технологии беспроводной передачи энергии уже применяются в коммерческом секторе, другие пока остаются в стадии экспериментов и исследований.

Наиболее перспективные технологии:

Технология	Степень зрелости	Ключевые преимущества	Ограничения	Примеры внедрения
Индуктивная передача (Qi, AirFuel)	Уже коммерчески доступна	Простота, безопасность, удобство	Ограниченная дальность (до 4 см), необходимость точного совмещения	Смартфоны (iPhone, Samsung), электромобили (BMW, Toyota)
Резонансная передача (WiTricity, AirFuel Resonant)	Тестируется в автомобильной и промышленной сферах	Дальность до 1 м, возможность зарядки нескольких устройств	Потери энергии, необходимость точной настройки частоты	Беспроводные зарядки для электромобилей (Tesla, Honda)
Радиочастотная передача (RF, Cota, Powercast)	Экспериментальные проекты	Зарядка IoT-устройств на расстоянии до 10 м	Низкая мощность передачи	Умные датчики, IoT-устройства
Лазерная передача (PowerLight, DARPA)	Ожидается тестирование	Высокая точность передачи на большие расстояния	Безопасность для глаз, потери в атмосфере	Зарядка дронов, военные технологии
Микроволновая передача (Space Solar Power, JAXA, NASA)	Долгосрочные перспективы (до 2040-х)	Возможность передачи энергии на тысячи километров	Высокая стоимость, необходимость точного наведения	Космическая солнечная энергетика, военные проекты

Наиболее перспективные технологии на ближайшие 10 лет:

– *Индуктивная и резонансная передача (Qi, WiTricity, AirFuel)* – уже внедряется в бытовую электронику, автомобили и промышленность.

– *Радиочастотная передача (RF, Cota)* – перспективна для IoT-устройств, датчиков и умных домов.

Лазерная передача (PowerLight, DARPA) – тестируется в беспилотных системах и военной технике.

Долгосрочные перспективы (2030–2040 годы):

– *Микроволновая передача энергии (NASA, JAXA)* – может использоваться для питания спутников и передачи энергии из космоса.

– *Космическая солнечная энергетика* – потенциально может стать источником бесперебойной чистой энергии для Земли.

Ожидаемые сроки массового внедрения беспроводной передачи энергии

Хотя беспроводная передача энергии уже применяется в некоторых областях, массовый переход на беспроводные системы займет десятилетия.

Прогноз по развитию технологий

Период	Ожидаемые достижения
2025–2030	Массовое внедрение резонансных зарядных систем для электромобилей. Расширение RF-технологий для IoT-устройств. Начало тестирования лазерной передачи в транспорте и оборонной сфере.
2030–2040	Первые коммерческие проекты орбитальных солнечных станций с микроволновой передачей энергии. Массовое внедрение лазерных и микроволновых систем для дронов, беспилотников и удаленных объектов.
2040 и далее	Возможное создание глобальной беспроводной энергосети, где энергия передается из космоса на Землю. Потенциальный отказ от традиционных ЛЭП в некоторых странах.

Однако широкомасштабное внедрение беспроводных технологий будет зависеть от решения ряда ключевых проблем: безопасности, стоимости и энергоэффективности.

Может ли беспроводная энергетика заменить традиционные сети?

Этот вопрос остается открытым, поскольку беспроводные технологии обладают как значительными преимуществами, так и серьезными ограничениями.

Что говорит в пользу беспроводной энергетики?

- Упрощение инфраструктуры – отсутствие проводов снижает затраты на монтаж и обслуживание.
- Гибкость и мобильность – устройства могут получать энергию без подключения к розетке.
- Возможность передачи энергии в труднодоступные зоны – питание спутников, дронов, удаленных объектов.
- Снижение нагрузки на природные ресурсы – меньше металла и пластика для проводов и кабелей.

Почему беспроводные технологии не смогут полностью заменить проводные сети в ближайшие десятилетия?

- Ограничения мощности – современные беспроводные системы передают энергию в малых объемах (за исключением микроволн).
- Высокие потери энергии – КПД беспроводных технологий ниже, чем у проводных.

• Проблемы безопасности – лазеры и микроволны требуют строгого контроля, чтобы не навредить людям.

• Экономическая нецелесообразность – стоимость массового перехода чрезвычайно высока.

Вероятный сценарий развития:

• Беспроводные технологии дополнят традиционные энергосистемы, но не заменят их полностью.

• В ближайшие 20–30 лет беспроводная передача энергии будет использоваться в специализированных областях – транспорте, промышленности, космосе.

• К 2050 году возможны локальные беспроводные энергосети, но глобальный переход потребует революционных прорывов в технологиях.

Что в итоге?

Насколько реальна массовая беспроводная передача энергии?

Беспроводная передача энергии – это перспективная, но пока не массовая технология, которая активно развивается и внедряется в различных сферах. Уже сегодня беспроводные зарядные устройства широко используются для смартфонов, ноутбуков, умных часов и электромобилей. Однако передача энергии на большие расстояния и в промышленных масштабах пока остается в стадии экспериментов.

На данный момент проводные энергосети обладают большей эффективностью, надежностью и мощностью, поэтому беспроводные технологии в бли-



жайшие десятилетия будут дополнять, а не заменять традиционные системы.

Тем не менее развитие лазерных, микроволновых и радиочастотных методов открывает возможности для новых бизнес-моделей и глобальных энергетических решений, включая орбитальные солнечные станции и беспроводное питание автономных систем.

Какие сферы получат наибольшие выгоды от внедрения этой технологии?

Некоторые отрасли уже активно тестируют беспроводные системы питания, и в будущем именно они получат наибольшие выгоды от этих технологий.

• Космическая энергетика и спутниковые системы

Орбитальные солнечные станции смогут передавать чистую энергию на Землю, обеспечивая новые источники питания.

• Беспроводная передача энергии позволит питать спутники, марсоходы и лунные базы.

Электротранспорт и умная инфраструктура

• Индуктивные зарядные дороги позволят автомобилям заряжаться прямо во время движения.

• Городские беспроводные зарядные станции облегчат зарядку общественно-го транспорта и такси.

Промышленность и автоматизация

• Роботы, дроны и автоматизированные системы смогут работать без необходимости подключения к проводам.

• Заводы и логистические центры избавятся от износа кабелей и сократят эксплуатационные расходы.

Телекоммуникации и Интернет вещей (IoT)

• Беспроводное питание удаленных датчиков и устройств позволит создать полноценные «умные» города.

• Радиочастотные технологии обеспечат автономную работу IoT-систем без батареек.

Военные технологии и оборонная промышленность

• Зарядка дронов и автономных боевых машин без посадки.

• Микроволновая передача энергии для питания военных баз в труднодоступных регионах.

Какие барьеры еще предстоит преодолеть?

Несмотря на достижения, массовое внедрение беспроводной передачи энергии требует решения ряда ключевых проблем:

1. Низкий КПД и потери энергии

• В традиционных кабельных сетях КПД достигает 95–98%, тогда как у беспроводных систем потери составляют 10–50%.

• Для эффективного внедрения необходимо снизить потери при передаче на большие расстояния.

2. Ограниченная мощность передачи

• Современные беспроводные технологии передают только малые мощности (ватты и киловатты), чего недостаточно для промышленного энергоснабжения.

• Требуются инновации в материалах и приемных устройствах, чтобы обеспечить передачу энергии в мегаваттном масштабе.

3. Высокая стоимость и сложность внедрения

• Разработка и развертывание беспроводных систем требуют значительных инвестиций.

• Инфраструктура городов и заводов не адаптирована к беспроводному питанию, что требует масштабных изменений.

4. Вопросы безопасности и регулирования

• Лазеры и микроволны могут представлять опасность для человека, если попадут в глаза или вызовут перегрев.

• Требуется международное регулирование частотных диапазонов и мощности излучения.

Беспроводная передача энергии – это не утопия, а реальное направление развития технологий, однако ее массовое внедрение потребует десятилетий исследований и инвестиций.

• В ближайшие 5–10 лет беспроводные системы будут активно развиваться в зарядке смартфонов, электромобилей, беспилотников и умных фабрик.

• В следующие 20 лет можно ожидать развития космической энергетики и создания глобальных беспроводных энергосетей.

• К 2050 году беспроводные технологии могут стать основным способом передачи энергии, но традиционные проводные сети сохранятся для критически важных объектов.

Беспроводная передача энергии – это будущее, но неизвестно, насколько быстро оно наступит.



РЫНОК... СВЕТОТЕХНИКИ

отраслевой журнал



НОВОСТИ МАРКЕТИНГА

Журнал
о новом маркетинге



Тел.: (495) 540-52-76

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

www.marketingnews.ru

РЫНОК СВЕТОТЕХНИКИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ



МФЭС

www.expoelectroseti.ru

2025

2 - 4 декабря

Выставочный комплекс

«ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР»

Москва, Верхняя аллея, 6с1

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

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

Задачи МФЭС:

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

Организатор:
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»



Телефон: +7 (495) 640-20-80
E-mail: exhibit@twest.ru

Цифровизация и автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли в России в 2025 году

■ Андрей Метельников

В 2025 году светотехническая отрасль России переживает значительные преобразования, обусловленные активной цифровизацией и автоматизацией производственных процессов. Эти изменения направлены на повышение эффективности, конкурентоспособности и адаптивности предприятий в условиях быстро меняющегося рынка.

Цифровая трансформация стала неотъемлемой частью стратегического развития промышленных предприятий. Внедрение передовых технологий, таких как промышленный интернет вещей (IIoT), искусственный интеллект (AI) и цифровые двойники, позволяет оптимизировать производственные процессы, снижать издержки и улучшать качество продукции. Для светотехнической отрасли, где инновации и энергоэффективность являются ключевыми факторами успеха, цифровизация открывает новые возможности для разработки «умных» осветительных решений и интеграции их в системы «умного города».

Текущее состояние отрасли

Российская светотехническая промышленность активно растет, внедряя современные технологии и адаптируясь к мировым тенденциям. Согласно данным, представленным на портале TAdviser, в середине января 2025 года Минпромторг РФ утвердил перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025–2030 годы. Этот документ предполагает разработку стандартов в сферах умного производства, цифровых фабрик и промышленного интернета вещей, что напрямую влияет на развитие светотехнической отрасли.

Кроме того, в декабре 2024 года компания «РТ-Техприемка» представила первый отечественный интеллектуальный автоматизированный прогностический комплекс оборудования для диагностики промышленной техники, не имеющий аналогов по функциональным характеристикам. Это свидетельствует о высоком потенциале российских разработок в области промышленной автоматизации.

Текущие тенденции цифровизации в светотехнической отрасли

В 2025 году светотехническая отрасль нашей страны заметно трансформируется под влиянием цифровизации и автоматизации, что способствует повышению эффективности производства и конкурентоспособности на мировом рынке.

Рост спроса на «умное» освещение и IoT-решения

Современные тенденции показывают увеличивающийся интерес к интеллектуальным системам освещения, интегрированным с Интернетом

вещей (IIoT). Такие решения позволяют не только управлять освещением дистанционно, но и адаптировать его под конкретные условия, обеспечивая энергосбережение и комфорт. Внедрение IIoT-технологий в светотехнику способствует созданию «умных» городов и зданий, где освещение становится частью единой экосистемы.

Внедрение цифровых двойников и виртуальных симуляций в производственных процессах

Цифровые двойники – виртуальные модели реальных объектов – становятся неотъемлемой частью производственных процессов. Они позволяют



моделировать и оптимизировать работу оборудования, прогнозировать возможные сбои и повышать общую эффективность производства. Использование виртуальных симуляций дает возможность тестировать новые решения без риска для реального производства, что ускоряет внедрение инноваций.

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации производства

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) активно внедряются в светотехническую отрасль для анализа больших объемов данных, оптимизации производственных процессов и улучшения качества продукции. Системы на основе ИИ способны предсказывать потребности в ресурсах, выявлять дефекты на ран-

них стадиях и предлагать решения для повышения эффективности. По данным исследований, к 2028 году ожидаемый финансовый результат от внедрения ИИ для экономики России может составить до 6,9 трлн рублей в год.

Развитие отечественного софта и оборудования в условиях импортозамещения

В условиях геополитических изменений и необходимости обеспечения технологической независимости российские компании активно развивают собственные программные решения и оборудование для светотехнической отрасли. Создание национальных стандартов и поддержка со стороны государства стимулируют разработку конкурентоспособных продуктов, способных заменить импортные аналоги. Так, в 2025 году в России стартует нацио-

нальная программа «Экономика данных», направленная на развитие цифровых технологий и инфраструктуры.

Таким образом, текущие тенденции цифровизации в светотехнической отрасли России в 2025 году отражают стремление к интеграции передовых технологий, развитию отечественных решений и повышению общей эффективности производства.

Автоматизация производственных процессов

В 2025 году автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли России приобретает стратегическое значение, способствуя повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества продукции. Рассмотрим ключевые технологии автоматизации, примеры их успешного внедрения на российских предприятиях и их влияние на экономические показатели.

Основные технологии автоматизации

1. Роботизированные линии

Современные производственные линии оснащаются роботами, способными выполнять сложные и монотонные операции с высокой точностью и скоростью. Это позволяет значительно увеличить производительность и минимизировать человеческий фактор. Например, компания «Черкизово» внедрила системы машинного зрения для автоматического контроля качества продукции, что позволило повысить эффективность и снизить количество дефектов.

2. Системы предиктивного обслуживания

Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования отказов оборудования позволяет проводить техническое обслуживание до возникновения поломок, снижая простои и затраты на ремонт. В металлургической промышленности России такие системы анализируют большие объемы данных в реальном времени, что помогает своевременно выявлять и устранять потенциальные проблемы.

3. Цифровые платформы управления производством

Интеграция различных этапов производственного процесса через цифровые платформы обеспечивает прозрачность, оперативность и точность управления. Системы, такие как ERP, MES и SCADA, позволяют синхронизировать работу всех подразделений предприятия, от планирования до выпуска готовой продукции. Например, корпорация «Галактика» разработала ERP-систему, которая успешно применяется на российских предприятиях



В 2025 году автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли России приобретает стратегическое значение

для оптимизации управления ресурсами и производственными процессами.

Примеры успешной автоматизации на российских предприятиях

- **«Черкизово».** Компания внедрила комплекс цифровых технологий, включая машинное зрение и системы управления производством, что позволило автоматизировать контроль качества и повысить общую эффективность производства.

- **«РТ-Техприемка».** Совместно с компанией «ВидеоМатрикс» разработан автоматизированный комплекс для инспекции листов стали, использующий технологии машинного зрения и нейронных сетей. Это решение позволяет детектировать дефекты с высокой точностью, улучшая качество продукции и снижая затраты на ручной контроль.

Как автоматизация помогает снижать затраты и повышать эффективность

Внедрение автоматизированных систем приносит предприятиям ряд ощутимых преимуществ:

- **Снижение операционных затрат.** Автоматизация рутинных и трудоемких процессов уменьшает потребность в ручном труде, сокращая расходы на заработную плату и снижая вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

- **Повышение производительности.** Роботизированные системы способны работать без перерывов, обеспечивая стабильный и высокий уровень выпуска продукции.

- **Улучшение качества продукции.** Системы машинного зрения и предиктивного обслуживания позволяют своевременно выявлять и устранять дефекты, обеспечивая высокое качество конечного продукта.

- **Оптимизация использования ресурсов.** Цифровые платформы управления производством обеспечивают эффективное планирование и распределение ресурсов, минимизируя потери и издержки.

Таким образом, автоматизация производственных процессов в светотехнической отрасли России является ключевым фактором повышения конкурентоспособности предприятий, позволяя им адаптироваться к современным требованиям рынка и обеспечивать выпуск продукции высокого качества при оптимальных затратах.

Государственная поддержка и нормативное регулирование

В 2025 году российская светотехническая отрасль активно развивается в том числе благодаря государственной поддержке и четкому нормативному регулированию, направленному на цифровизацию и автоматизацию производственных процессов.

Национальные программы и инициативы по цифровизации промышленности

С января 2025 года в России стартовал национальный проект «Экономика данных», призванный заменить предыдущую программу «Цифровая экономика Российской Федерации». Основная цель нового проекта – формирование цифровых платформ



во всех ключевых отраслях экономики и обеспечение технологического суверенитета в области искусственного интеллекта к 2030 году. На реализацию программы планируется выделить не менее 700 млрд рублей. Особое внимание уделяется созданию инфраструктуры для сбора, обработки и хранения данных, что напрямую влияет на цифровизацию промышленности, включая светотехническую отрасль.

В рамках федерального проекта «Инфраструктура доступа к сети Интернет», являющегося частью нацпроекта «Экономика данных», планируется создание низкоорбитальной спутниковой группировки «Бюро 1440» к 2027 году. Этот проект, стоимостью около 445 млрд рублей, направлен на обеспечение широкополосного интернет-доступа для 97 % домохозяйств к 2030 году, что соз-

В 2025 году светотехническая отрасль России стоит на пороге значительных преобразований

даст основу для внедрения передовых цифровых технологий в промышленности.

Кроме того, с 2025 года в России внедряется система управления цифровой трансформацией государства, что позволит координировать и контролировать процессы цифровизации во всех отраслях, включая промышленность.

Регуляторные требования к внедрению автоматизированных систем

Для успешной цифровизации промышленности правительство России уделяет особое внимание разработке и внедрению стандартов в области передовых производственных технологий. В середине января 2025 года Минпромторг РФ утвердил перспективный план стандартизации на 2025–2030 годы, который включает разработку стандартов для умного производства, цифровых фабрик и промышленного интернета вещей. Эти стандарты обеспечат единые требования к внедрению автоматизированных систем, способствуя повышению эффективности и безопасности производственных процессов.

Поддержка инновационных разработок и стартапов в сфере светотехники

Государственная поддержка инноваций в светотехнической отрасли реализуется через различные программы и инициативы. Одной из ключевых является Национальная технологическая инициатива (НТИ), направленная на развитие перспективных рынков и технологий. В рамках НТИ создаются центры компетенций, проводятся технологические конкурсы и предоставляется финансирование для стартапов и инновационных проектов.

Кроме того, в августе 2024 года компания «Русский Свет», один из крупнейших дистрибьюторов электротехники в России, запустила собственный бренд светотехнической продукции. Это свидетельствует о поддержке и развитии отечественных производителей в условиях импортозамещения и стремления к повышению конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

Таким образом, в 2025 году государственная поддержка и нормативное регулирование создают благоприятные условия для цифровизации и автоматизации в светотехнической отрасли России, способствуя внедрению инноваций и развитию отечественных технологий.



Проблемы и вызовы цифровизации отрасли

Цифровая трансформация светотехнической отрасли России открывает новые возможности для повышения производительности и эффективности производства. Однако на пути внедрения инноваций предприятия сталкиваются с рядом серьезных вызовов. Среди них: нехватка квалифицированных кадров, высокая стоимость цифровизации и вопросы кибербезопасности. Рассмотрим эти проблемы подробнее.

1. Дефицит квалифицированных кадров и необходимость их переподготовки

Отставание системы образования от запросов рынка

Цифровизация требует специалистов с компетенциями в областях автоматизации, искусственного интеллекта, интернета вещей (IoT), кибербезопасности и управления большими данными. Однако вузы и колледжи не успевают адаптировать образовательные программы под новые потребности. Многие выпускники технических специальностей получают устаревшие знания, не охватывающие современные технологии, используемые на производстве.

Отсутствие системного корпоративного обучения

Предприятия, особенно малый и средний бизнес, не всегда могут позволить себе программы обучения и повышения квалификации сотрудников. В результате процесс адаптации работников к новым цифровым инструментам замедляется, а внедрение автоматизированных решений сталкивается с сопротивлением со стороны персонала.

Текущий кадровый дефицит и нехватка специалистов

По данным Минтруда России, в 2024 году рынок испытывал нехватку не менее 500 тысяч специалистов в сфере IT и цифровых технологий. В светотехнической отрасли этот дефицит ощущается особенно остро, поскольку цифровизация производства требует интеграции инженерных и IT-компетенций.

Что может решить проблему?

- **Государственные программы по обучению цифровым технологиям.** В 2025 году активно развивается программа «Цифровые профессии», в рамках которой государство субсидирует 50–75 % стоимости обучения для сотрудников предприятий.

- **Корпоративные учебные центры.** Крупные промышленные холдинги запускают собственные центры подготовки кадров, что позволяет снизить зависимость от внешних специалистов.

- **Программы переподготовки и партнерства с вузами.** Компании заключают договоры с техническими университетами и колледжами, помогая им адаптировать учебные программы к реальным требованиям бизнеса.

2. Высокие затраты на внедрение цифровых технологий

Почему цифровизация дорогая?

Переход на автоматизированное производство требует значительных инвестиций. Это касается как закупки современного оборудования (роботизированных линий, датчиков IoT, программных решений), так и расходов на интеграцию новых технологий в существующую инфраструктуру.

Основные статьи затрат:

- **Оборудование:** интеллектуальные системы управления, роботы, датчики и контроллеры.

- **Программное обеспечение:** лицензии на ERP-системы, платформы управления производством (MES, SCADA).

- **Инфраструктура:** модернизация заводских сетей, облачные технологии, дата-центры.

- **Обучение персонала:** подготовка инженеров, программистов и операторов автоматизированных систем.

Как компании справляются с высокой стоимостью цифровизации?

1. **Государственные субсидии и налоговые льготы**

- С 2025 года действует программа «Цифровая трансформация промышленности», в рамках которой предприятия могут получить до 50 % компенсации затрат на внедрение передовых цифровых решений.

- Фонд развития промышленности (ФРП) предоставляет льготные



кредиты на цифровизацию предприятий под 1–3 % годовых.

2. Гранты и венчурное финансирование

- Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ) выделяет гранты на сумму до 300 млн рублей для промышленных компаний, разрабатывающих и внедряющих цифровые решения.

- В 2024 году в рамках программы поддержки технологических стартапов создан венчурный фонд «Цифровая промышленность», который финансирует инновационные разработки, в том числе в области светотехники.

3. Эффективное планирование инвестиций

- Компании переходят на **поэтапную цифровизацию**, начиная с наиболее проблемных зон производства.

- Используются **модели подписки на программное обеспечение (SaaS)** вместо покупки дорогостоящих лицензий.

3. Кибербезопасность и защита интеллектуальной собственности

Рост угроз для цифровых производств

С увеличением уровня автоматизации и внедрения IoT-систем предприятия становятся уязвимыми перед кибератаками. Согласно исследованию «Лаборатории Касперского», в 2024 году 67 % промышленных предприятий России столкнулись с попытками взлома цифровых систем.

Какие киберугрозы наиболее актуальны?

- **Атаки на производственные сети** – взлом систем управления технологическими процессами (SCADA, MES) .

- **Кража интеллектуальной собственности** – хакеры могут похитить чертежи, технологические разработки и конфиденциальные данные.

- **Шифровальщики и вирусы** – блокировка работы оборудования с целью вымогательства (Ransomware) .

- **Незащищенные IoT-устройства** – уязвимости в датчиках и автоматизированных системах могут привести к удаленному саботажу производства.

Меры защиты, которые внедряют предприятия:

1. Использование отечественного ПО

- В 2025 году вступает в силу запрет на использование зарубежного программного обеспечения на критически важных промышленных объектах.

- Предприятия переходят на российские операционные системы (Астра Linux, Альт), антивирусные решения и платформы управления производством.

2. Обязательная сертификация ИТ-инфраструктуры

- В 2025 году в России вводится обязательная сертификация всех промышленных автоматизированных систем на соответствие требованиям информационной безопасности.

- Компании проходят аудит у сертифицированных специалистов, проверяющих защиту данных и уязвимости цифровых систем.

3. Обучение персонала по вопросам кибербезопасности

- Согласно постановлению Минцифры, с 2025 года крупные предприятия обязаны проводить киберучения и тренинги для персонала, работающего с автоматизированными системами.

- В крупных холдингах (например, «Росатом», «Ростех», «Силовые машины») внедрены специализированные программы обучения для IT-специалистов и инженеров.

Перспективы развития: прогноз на 2025 год и дальше

В 2025 году светотехническая отрасль России стоит на пороге значительных преобразований, обусловленных технологическими инновациями, изменениями в структуре рынка и новыми возможностями для отечественных производителей на международной арене.

Какие технологии будут доминировать в ближайшие годы?

1. Интеллектуальные системы освещения (Smart Lighting). Согласно прогнозам, мировой рынок интеллектуального освещения достигнет 19,65 млрд долларов США в 2024 году и продолжит расти со среднегодовым темпом 18,94 %, достигнув 46,79 млрд долларов к 2029 году. В России внедрение таких систем позволит оптимизировать энергопотребление и повысить комфорт в жилых и коммерческих помещениях. Особое внимание уделяется интеграции освеще-



щения с IoT-устройствами и системами управления зданием.

2. Светодиодные технологии (LED). Светодиоды продолжают доминировать на рынке благодаря своей энергоэффективности и долговечности. Особенно перспективно использование мощных светодиодов в уличном, офисном и промышленном освещении. Однако с 1 января 2025 года вступают в силу новые правила определения российского происхождения светодиодов, что может повлиять на доступность отечественной продукции в этом сегменте.

3. Умные города и световые мастер-планы. Города все чаще разрабатывают световые мастер-планы, направленные на улучшение городской среды через продуманное освещение. Это включает использование энергоэффективных технологий, снижение светового загрязнения и интеграцию освещения с другими городскими системами. Такие инициативы способствуют повышению безопасности, развитию ночной экономики и улучшению качества жизни горожан.

Ожидаемые изменения в структуре рынка и цепочках поставок

Геополитические изменения и санкционные ограничения последних лет существенно повлияли на структуру рынка и цепочки поставок в светотехнической отрасли России. Ограничение доступа к зарубежным компонентам и технологиям привело к необходимости оперативного поиска альтернативных решений и развитию отечественного производства. В результате доля китайской продукции на российском рынке значительно возросла как в сегменте готовых изделий, так и в поставках компонентов для местного производства.

Кроме того, с 1 января 2025 года вступили в силу новые требования к определению российского происхождения светодиодов, что может привести к сокращению ассортимента отечественной продукции, соответствующей этим требованиям. Это, в свою очередь, может повлиять на производителей уличных светильников и других осветительных приборов, ориентированных на государственные и муниципальные закупки.

Возможности для российских производителей на международной арене

Несмотря на существующие вызовы, российские производители светотехнической продукции имеют ряд

возможностей для укрепления своих позиций на международном рынке:

1. Импортозамещение и развитие собственного производства. Ограничения на импорт стимулируют развитие отечественных технологий и производств. Инвестиции в исследования и разработки, а также государственная поддержка могут способствовать созданию конкурентоспособной продукции, востребованной не только на внутреннем, но и на внешних рынках.

2. Сотрудничество с азиатскими странами. Укрепление связей с Китаем и другими азиатскими государствами открывает новые возможности для экспорта российской продукции и совместных проектов в сфере светотехники. Это сотрудничество может включать как поставки компонентов, так и совместные разработки новых технологий.

3. Участие в международных стандартизационных инициативах. Актив-

ное участие в разработке международных стандартов и сертификаций позволит российским компаниям лучше адаптировать свою продукцию к требованиям различных рынков, облегчая выход на новые площадки сбыта.

В целом перспективы развития светотехнической отрасли в России зависят от способности адаптироваться к новым условиям, инвестировать в инновации и эффективно использовать открывающиеся возможности на международной арене.

Заключение: цифровая трансформация светотехнической отрасли – вызовы и перспективы

Цифровизация и автоматизация становятся ключевыми драйверами развития светотехнической отрасли России. Эти процессы не просто повышают эффективность производства,



но и меняют саму философию освещения, превращая его в умную, адаптивную и энергоэффективную систему. Внедрение инновационных технологий открывает новые горизонты, но также требует системного подхода, изменений в управлении, развитии кадрового потенциала и государственного регулирования.

Выводы

В 2025 году светотехническая отрасль России вступает в фазу интенсивной цифровой трансформации, которая охватывает:

- **Производственные процессы** – автоматизированные линии, предиктивное обслуживание, цифровые двойники позволяют минимизировать ошибки, снизить издержки и повысить производительность.
- **Рынок и потребителей** – умное освещение, сенсорные технологии и IoT-системы меняют подход к освеще-

нию, делая его адаптивным, интегрированным с городскими и промышленными экосистемами.

• **Государственное регулирование** – новые стандарты, программы поддержки и импортозамещение создают условия для технологического роста и конкурентоспособности российских производителей.

Однако без комплексного подхода, включающего инвестиции в исследования, развитие кадров и адаптацию к мировым стандартам, потенциал цифровизации может быть реализован не в полной мере.

Какие шаги необходимо предпринять для ускоренного внедрения новых технологий?

Для того чтобы цифровизация не осталась локальным трендом, а стала неотъемлемой частью стратегического развития отрасли, необходимо предпринять следующие шаги:

1. Развитие цифровых платформ и интеграция данных

- Разработка национальной облачной платформы для управления освещением на уровне городов и промышленных объектов.
- Внедрение больших данных (Big Data) и аналитики для управления световыми потоками и прогнозирования потребления энергии.

2. Государственная поддержка и стимулирование бизнеса

- Увеличение объема субсидий и льготного финансирования на цифровизацию промышленных предприятий.
- Разработка механизмов государственно-частного партнерства для тестирования новых технологий.
- Стимулирование экспорта российских светотехнических решений, поддержка участия в международных тендерах.

3. Прорыв в разработке отечественных решений

- Расширение НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) в области новых материалов, светодиодных технологий и сенсорных систем.
- Запуск программ по импортозамещению в сфере программного обеспечения для управления светотехническими объектами.
- Создание центров компетенций, которые будут объединять ведущие предприятия, научные институты и стартапы для совместной разработки инновационных решений.

4. Кадровая подготовка и переподготовка специалистов

- Включение курсов по цифровой автоматизации и IoT в программы технических университетов.
- Переподготовка действующих специалистов на базе крупных промышленных предприятий.
- Создание сети учебных центров для подготовки инженеров по управлению цифровыми производственными процессами.

5. Совершенствование кибербезопасности и защиты интеллектуальной собственности

- Разработка национальных стандартов кибербезопасности для автоматизированных систем освещения.
- Внедрение многоуровневых защитных механизмов от кибератак на производственные объекты.
- Создание единой базы патентов и разработок в сфере светотехники для защиты российских инноваций.



В 2025 году светотехническая отрасль России вступает в фазу интенсивной цифровой трансформации

Влияние цифровых решений на устойчивое развитие и энергосбережение

Современные цифровые технологии в светотехнической отрасли становятся мощным инструментом для повышения энергоэффективности, сокращения углеродного следа и создания комфортной городской среды.

Экономия энергии и снижение нагрузки на электросети

- Использование интеллектуальных систем управления освещением позволяет снижать энергопотребление до 40–50% за счет автоматического регулирования яркости.
- Внедрение датчиков присутствия и адаптивного освещения в городах и промышленных зонах позволяет снизить потери энергии и уменьшить нагрузку на сети.
- Развитие сетей постоянного тока в зданиях (DC-grid) для светодиодного освещения снижает потери при передаче энергии.

Снижение воздействия на окружающую среду

- Развитие цифровых двойников (виртуальных моделей зданий и инфраструктуры) позволяет заранее рассчитывать энергопотребление и сокращать ненужные выбросы CO₂.
- Использование светодиодных технологий и органических светодиодов (OLED) снижает потребность в ртутных и других опасных источниках света.
- Программы переработки и вторичного использования компонентов освещения позволяют минимизировать объем отходов.

Умные города и цифровые экосистемы

- Внедрение технологий «умного города» позволит интегрировать освещение с транспортной инфраструктурой, системами мониторинга погоды и экологического контроля.
- Автоматизация освещения на уровне мегаполисов приведет к сокращению расходов на энергоснабжение и улучшению качества городской среды.

Заключительный вывод

Цифровизация и автоматизация светотехнической отрасли России в 2025 году – не просто тренд, а необходимость, продиктованная изменяющимися экономическими и экологическими реалиями.

В ближайшие годы ключевыми вызовами останутся:

- Высокие затраты на внедрение технологий, требующие поддержки со стороны государства и бизнеса.
- Дефицит специалистов, который необходимо преодолеть за счет модерни-

зации системы образования и корпоративного обучения.

- Необходимость укрепления кибербезопасности, чтобы защитить автоматизированные системы от угроз.

Однако у России есть все шансы занять достойное место на мировом рынке светотехнических решений, если:

- продолжить развитие инновационных технологий и отечественного производства;
- внедрять системы интеллектуального управления светом, повышая эффективность и снижая энергопотребление.
- создавать условия для экспорта российских разработок на международные рынки, интегрируя их в глобальные цепочки поставок.

Цифровая трансформация светотехнической отрасли – это не просто путь к автоматизированному производству, а стратегическое направление, которое определит будущее городов, промышленности и экологически чистого освещения в России.



Энергосбережение в светотехнике – тренды и перспективы

Сергей Иванников

Энергосбережение сегодня становится ключевым приоритетом в развитии светотехнической отрасли России. В условиях растущего спроса на энергоэффективные решения и ужесточения требований к экологической устойчивости предприятия и государственные структуры активно внедряют новые технологии

Основные тренды:

1. LED-революция:

- Светодиодные технологии продолжают доминировать, обеспечивая на 50–70% меньшее энергопотребление по сравнению с традиционными лампами.
- Внедрение *гибридных и органических светодиодов (OLED)* для еще большей экономии электроэнергии.

2. Умные системы управления освещением:

- Использование *датчиков движения, освещенности и погодных условий* для адаптивного управления освещением.
- Интеграция с системами «умного города» и «умного здания» для оптимизации потребления ресурсов.

3. Развитие сетей постоянного тока (DC-grid):

- Прямое питание светодиодов от сетей постоянного тока снижает потери при преобразовании электричества, увеличивая общую энергоэффективность.

4. Возобновляемая энергетика в светотехнике:

- Внедрение *солнечных панелей* для *уличного освещения* и развитие автономных осветительных систем.
- Использование *энергоаккумулирующих решений* (батареи, суперконденсаторы) для бесперебойного питания освещения.

Перспективы развития:

• Государственное регулирование.

Внедрение новых стандартов энергоэффективности и программы поддержки для предприятий, переходящих на энергосберегающие технологии.

• Локализация производства.

Развитие отечественных решений в сфере светодиодных технологий, что снизит зависимость от импорта.

• Энергетическая независимость.

Уменьшение нагрузки на электросети за счет децентрализованных энергосистем и автономного освещения.

Какие технологии энергоресурсосберегающего управления могут быть использованы в светотехнике

Внедрение технологий энергоресурсосберегающего управления в светотехнику может значительно повысить эффективность использования энергии и снизить затраты. Вот основные технологии, которые могут быть адаптированы:

1. Интеллектуальные системы управления освещением

Использование интеллектуальных контроллеров, которые регулируют мощность светильников в зависимости от внешних условий (например, уровня освещенности или времени суток). Это позволяет достигать экономии до 50% электроэнергии.

2. Диммирование и управление яркостью

Технологии диммирования, позволяющие изменять яркость светильников в зависимости от потребностей. Например, использование двухрежимных электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА) для обеспечения двукратного диммирования может привести к экономии до 30%.

3. Групповое управление светильниками

Системы, которые позволяют управлять группами светильников с помощью регулировки напряжения на линиях освещения. Это может снизить пусковые токи и уменьшить энергопотребление до 30%.

4. Технологии с безэлектродными лампами

Использование безэлектродных ламп высокого давления и других



Энергосбережение сегодня становится

ключевым приоритетом в развитии

светотехнической отрасли России

современных источников света, которые обеспечивают более глубокое диммирование и увеличенный срок службы, что также способствует экономии энергии.

5. Системы мониторинга и анализа данных

Интеграция систем сбора и анализа данных о потреблении энергии и состоянии освещения позволяет оперативно выявлять проблемы и оптимизировать работу системы, что также ведет к снижению затрат.

6. Применение LED-технологий

Светодиоды (LED) являются более энергоэффективными по сравнению с традиционными источниками света. Их использование в системах освещения позволяет значительно сократить потребление энергии и расходы на обслуживание.

Какие традиционные технологии еще могут быть использованы для энергосбережения в светотехнике

При внедрении энергосберегающих технологий в светотехнику можно использовать несколько традиционных решений, которые помогут снизить потребление энергии. Основные из них включают:

1. Двухрежимные электронные пускорегулирующие аппараты (ЭмПРА)

Эти устройства позволяют осуществлять диммирование светильников в ночное время, подключая дополнительный балластный дроссель. Это может привести к экономии электроэнергии до 30%, однако требует дополнительных линий управления и может вызвать мгновенное переключение режимов, что иногда приводит к сбоям.

2. Групповое управление освещением

Использование технологий группового управления позволяет отключать часть светильников

в ночное время без ухудшения освещенности. Например, можно отключить половину ламп на опорах, что обеспечивает экономию около 20% энергии.

3. Системы диммирования

Традиционные системы диммирования позволяют регулировать яркость светильников в зависимости от времени суток или внешних условий. Это может быть реализовано через простые таймеры или более сложные контроллеры, что также способствует снижению потребления электроэнергии.

4. Использование люминесцентных и металлогалогенных ламп

Замена ламп накаливания на люминесцентные или металлогалогенные источники света позволяет значительно сократить энергозатраты, так как они более эффективны и имеют больший срок службы.

5. Оптимизация коэффициента мощности

Улучшение коэффициента мощности в системах освещения с помощью специальных конденсаторов позволяет уменьшить реактивную мощность и снизить общий потребляемый ток на 20%.

6. Параметрическое управление мощностью

Технологии, которые позволяют контролировать мощность ламп в зависимости от их состояния и окружающих условий, могут обеспечить дополнительную экономию энергии до 15%.

Эти традиционные технологии могут быть эффективно интегрированы в современные системы освещения, способствуя значительному снижению энергозатрат и увеличению общей эффективности работы светотехнических решений.

Какие традиционные технологии могут быть адаптированы для использования в уличном освещении

В уличном освещении могут быть адаптированы несколько традиционных технологий, которые помогут повысить эффективность и устойчивость систем освещения. Вот основные из них:

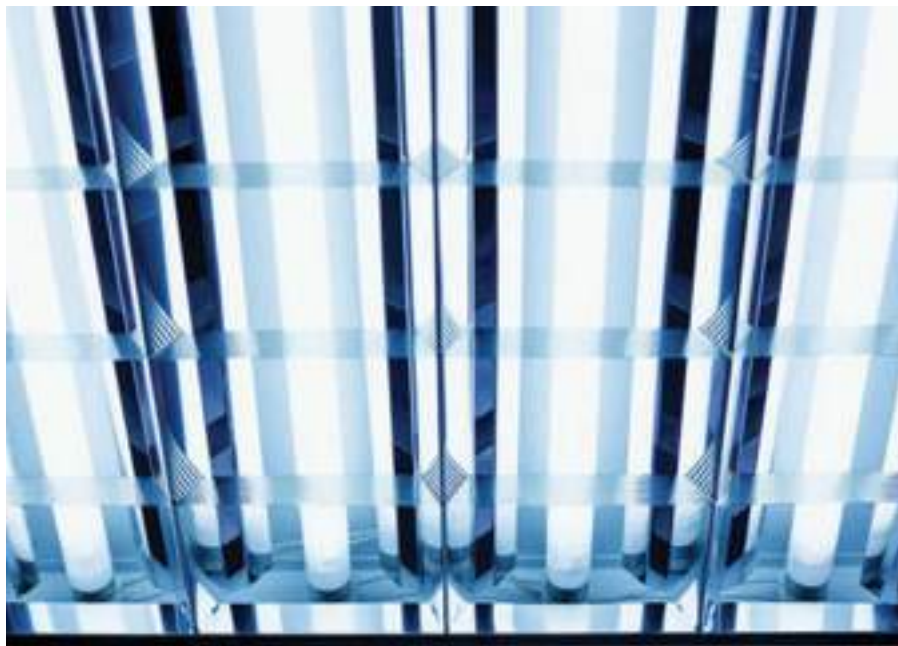
1. Лампы накаливания

Хотя они менее эффективны по сравнению с современными источниками света, лампы накаливания все еще могут использоваться в некоторых случаях, например, в исторических или декоративных освещениях. Их можно адаптировать с помощью диммеров для регулировки яркости.

2. Люминесцентные лампы

Эти лампы более энергоэффективны, чем лампы накаливания, и могут использоваться в уличном освещении. Они обеспечивают хо-





рошую яркость и срок службы, что делает их подходящими для некоторых типов уличных светильников.

3. Металлогалогенные лампы

Эти источники света обеспечивают высокую яркость и хорошую цветопередачу. Они могут быть адаптированы для использования в уличном освещении, особенно в местах, где требуется высокая освещенность.

4. Системы управления на основе таймеров

Традиционные системы управления освещением с использованием таймеров позволяют автоматически включать и выключать светильники в определенное время, что помогает экономить электроэнергию.

5. Групповое управление

Технологии группового управления позволяют объединять несколько светильников под одним контроллером, что упрощает управление и может привести к экономии энергии за счет отключения ненужных светильников в определенное время.

6. Рефлекторы и линзы

Использование рефлекторов и линз для оптимизации распределения света может значительно повысить эффективность освещения. Это позволяет уменьшить количество необходимых светильников и улучшить качество освещения.

Эти традиционные технологии могут быть эффективно интегрированы в современные системы уличного освещения, что позволит улучшить их функциональность и снизить энергозатраты.

Какие традиционные технологии могут быть использованы для экономии электроэнергии в ночном режиме

1. Многотарифные счетчики

Установка многотарифных счетчиков позволяет учитывать потребление электроэнергии в зависимости от времени суток. Ночные тарифы, как правило, значительно ниже дневных, что делает использование мощных электроприборов в ночное время более выгодным. Это позволяет экономить до 25% на счетах за электроэнергию.

Светодиодные светильники и лампы значительно

снижают потребление энергии

2. Датчики движения

Датчики движения могут автоматически включать и выключать освещение в зависимости от присутствия людей. Это особенно полезно для уличного освещения и помещений, где свет не нужен постоянно. Такие устройства помогают избежать ненужного расхода энергии.

3. Диммеры

Использование диммеров позволяет регулировать яркость освещения в зависимости от времени суток и потребностей. Это дает возможность снизить потребление энергии, не включая лампы на полную мощность.

4. Энергосберегающие лампы

Замена стандартных ламп накаливания на энергосберегающие (например, светодиодные) может значительно снизить потребление электроэнергии. Эти лампы потребляют гораздо меньше энергии и имеют более длительный срок службы.

5. Оптимизация использования бытовых приборов

Планирование использования электроприборов (например, стиральных или посудомоечных машин) в ночное время, когда тарифы ниже, также способствует экономии электроэнергии.

Какие преимущества дает использование двухрежимных ЭмПРА в сравнении с традиционными технологиями

• Экономия электроэнергии.

Двухрежимные ЭмПРА позволяют уменьшить потребление электроэнергии до 40% за счет более эффективного преобразования энергии и управления яркостью светильников, особенно в ночном режиме.

• **Увеличение срока службы ламп.** Благодаря стабилизации мощности ламп и отсутствию «перезажигания» на каждом полупериоде

питающего напряжения, срок службы ламп может увеличиваться более чем вдвое, что снижает затраты на их периодическую замену.

• **Снижение затрат на инфраструктуру.** Использование ЭмПРА позволяет уменьшить сечения проводов и затраты на прокладку сетей, так как они требуют меньшего тока для работы.

• **Устойчивость к колебаниям напряжения.** Двухрежимные ЭмПРА обеспечивают высокую стабильность управляемого светового потока даже при изменениях сетевого напряжения, что предотвращает деградацию светотехнических характеристик ламп.

• **Оперативная диагностика и управление.** Современные системы освещения с ЭмПРА позволяют проводить полную оперативную диагностику светильников и обеспечивают возможность диммирования, что повышает гибкость управления освещением.

• **Экологические преимущества.** Снижение энергопотребления и увеличение срока службы ламп способствуют уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, что становится важным аспектом в современных условиях.



Какие традиционные технологии с ЛВД могут быть улучшены для энергосбережения

1. Оптимизация процессов электролиза

- **Эффективность электролизеров.**

Разработка новых материалов для катодов и анодов, которые могут снизить потери энергии при процессе электролиза воды.

- **Улучшение управления температурой.** Поддержание оптимальной температуры работы электролизеров может повысить их эффективность и сократить потребление энергии.

2. Интеграция с возобновляемыми источниками энергии

- **Солнечные и ветровые установки.** Использование энергии от возобновляемых источников для питания

процессов ЛВД может значительно снизить углеродный след и общие затраты на энергию.

- **Системы хранения энергии.**

Внедрение эффективных систем хранения, таких как батареи или гидроаккумулирующие станции, для использования избыточной энергии в период низкого спроса.

3. Улучшение теплообмена

- **Теплоизоляция.** Повышение теплоизоляции оборудования для минимизации теплопотерь, что позволит сохранить больше энергии в процессе.

- **Рекуперация тепла.** Внедрение систем рекуперации тепла, которые могут использовать отходящее тепло для других процессов или для предварительного нагрева реагентов.

4. Автоматизация и цифровизация

- **Умные системы управления.** Использование IoT и искусственного

интеллекта для мониторинга и оптимизации процессов в реальном времени, что может привести к снижению энергозатрат.

- **Моделирование и симуляция.**

Применение компьютерного моделирования для оптимизации проектирования установок ЛВД и предсказания их поведения в различных условиях.

5. Разработка новых технологий

- **Нанотехнологии.** Исследование применения наноматериалов для повышения каталитической активности и уменьшения потерь энергии.

- **Биомиметика.** Изучение природных процессов для создания более эффективных технологий диссоциации водорода.

Какие современные материалы могут помочь в энергосбережении при использовании традиционных технологий с низковольтным оборудованием

- **Светодиоды.** Светодиодные светильники и лампы значительно снижают потребление энергии по сравнению с традиционными источниками света. Они доступны в различных формах, включая потолочные, уличные и промышленные светильники.

- **Энергосберегающие краски.** Специальные краски, отражающие солнечное тепло, могут уменьшить потребление энергии на охлаждение помещений.

- **Утеплительные материалы.** Использование современных утеплителей для стен и кровли позволяет сократить теплопотери, что также способствует снижению потребления энергии для отопления.

- **Индукционные светильники.** Эти устройства обеспечивают высокую эффективность и долгий срок службы, что делает их хорошей альтернативой традиционным источникам света.

- **Автоматизация освещения.** Системы управления освещением с датчиками движения помогают оптимизировать использование электроэнергии, включая или выключая свет в зависимости от присутствия людей.



ПАРТНЕРЫ НОМЕРА: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАЛАТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



Союз «Санкт-Петербургская торгово-промышленная палата»

191123, РФ, г. Санкт-Петербург,
ул. Чайковского, 46-48
Тел.: +7 (812) 719-86-45 (доб. 176)
www.spb.tpprf.ru
Телеграм-канал: @spb_tpp
ВКонтакте:
<https://vk.com/spbtpp>



Союз «Торгово-промышленная палата Псковской области»

180000, РФ, Псковская обл.,
г. Псков, ул. Советская, д. 15 а
Тел.: +7 (8112) 66-00-52,
Факс: +7 (8112) 66-00-52
E-mail: info@chamberpskov.ru
<https://pskov.tpprf.ru/ru/>
www.pskovcci.ru
Вконтакте: vk.com/tpp_pskovobl



Союз «Новгородская торгово- промышленная палата»

173000, РФ,
г. Великий Новгород,
ул. Федоровский Ручей,
д. 2/13, Центр «Мой бизнес»
Тел.: +7 (8162) 73-20-46,
73-94-03, 73-07-75, 77-98-13
E-mail: palata@novtpp.ru
www.novgorod.tpprf.ru/ru
Вконтакте: vk.com/novgorod_tpp
Telegram: t.me/novgorodtpp



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@dvtp.ru
www.dvtp.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

Электротехника в Северо-Западном федеральном округе России в 2025 году: тренды, проблемы, перспективы

Андрей Кормунькин

Электротехническая отрасль СЗФО охватывает широкий спектр направлений: от производства кабельной продукции и силовой электроники до разработки умных систем управления энергопотреблением. Крупные промышленные центры, такие как Санкт-Петербург, Ленинградская область, Калининград и Архангельск, являются площадками для ведущих предприятий отрасли, а также центрами научных исследований и разработок. Однако в 2025 году рынок сталкивается не только с перспективными возможностями роста, но и с серьезными вызовами, включая дефицит кадров, санкционное давление, необходимость импортозамещения и повышение требований к энергоэффективности.

Мы решили провести детальный анализ состояния электротехнической отрасли в Северо-Западном федеральном округе, выявить ключевые тренды, обозначить существующие проблемы и рассмотреть перспективные направления развития. Это позволит не только оценить текущее положение рынка, но и спрогнозировать его дальнейшее движение в ближайшие годы.

Общий обзор электротехнического рынка СЗФО

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) является одним из ключевых регионов России, определяющих развитие электротехнической отрасли.

Благодаря мощной промышленной базе, научно-исследовательскому потенциалу и активному участию государства в модернизации инфраструктуры, здесь сосредоточены крупнейшие производственные предприятия, инновационные разработки и перспективные проекты. В 2025 году рынок демонстрирует устойчивый рост, несмотря на внешние и внутренние вызовы.

Основные игроки: крупные предприятия, производственные площадки, НИИ

Электротехнический рынок СЗФО представлен как крупными предприятиями федерального масштаба, так и специализированными заводами, выпускающими продукцию для про-

мышленности, энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. Среди ведущих компаний региона можно выделить:

- **АО «Силовые машины» (Санкт-Петербург)** – крупнейший российский производитель турбинного и электрогенераторного оборудования, работающий в сфере энергетики.
- **АО «Завод «Электропульт» (Санкт-Петербург)** – производитель низковольтного и высоковольтного распределительного оборудования.
- **АО «Севкабель» (Санкт-Петербург)** – одно из ведущих предприятий России по выпуску кабельной продукции для энергетики, нефтегазового сектора и строительства.
- **АО «Электрощит» (Калининград)** – компания, специализирующаяся на электрических щитах и распределительных системах.
- **ПАО «Ленэнерго»** – один из крупнейших сетевых операторов, обеспечивающий электроснабжение в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Кроме того, в СЗФО работают передовые научно-исследовательские институты, такие как:

- **НИИЭФА (Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры)**, занимающийся разработками в области силовой электроники.
- **НИИ «Вектор»**, специализирующийся на исследованиях в области автоматизированных систем управления и цифровых подстанций.

Сочетание мощных производственных предприятий и высокотехнологичных научных центров делает СЗФО важным участником российского электротехнического рынка.



Импортозамещение остается**одним из важнейших направлений развития****электротехнического рынка в СЗФО**

электротехнического рынка, способным обеспечивать инновационное развитие отрасли.

Ведущие сегменты рынка

В 2025 году электротехнический рынок СЗФО ориентирован на несколько ключевых направлений:

1. Силовая электроника

- Производство трансформаторов, генераторов, инверторов и оборудования для энергосистем.
- Развитие технологий интеллектуального управления энергопотреблением.

2. Кабельная продукция

- Выпуск кабелей и проводов для энергетики, промышленности, строительства и связи.
- Активное развитие сегмента высоковольтных кабелей для сетей нового поколения.

3. Электрооборудование для промышленности и ЖКХ

- Производство низковольтного и высоковольтного оборудования для автоматизации.
- Разработка умных счетчиков, систем управления электросетями и энергоэффективных решений для городского хозяйства.

Государственные инвестиции и программы поддержки

Для стимулирования развития электротехнической отрасли в СЗФО в 2025 году действуют несколько государственных программ и мер поддержки.

1. Программа модернизации энергетической инфраструктуры

- Обновление подстанций, линий электропередачи и цифровизация управления энергосистемами.
- Финансирование из федерального бюджета и инвестиции частных компаний.

2. Программа импортозамещения в электротехнической промышленности

- Субсидирование предприятий, разрабатывающих российские аналоги импортного оборудования.
- Создание технологических кластеров для ускоренной локализации производства.

3. Фонд поддержки НИОКР

- Государственные гранты на исследование и внедрение передовых технологий в электротехнике.
- Поддержка стартапов и инжиниринговых центров.

4. Программы поддержки экспорта

- Содействие российским производителям в выходе на международные рынки.
- Субсидии и льготное кредитование экспортных поставок.

Тренды 2025 года

В 2025 году электротехническая отрасль Северо-Западного федерального округа продолжает меняться под влиянием глобальных и локальных факторов. Ключевые тренды определяются экономической и технологической ситуацией, включая необходимость импортозамещения, развитие возобновляемой энергетики, цифровизацию производства и повышение энергоэффективности.

Импортозамещение и локализация производства

Импортозамещение остается одним из важнейших направлений развития электротехнического рынка в СЗФО. В последние годы из-за геополитических изменений и санкционного давления российские предприятия столкнулись



с необходимостью поиска новых поставщиков компонентов, материалов и технологий.

Динамика замещения зарубежных компонентов российскими аналогами

- Ускоренный переход на отечественные компоненты в производстве кабельной продукции, силовой электроники, трансформаторов и низковольтного оборудования.
- Создание специализированных инженеринговых центров для разработки и тестирования российских аналогов импортных компонентов.
- Рост кооперации между государственными НИИ и частными производственными компаниями с целью ускоренного освоения новых технологий.

Влияние санкций на цепочки поставок и технологическое развитие

- Ограничение поставок из Европы и США ускорило переориентацию на азиатские рынки (Китай, Индия, Турция).
- Увеличение финансирования госпрограмм поддержки локализации производства электротехнического оборудования.
- Развитие технологических кластеров в СЗФО для снижения зависимости от зарубежных компонентов.

Развитие «зеленой» энергетики и ВИЭ

Северо-Западный федеральный округ активно внедряет решения в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ), особенно в сегментах

ветроэнергетики и солнечной генерации. Это приводит к росту спроса на специализированное электротехническое оборудование.

Рост потребности в электротехническом оборудовании для ветро- и солнечных электростанций

- Увеличение производства инверторов, трансформаторов и кабельных систем, адаптированных для ВИЭ.
- Развитие аккумуляторных систем накопления энергии для сглаживания колебаний генерации.
- Внедрение интеллектуальных систем управления ВИЭ для повышения эффективности их работы в энергосистеме.

Новые проекты по возобновляемой энергетике в СЗФО

- Ветропарки в Ленинградской области и Карелии: расширение мощностей и подключение новых объектов к энергосети.
- Проекты по солнечной генерации в Калининградской области: создание пилотных солнечных электростанций для промышленных объектов.
- Развитие малых ГЭС и систем накопления энергии в регионах с высокой водной активностью (Архангельская область, Карелия).

Цифровизация и автоматизация

Современные электротехнические решения в 2025 году направлены на внедрение цифровых технологий, автоматизацию энергосетей и применение интеллектуальных систем управления.

Умные сети (Smart Grid), цифровые подстанции, развитие систем управления электроснабжением

- Инвестиции в развитие цифровых подстанций и автоматизированных распределительных пунктов.
- Внедрение технологий предиктивной аналитики для прогнозирования аварий и снижения потерь в сетях.
- Использование интеллектуальных счетчиков с возможностью дистанционного контроля и анализа энергопотребления.

Внедрение IoT, искусственного интеллекта и машинного обучения в отрасли

- Разработка алгоритмов машинного обучения для анализа состояния сетевого оборудования.
- Применение IoT-датчиков в трансформаторах, кабельных линиях и подстанциях для мониторинга состояния оборудования в реальном времени.
- Использование цифровых двойников электрических сетей для моделирования сценариев и повышения устойчивости энергосистем.



Рост спроса на энергоэффективные решения

В 2025 году особое внимание уделяется вопросам энергоэффективности в промышленности, строительстве и ЖКХ. Это связано как с изменениями в нормативно-правовом регулировании, так и с ростом осознания важности оптимизации энергопотребления.

Влияние изменений в нормативном регулировании

- Ужесточение требований к энергоэффективности зданий и инженерных систем.
- Введение новых стандартов для промышленного оборудования, требующих снижения энергопотребления.
- Программы субсидирования энергосберегающих решений для промышленных предприятий.

Популяризация энергоэффективных технологий в промышленности и ЖКХ

- Рост интереса к светодиодному освещению, интеллектуальным системам климат-контроля и тепловым насосам.
- Масштабное внедрение частотных преобразователей и энергоэффективных двигателей в промышленности.
- Развитие программ «умного города» в Санкт-Петербурге и Калининграде с акцентом на цифровые системы управления энергопотреблением.

Проблемы отрасли

Несмотря на развитие электротехнической отрасли в Северо-Западном федеральном округе, в 2025 году существуют серьезные вызовы, которые могут замедлить рост сектора. Среди ключевых проблем: нехватка квалифицированных кадров, логистические и сырьевые трудности, а также изменение нормативных требований. Рассмотрим каждую из этих проблем более детально.

Дефицит квалифицированных кадров

Проблема нехватки специалистов становится все более острой. Современное оборудование и технологии требуют высококвалифицированных инженерных и технических кадров, а для их подготовки нужно время и инвестиции.

Старение кадрового состава, нехватка специалистов

- *Средний возраст инженеров и специалистов в отрасли растет.* Многие квалифицированные сотрудники, работавшие еще с советских времен,

выходят на пенсию, а приток новых кадров недостаточен.

- *Отсутствие интереса молодежи к инженерным профессиям.* Многие выпускники школ выбирают более «гибкие» и востребованные профессии в IT и финансах, а электротехнические специальности остаются на втором плане.
- *Недостаток практического опыта у молодых специалистов.* Выпускники вузов часто не имеют достаточных навыков для работы с современным оборудованием, что приводит к необходимости дополнительного обучения на предприятиях.
- *Дефицит рабочих специальностей.* Электромонтеры, наладчики электрооборудования и монтажники высоковольтных линий связи остаются

одними из самых дефицитных профессий в регионе.

Программы подготовки и сотрудничества с вузами

- **Развитие дуального образования.** Вузы и предприятия запускают программы, совмещающие теорию и практику, чтобы студенты могли сразу получать реальный опыт работы на производстве.
- **Расширение программ целевого обучения.** Крупные предприятия, такие как «Силовые машины» и «Севкабель», финансируют обучение студентов с последующим трудоустройством.
- **Стимулирование возвращения специалистов в отрасль.** Государство вводит льготные условия кредитования и субсидии для молодых инженеров, работающих в электротехническом секторе.



- **Развитие корпоративного обучения.** Крупные компании создают внутренние обучающие центры для переподготовки специалистов под актуальные технологические задачи.

Логистические и сырьевые трудности

Электротехническая промышленность СЗФО зависит от множества сырьевых и комплектующих поставок. Санкционные ограничения, рост цен на металлы и перебои в логистических цепочках создают серьезные вызовы.

Дефицит отдельных материалов, влияние глобальных факторов на поставки

- **Усложнение импорта стратегически важных материалов.** Влияние санкций привело к ограничению

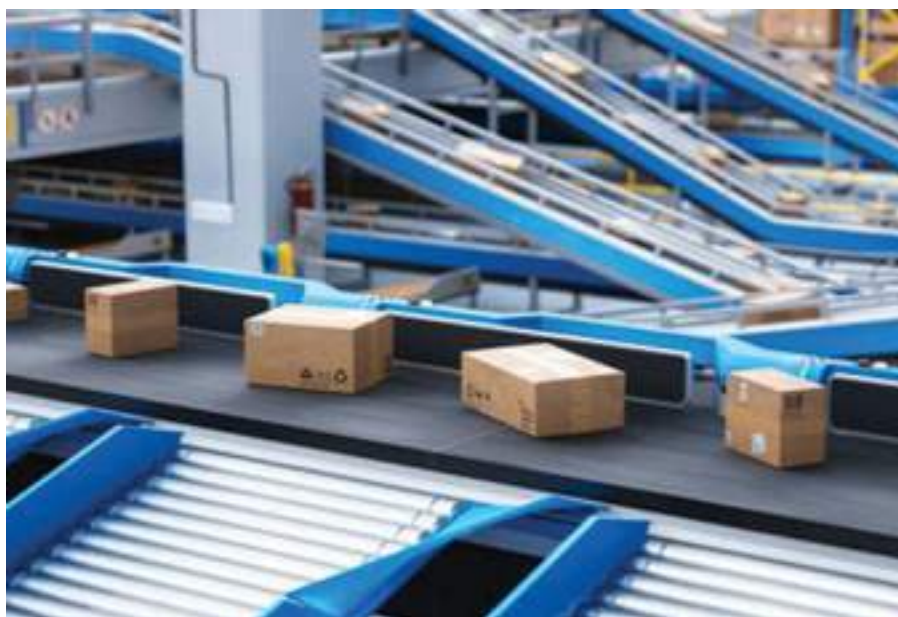
Электротехническая промышленность СЗФО

зависит от множества сырьевых и комплектующих поставок

поставок редкоземельных металлов, полупроводниковых компонентов и изоляционных материалов из Европы и США.

- **Рост цен на медь и алюминий.** Эти металлы являются основными в производстве кабелей, трансформаторов и электрооборудования, и их удорожание увеличивает себестоимость конечной продукции.

- **Перестройка логистики.** Поставки из Азии и других регионов требуют пересмотра маршрутов, что приводит к удлинению сроков и увеличению транспортных расходов.
- **Ограниченный доступ к современным технологиям.** Запрет на поставку высокотехнологичного оборудования из Европы замедляет внедрение новейших решений в производственных процессах.



Локализация сырьевых цепочек

- **Развитие отечественного производства материалов.** Государство стимулирует создание новых производств по выпуску электротехнического сырья, чтобы снизить зависимость от импорта.
- **Создание технологических кластеров.** В СЗФО развиваются промышленные парки и центры компетенций, объединяющие производителей комплектующих и готовой продукции.
- **Госпрограммы поддержки отечественного сырья.** Производители кабельной продукции, трансформаторов и электродвигателей получают льготы при использовании российских материалов.
- **Расширение сотрудничества с азиатскими поставщиками.** Компании налаживают новые партнерства с китайскими, индийскими и турецкими производителями, чтобы восполнить дефицит западных технологий.

Регулирование и нормативные изменения

Электротехнический сектор СЗФО вынужден адаптироваться к изменяющимся стандартам и требованиям, что требует дополнительных инвестиций и модернизации производств.

Основные законодательные изменения, влияющие на отрасль

- **Ужесточение стандартов безопасности.** Новые ГОСТы и Тех-

нические регламенты Евразийского экономического союза (ЕАЭС) требуют более высокой надежности и устойчивости электротехнических изделий.

- **Повышенные требования к энергоэффективности.** Компании обязаны модернизировать оборудование, чтобы соответствовать новым требованиям по снижению энергопотребления.
- **Изменения в сертификации продукции.** Введение обязательных испытаний для ряда изделий приводит к увеличению сроков вывода продукции на рынок.
- **Развитие цифровых решений.** Законодательство требует внедрения интеллектуальных счетчиков, систем мониторинга энергопотребления и автоматизированных систем управления.

Влияние новых стандартов на производителей

- **Рост затрат на сертификацию.** Ужесточение требований к продукции увеличивает нагрузку на производителей, особенно в сегменте малого и среднего бизнеса.
- **Необходимость модернизации оборудования.** Чтобы соответствовать новым стандартам, предприятия вынуждены инвестировать в обновление производственных линий.
- **Повышение цен на продукцию.** Из-за дополнительных издержек стоимость электротехнических изделий на рынке может возрасти.
- **Преимущества для локальных производителей.** Компании, работающие по новым стандартам, получают конкурентное преимущество в госзакупках и при участии в инвестиционных проектах.

Перспективы развития

Несмотря на вызовы, с которыми сталкивается электротехническая отрасль в Северо-Западном федеральном округе, 2025 год открывает значительные перспективы для ее роста. Основные направления развития включают активную государственную поддержку, расширение экспортных возможностей и формирование технологических кластеров, способствующих кооперации между предприятиями. Рассмотрим эти перспективы подробнее.

Государственная поддержка и инвестиции

Государство активно инвестирует в развитие электротехнического сектора, поскольку он играет ключевую роль в обеспечении энергетической незави-

симости страны, модернизации инфраструктуры и технологического суверенитета.

Новые госпрограммы и субсидии

- **Программа модернизации энергетической инфраструктуры.** Включает в себя обновление электросетей, установку цифровых подстанций и развитие Smart Grid-систем.
- **Гранты для производителей электротехнического оборудования.** Финансирование предприятий, разрабатывающих инновационные решения в области энергоэффективности и автоматизации.
- **Стимулирование локализации производства.** Компании, использующие российские компоненты и сырье, получают налоговые льготы и субсидии.

- **Льготные кредиты для модернизации производств.** Банки предлагают специальные условия финансирования для предприятий, обновляющих оборудование и внедряющих новые технологии.

Поддержка НИОКР и инноваций в отрасли

- **Государственные инвестиции в научно-исследовательские институты.** Увеличение финансирования лабораторий, работающих над разработкой новых материалов и технологий.
- **Создание центров технологической компетенции.** Открытие инновационных хабов, где предприятия смогут тестировать и внедрять передовые разработки.
- **Развитие партнерств между государством, бизнесом и наукой.** Запуск совместных проектов по



разработке интеллектуальных систем управления энергопотреблением и новых типов электрооборудования.

Благодаря этим мерам электротехнический сектор получает мощный стимул для роста, что способствует увеличению конкурентоспособности отечественной продукции.

Потенциал экспорта электротехнической продукции

Учитывая сложную экономическую ситуацию и необходимость диверсификации рынков сбыта, российские производители активно развивают экспортные направления.

Новые рынки сбыта и перспективы международного сотрудничества

- **Азиатские рынки.** Укрепление позиций на рынках Китая, Индии и стран Юго-Восточной Азии, где спрос на электротехническую продукцию продолжает расти.
- **Страны Ближнего Востока и Африки.** Развитие сотрудничества с государствами, которые активно инвестируют в модернизацию энергетической инфраструктуры.
- **Латиноамериканские страны.** Выход российских производителей на рынок Бразилии, Аргентины и других стран региона, заинтересованных в надежном энергооборудовании.

Расширение присутствия российских производителей на рынке СНГ и Азии

- **Углубление сотрудничества с Казахстаном, Узбекистаном и Беларусью.** Эти страны активно модернизируют свои энергетические системы и заинтересованы в закупке российского оборудования.
- **Создание сборочных производств за рубежом.** Некоторые компании открывают филиалы и сборочные цеха в дружественных странах, что упрощает логистику и снижает затраты.
- **Использование государственных механизмов поддержки экспорта.** Российский экспортный центр (РЭЦ) и другие государственные структуры помогают производителям выйти на новые рынки.

Рост экспорта способствует не только увеличению прибыли компаний, но и укреплению позиций российской электротехнической продукции на глобальном рынке.

Развитие технологических кластеров и кооперация с другими регионами

Создание электротехнических кластеров позволяет объединить усилия бизнеса, науки и государства для ускоренного внедрения инноваций и повышения конкурентоспособности отрасли.

Создание электротехнических инновационных кластеров

- **Формирование специализированных промышленных парков.** В СЗФО создаются кластеры, где сосредоточены производства, научные лаборатории и образовательные центры.
- **Развитие инженерных центров.** Создаются новые площадки для тестирования и сертификации электротехнической продукции, что сокращает время выхода новых разработок на рынок.
- **Программы поддержки стартапов и малых предприятий.** В технологических кластерах малые компании получают доступ к финансированию, партнерствам и ресурсам для быстрого роста.

Взаимодействие с предприятиями других регионов России

- **Кооперация с Уралом и Сибирью.** Крупные промышленные центры России, такие как Урал и Сибирь, являются поставщиками сырья и материалов для предприятий СЗФО.
- **Обмен технологиями с Центральным федеральным округом.** Москва и другие регионы ЦФО играют важную



роль в разработке цифровых решений, которые внедряются в электротехническую отрасль.

- **Создание федеральных программ межрегионального сотрудничества.**

Госструктуры поддерживают инициативы, направленные на совместное развитие электротехнической отрасли в разных регионах страны.

Формирование технологических кластеров и кооперация с другими регионами позволяют предприятиям оптимизировать затраты, ускорять внедрение инноваций и расширять рынки сбыта.

Заключение

В 2025 году электротехническая отрасль Северо-Западного федерального округа продолжает динамично развиваться, сталкиваясь как с новыми возможностями, так и с серьезными вызовами.

Ключевые тренды включают активное импортозамещение, цифровизацию производства, развитие энергоэффективных решений и расширение применения возобновляемых источников энергии. В то же время отрасль испытывает трудности, связанные с нехваткой квалифицированных кадров, логистическими и сырьевыми проблемами, а также изменениями в нормативно-правовом регулировании.

Одним из **основных направлений роста** остается государственная поддержка, включающая инвестиции в НИОКР, модернизацию энергосетевой инфраструктуры и создание технологических кластеров. Значительный потенциал открывается в области экспорта: российские производители электротехнической продукции активно осваивают новые рынки в Азии, СНГ, Латинской Америке и на Ближнем Востоке. Кроме того, растущая кооперация между регионами внутри страны способствует развитию инноваций и технологическому обмену.

В ближайшие годы успешное развитие отрасли будет зависеть **от способности бизнеса адаптироваться к новым условиям рынка**. Предприятия, внедряющие цифровые технологии, оптимизирующие производственные процессы и ориентированные на международное сотрудничество, получают конкурентное преимущество. Гибкость, инвестиции в персонал, использование господдержки и переход на отечественные компоненты станут ключевыми факторами устойчивости и роста в изменяющейся экономической среде.

Таким образом, электротехническая отрасль Северо-Запада России в 2025 году стоит перед масштабными вызовами, но имеет все предпосылки для долгосрочного развития. Компании, готовые к трансформации, смогут не только сохранить свои позиции, но и выйти на новый уровень эффективности и конкурентоспособности.



Электротехника в Дальневосточном федеральном округе в 2025 году: тренды, проблемы, перспективы

Михаил Долгов

Дальний Восток – стратегически важный регион, обладающий уникальными природными ресурсами, но сталкивающийся с особыми вызовами в области энергообеспечения и технологического развития. В этой статье мы подробно рассмотрим главные тренды электротехнической отрасли Дальнего Востока в 2025 году, проанализируем существующие проблемы и определим перспективы развития.

Текущая ситуация на рынке электротехники в ДФО

Обзор состояния отрасли в 2024 году

В 2024 году электротехническая отрасль Дальневосточного федерального округа (ДФО) демонстрировала положительную динамику, что связано с общим экономическим ростом региона. По данным АКРА, в период с января по апрель 2024 года потребление электроэнергии юридическими лицами и бюджетными учреждениями в ДФО увеличилось на 7% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Это свидетельствует о повышении промышленной активности и расширении производственных мощностей.

Рост энергопотребления сопровождался необходимостью модернизации существующей инфраструктуры и привлечения инвестиций в энерге-

тический сектор. С 1 января 2025 года Дальний Восток был интегрирован во вторую ценовую зону оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), что позволило привлечь дополнительные инвестиции для модернизации и создания новых генерирующих мощностей

Крупнейшие предприятия и их влияние на рынок

В ДФО функционируют несколько ключевых предприятий, оказывающих значительное влияние на электротехнический рынок:

- **ПАО «РусГидро»:** управляет крупными гидроэлектростанциями, обеспечивая значительную часть энергоснабжения региона.
- **АО «Дальневосточная энергетическая компания» (ДЭК):** занимается распределением и сбытом электроэнергии. По итогам 2023 года ДЭК заняла третье место в федеральном рейтинге сбытовых компаний России

- **АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (ДРСК):** отвечает за распределение электроэнергии и подключение новых потребителей. В 2024 году компания подключила 11,7 тыс. новых потребителей с общей мощностью 413 МВт.

Импортозамещение и локальное производство: динамика, объемы

В условиях внешнеэкономических ограничений вопрос импортозамещения в электротехнической отрасли приобрел особую актуальность. За последние 10 лет зависимость от импорта в отраслях топливно-энергетического комплекса снизилась с 67% до 38% по итогам 2023 года.

В 2024 году в рамках программы «Приоритет-2030» в Дальневосточном государственном университете путей сообщения (ДВГУПС) были развернуты тестовые площадки для разработки и внедрения отечественных решений в области электротехники. Это способствует снижению зависимости от импортных технологий и развитию локального производства.

Таким образом, в 2024 году электротехническая отрасль ДФО демонстрировала устойчивый рост, обусловленный увеличением энергопотребления, активной деятельностью ключевых предприятий и реализацией программ импортозамещения. Однако для обеспечения дальнейшего развития необходимо продолжать модернизацию инфраструктуры и поддерживать инициативы по локализации производства.

Тренды 2025 года в электротехнической отрасли Дальневосточного федерального округа (ДФО)

Развитие электротехнического рынка в ДФО в 2025 году определяется несколькими стратегическими направ-



Электроэнергетическая инфраструктура

Дальнего Востока нуждается в постоянной

модернизации и развитии

лениями: усилением энергетической инфраструктуры, внедрением передовых цифровых технологий, расширением импортозамещения, усилением государственной поддержки и ростом спроса со стороны ключевых отраслей, таких как судостроение, добывающая промышленность и транспорт. Рассмотрим каждое из этих направлений подробно.

Рост энергетической инфраструктуры

Электроэнергетическая инфраструктура Дальнего Востока нуждается в постоянной модернизации и развитии, поскольку регион обладает уникальными природными условиями, значительными расстояниями между объектами и высокой степенью износа существующих сетей.

Электросетевые проекты и модернизация подстанций

- В 2025 году продолжается реализация крупных проектов по расширению электросетей в Приморском, Хабаровском краях, Амурской области и Республике Саха (Якутия). В первую очередь это строительство новых линий электропередач для промышленного сектора, обеспечивающих надежное снабжение горнодобывающих предприятий, лесопереработки и сельского хозяйства.
- В рамках модернизации сетей ведутся работы по внедрению современных технологий передачи электроэнергии, включая переход на цифровые подстанции, повышающие эффективность работы сетевого комплекса.

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

- ДФО обладает значительным потенциалом в области альтернативной энергетики, особенно ветро- и солнечной генерации. Крупные проекты реализуются в удаленных районах, где традиционные способы энергоснабжения неэффективны. Например, продолжается развитие ветроэнергетики в Камчатском крае, а в Якутии строятся новые солнечные электростанции.

- Одной из ключевых задач является интеграция ВИЭ в единую энергетическую систему региона. В этом направлении активно внедряются технологии накопления энергии и интеллектуального управления потоками электроэнергии.

Автоматизация и цифровизация

Технологическое развитие отрасли невозможно без внедрения современных цифровых решений, повышающих эффективность работы энергосистемы и позволяющих оперативно реагировать на возникающие угрозы и сбои.

Внедрение «умных сетей» (Smart Grid)

- Smart Grid – это интеллектуальная система управления электросетями, позволяющая автоматизировать регулирование нагрузки, минимизировать потери энергии и снижать затраты на эксплуатацию. В 2025 году такие системы активно внедряются на подстанциях и в распределительных сетях региона.
- Одним из значительных проектов является цифровизация распределительных сетей в Хабаровском крае, позволяющая в режиме реального времени отслеживать состояние

электросетей, прогнозировать сбои и оперативно устранять аварии.

Цифровые подстанции и предиктивная аналитика

- Традиционные подстанции постепенно заменяются цифровыми, что позволяет интегрировать их в единую автоматизированную систему управления и контролировать параметры работы в удаленном режиме.
- Важным направлением является предиктивная аналитика – использование искусственного интеллекта и больших данных для прогнозирования неисправностей и их предупреждения. В 2025 году такие системы разрабатываются и тестируются на ряде объектов в ДФО.

Импортозамещение и развитие локального производства

В условиях санкционных ограничений и необходимости технологического суверенитета российские предприятия активно развивают производство электротехнической продукции внутри страны.

Новые заводы и локализация комплектующих

- В 2025 году в ДФО вводятся в эксплуатацию новые производства электротехнического оборудования, включая выпуск трансформаторов, силовой электроники и систем автоматизации.
- Особый акцент сделан на локализацию производства компонентов, ранее зависевших от импорта, таких как изоляционные материалы, полупроводниковая электроника и специализированные кабельные системы.
- В Приморском крае развивается производство силовых преобразо-



вателей для промышленных предприятий, а в Якутии запущен новый завод по производству электродвигателей, ориентированных на экспорт в Азиатско-Тихоокеанский регион.

Государственная поддержка и инвестиционные программы

Государственные программы поддержки электротехнической отрасли играют ключевую роль в обеспечении ее устойчивого развития.

Субсидии, гранты и льготные кредиты

- В 2025 году сохраняются меры государственной поддержки в виде субсидий и грантов на модернизацию энергосистем и строительство новых объектов генерации.
- Для малого и среднего бизнеса в сфере электротехники предусмотрены льготные кредиты на закупку оборудования и развитие производства.
- Программа «Энергетика будущего» предполагает финансирование инновационных проектов в области цифровизации электросетей и развития ВИЭ.

Развитие электроники для судостроения, добывающей промышленности и транспортной инфраструктуры

Электротехника играет важную роль в ключевых отраслях Дальнего Востока, обеспечивая их устойчивое развитие и повышение эффективности.

Судостроение

- В 2025 году продолжается модернизация судостроительных предприятий, особенно на Дальневосточном заводе «Звезда» и Амурском судостроительном заводе.

строительном заводе. Внедряются новые электротехнические решения, включая системы управления электрооборудованием судов и системы автономного энергоснабжения.

- Особое внимание уделяется разработке и производству электроники для гражданского судостроения, что позволяет снизить зависимость от зарубежных поставщиков.

Добывающая промышленность

- Горнодобывающие предприятия ДФО активно внедряют энергосберегающие технологии и автоматизированные системы управления процессами добычи.
- В 2025 году увеличивается спрос на электротехническое оборудование для горнодобывающей отрасли, включая системы дистанционного управления и предиктивной диагностики.

Транспортная инфраструктура

- В регионе активно развивается электротранспорт, включая электрические грузовики для промышленности и электрические автобусы в крупных городах.
- Ведется строительство зарядных станций для электромобилей, что способствует росту рынка электротранспорта и снижению зависимости от традиционных видов топлива.

Проблемы электротехнической отрасли в Дальневосточном федеральном округе (ДФО)

Несмотря на активное развитие электротехнической отрасли в ДФО,

регион сталкивается с рядом серьезных проблем, которые ограничивают его потенциал. Эти вызовы связаны с географическими особенностями, нехваткой кадров, зависимостью от импортных технологий, высокими издержками производства и сложностями в регулировании. Рассмотрим каждую проблему подробно.

Логистические вызовы: удаленность от центра России, сложная транспортная доступность

Дальний Восток занимает огромную территорию с низкой плотностью населения, что делает логистику в регионе одной из самых сложных в России. Это затрагивает все аспекты электротехнической отрасли – от поставки оборудования и комплектующих до транспортировки готовой продукции.

Основные проблемы логистики

• Удаленность от промышленных центров

Большая часть электротехнического оборудования производится в европейской части России. Доставка в ДФО требует значительных временных и финансовых затрат. Например, транспортировка трансформаторов, кабельной продукции и автоматизированных систем управления из центральных регионов может занимать от 20 до 40 дней, что замедляет реализацию проектов.

• Сложность доставки в труднодоступные районы

В регионе множество удаленных населенных пунктов, куда нет круглогодичного транспортного сообщения. В зимний период доставка возможна только по «зимникам», а в межсезонье ряд районов становится недоступным. Это усложняет электрификацию территорий и обслуживание инфраструктуры.

• Дороговизна транспортных расходов

Высокая стоимость перевозок по железной дороге и морским путям значительно увеличивает себестоимость продукции. В ДФО отсутствует развитая сеть автомагистралей федерального значения, а морские перевозки зависят от сезонности и погодных условий.

Последствия:

- Задержки в реализации проектов модернизации энергетики.
- Увеличенные затраты на логистику снижают конкурентоспособность местных производителей.
- Ограниченные возможности для расширения бизнеса и привлечения ин-



весторов.

Возможные решения:

- Развитие сети региональных логистических хабов.
- Стимулирование строительства железнодорожных и автомобильных путей к промышленным объектам.
- Упрощение процедур субсидирования перевозок критически важных компонентов.

Кадровый дефицит: нехватка квалифицированных специалистов, отток кадров

Почему не хватает специалистов?

- **Отток молодежи в центральные регионы**
Молодые специалисты после получения образования предпочитают уезжать в Москву, Санкт-Петербург и другие крупные города, где зарплаты выше, а уровень жизни лучше.
- **Недостаток профильного образования**
В ДФО не хватает вузов и колледжей, готовящих специалистов в сфере электротехники. Существующие учебные заведения не справляются с потребностью рынка.
- **Низкий престиж профессий в энергетике**
Работа в энергетике, особенно на Дальнем Востоке, связана с высокой нагрузкой и суровыми климатическими условиями, что делает ее менее привлекательной для молодежи.

Последствия кадрового дефицита

- Задержки в реализации инфраструктурных проектов из-за нехватки инженеров и техников.
- Увеличение нагрузки на существующих работников, что снижает качество обслуживания и надежность энергосистем.
- Рост затрат на привлечение специалистов из других регионов.

Что можно сделать?

- Создание учебных программ в сотрудничестве с предприятиями.
- Повышение уровня заработной платы и внедрение дополнительных стимулов, таких как льготное жилье и социальные гарантии.
- Программы по возвращению специалистов в регион (например, налоговые льготы для высококвалифицированных кадров).

Зависимость от импортных технологий: узкие места в цепочках поставок, нехватка критических компонентов

Основные проблемы:

- **Зависимость от зарубежных комплектующих**
Важнейшие элементы электротехнического оборудования – силовые трансформаторы, полупроводники, высоковольтные кабели – частично зависят от импорта. Санкции и торговые ограничения создают перебои в поставках.
- **Отсутствие полного цикла производства в России**
Некоторые виды специализированного оборудования, такие как газозаизолированные выключатели и интеллектуальные системы управления

энергией, пока не имеют отечественных аналогов.

Длительные сроки импортных поставок

Логистические сложности с доставкой импортных комплектующих из Европы и Азии приводят к задержкам в производстве и эксплуатации.

Последствия

- Удорожание проектов из-за роста цен на импортные компоненты.
- Риски перебоев в энергоснабжении при нехватке запасных частей.
- Ухудшение инвестиционной привлекательности отрасли.

Как решить проблему?

- Развитие отечественных производств критически важных компонентов.
- Гарантированные государственные



закупки для поддержки российских производителей.

- Привлечение частных инвестиций в локализацию технологий.

Высокие издержки производства: энергозатраты, стоимость сырья, дорогая транспортировка

Что увеличивает издержки?

- **Высокие тарифы на электроэнергию для промышленных потребителей**
Введение рыночных механизмов ценообразования с 2025 года приведет к росту цен на электроэнергию в ДФО, что создаст дополнительную нагрузку на бизнес.
- **Дорогая транспортировка сырья и продукции**
Как уже отмечалось, высокая стоимость логистики значительно увеличивает себестоимость готовой продукции.

- **Рост цен на сырье и материалы**
Производство кабельной продукции, трансформаторов и высоковольтного оборудования требует металлов, изоляционных материалов и редкоземельных элементов, цены на которые в последние годы резко выросли.

Последствия:

- Снижение конкурентоспособности дальневосточных предприятий по сравнению с китайскими и корейскими производителями.
- Рост цен на конечную продукцию.
- Уменьшение прибыли и снижение инвестиционной активности.

Решения:

- Государственная поддержка производства через налоговые льготы.
- Льготные тарифы на электроэнергию для энергоемких производств.
- Развитие логистических коридоров с субсидированием перевозок.

Регулирование и бюрократия: влияние на бизнес-процессы

Основные сложности:

- **Долгие сроки согласования проектов**
Получение разрешений на строительство подстанций, линий электропередачи и энергообъектов занимает от нескольких месяцев до нескольких лет.
- **Сложные процедуры получения господдержки**
Малый и средний бизнес сталкивается с бюрократическими препятствиями при подаче заявок на субсидии и гранты.
- **Избыточное количество нормативных актов**
Большое количество регуляторных норм усложняет работу предприятий, особенно в области строительства новых энергомоощностей.

Последствия:

- Снижение темпов развития отрасли.
- Отказ бизнеса от реализации крупных проектов из-за административных барьеров.
- Низкая инвестиционная привлекательность региона.

Возможные решения:

- Оптимизация административных процедур и сокращение сроков согласования.
- Цифровизация документооборота.
- Создание «единого окна» для взаимодействия бизнеса с госорганами.

Перспективы развития электротехнической отрасли в Дальневосточном федеральном округе (ДФО)

Электротехническая отрасль в ДФО имеет значительный потенциал для роста, обусловленный стратегическими государственными инициативами, международным сотрудничеством, развитием образовательных программ, внедрением возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и выходом на экспортные рынки. Рассмотрим ключевые направления развития подробно.

Государственные проекты и программы

«Энергетика будущего» и федеральные целевые программы
Российское правительство активно инвестирует в развитие энер-



Программа «Энергетика будущего» ориентирована на переход к более устойчивой и эффективной энергетике

гетической инфраструктуры ДФО в рамках федеральных программ, направленных на:

- **Модернизацию существующих энергосистем** – замена устаревшего оборудования на более эффективное и автоматизированное.
- **Создание новых энергетических мощностей** – развитие генерирующих объектов, включая традиционные электростанции и ВИЭ.
- **Интеграцию цифровых технологий** – внедрение интеллектуальных систем управления энергосетями.

Программа «Энергетика будущего» ориентирована на переход к более устойчивой и эффективной энергетике за счет:

- Развития **умных сетей** (Smart Grid) и цифровых подстанций.
- Внедрения передовых технологий хранения энергии, позволяющих стабилизировать энергоснабжение.
- Активного использования альтернативных источников энергии, снижающих зависимость от традиционных ТЭС.

Дополнительно действует ряд **федеральных целевых программ (ФЦП)**, среди которых:

- ФЦП «**Развитие энергетической инфраструктуры в восточных регионах России**» – нацелена на снижение энергодефицита и улучшение условий для промышленного роста.
- ФЦП «**Дальний Восток и Арктика – новые горизонты**» – включает в себя меры по модернизации распределительных сетей и строительству энергообъектов.

Дальний Восток как стратегический регион

Государство рассматривает ДФО как стратегически важный регион для России по ряду причин:

1. **Энергетическая обеспеченность крупных промышленных объектов** – значительная часть добываю-

щей промышленности сосредоточена именно в ДФО.

2. **Геополитическое значение** – Дальний Восток граничит с Китаем, Японией и Южной Кореей, что делает его ключевой территорией для экспорта электроэнергии и электротехнической продукции.
3. **Научно-технологический потенциал** – в регионе расположены крупные исследовательские центры, работающие над развитием новых технологий в области энергетики.

Для поддержки этой стратегии разрабатывается **энергетическая программа до 2050 года**, направленная на привлечение инвестиций и развитие новых технологий.

Привлечение иностранных инвестиций

Сотрудничество с Китаем, Южной Кореей и Японией

ДФО традиционно поддерживает тесные экономические связи со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Основные направления международного сотрудничества включают в себя:

- **Китай** – крупнейший экономический партнер ДФО, активно инвестирующий в инфраструктурные и энергетические проекты. Российские и китайские компании разрабатывают

совместные проекты в сфере производства электротехнического оборудования.

- **Южная Корея** – ориентирована на развитие судостроения и внедрение передовых электротехнических решений в промышленности.
- **Япония** – заинтересована в развитии экологически чистой энергетики, включая солнечные и ветряные электростанции.

Программы международного сотрудничества включают в себя:

- Привлечение инвесторов для строительства заводов по производству электротехнического оборудования.
- Совместные исследовательские проекты в области энергосбережения.
- Льготные кредитные программы для российских предприятий, работающих с иностранными партнерами.

Несмотря на санкционные ограничения, международные партнеры продолжают проявлять интерес к ДФО благодаря его ресурсному потенциалу и логистическим преимуществам.

Образовательные инициативы

Развитие профильных вузов и технических колледжей

Развитие электротехнической отрасли невозможно без подготовки квалифицированных специалистов. В этом направлении ведутся следующие работы:

- **Создание новых образовательных программ в ведущих вузах ДФО** (Дальневосточный федеральный университет, Тихоокеанский государственный университет, Амурский государственный университет).



- **Развитие технических колледжей** – обучение специалистов среднего звена для работы на производстве и в энергетических компаниях.
- **Внедрение грантовых программ** – государственные субсидии для студентов, обучающихся по техническим специальностям.

Практико-ориентированное обучение

Одной из ключевых задач является приближение образования к реальным требованиям отрасли:

- Развитие **дуальных программ обучения**, совмещающих теорию и практику на базе предприятий.
- Внедрение **корпоративных учебных центров**, где ведущие энергетические компании обучают студентов современным технологиям.
- Создание **программ стажировок за рубежом**, позволяющих будущим специалистам перенимать передовой опыт.

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Солнечная и ветроэнергетика в изолированных районах ДФО

Одним из перспективных направлений развития энергетики в ДФО является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В условиях удаленности ряда населенных пунктов традиционные электросети не всегда эффективны, поэтому альтернативные решения становятся особенно актуальными.

Основные проекты:

- **Ветроэнергетика** – развитие ветропарков на Камчатке, Чукотке и Сахалине.
- **Солнечная энергетика** – строительство солнечных электростанций в Якутии, Забайкалье и Амурской области.
- **Гибридные решения** – комбинированные системы с использованием ВИЭ и традиционных генераторов.

Государственные субсидии и международные инвестиции способствуют росту этого сегмента, что позволит значительно снизить зависимость от ископаемого топлива в удаленных районах.

Экспорт продукции в Азиатско-Тихоокеанский регион

Потенциал выхода на внешние рынки

Близость ДФО к странам АТР дает большие возможности для экспорта электротехнической продукции:

- **Китай** – крупнейший рынок сбыта для российского оборудования.

К 2025 году прогнозируется увеличение доли ВИЭ

в энергобалансе региона до 10–15%

- **Япония и Южная Корея** – высокотехнологичные рынки, требующие современного оборудования.
- **Индия и страны Юго-Восточной Азии** – перспективные партнеры для поставок энергетического оборудования.

Основные направления экспорта:

- Высоковольтное оборудование (трансформаторы, подстанции).
- Кабельная продукция.
- Системы автоматизации и цифровые решения для управления энергосетями.

Для стимулирования экспорта создаются **специальные экономические зоны** с льготными условиями для производителей.

Итоговый прогноз: каким будет рынок электротехники в ДФО к концу 2025 года

1. Рост объемов производства электротехнического оборудования

К концу 2025 года в ДФО ожидается увеличение объемов производства отечественного электротехнического оборудования. Активное импортозамещение позволит снизить зависимость от зарубежных поставщиков, что приведет к расширению ассортимента локальной продукции, включая:

- Высоковольтные трансформаторы и подстанции.
- Кабельную продукцию и проводниковые материалы.
- Электродвигатели и силовую электронику.

2. Масштабная модернизация энергосистемы

Продолжится реализация государственных программ по обновлению электросетевого хозяйства. В первую очередь будут внедряться **умные сети (Smart Grid)**, позволяющие автоматизировать управление энергопотоками и снижать потери электроэнергии. Это обеспечит более стабильное и надежное энергоснабжение промышленных предприятий и удаленных населенных пунктов.

3. Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Продолжится активное строительство **солнечных и ветроэнергетических**

станций в труднодоступных районах ДФО. К 2025 году прогнозируется увеличение доли ВИЭ в энергобалансе региона до **10–15%** благодаря реализации новых проектов на Чукотке, Камчатке, Сахалине и в Якутии.

4. Увеличение экспортного потенциала

Развитие электротехнической промышленности создаст предпосылки для выхода на международные рынки. К 2025 году ожидается увеличение поставок электротехнической продукции в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), прежде всего в Китай, Индию и Юго-Восточную Азию.

Основные драйверы роста и ключевые риски

Драйверы роста

1. Государственная поддержка

- Развитие энергетической инфраструктуры в рамках национальных программ.
- Субсидии и налоговые льготы для предприятий отрасли.
- Инвестирование в инновационные технологии и ВИЭ.

2. Импортозамещение и локализация производства

- Создание новых заводов по выпуску электротехнического оборудования.
- Развитие производства критически важных компонентов внутри страны.
- Снижение зависимости от зарубежных поставщиков.

3. Интеграция цифровых технологий

- Внедрение Smart Grid и автоматизированных систем управления энергосетями.
- Использование искусственного интеллекта и больших данных для прогнозирования аварий и управления энергопотреблением.

4. Привлечение иностранных инвестиций

- Расширение сотрудничества с Китаем, Индией, странами Юго-Восточной Азии.
- Создание совместных производств с азиатскими партнерами.
- Развитие экспортного потенциала региона.

5. Рост потребления электроэнергии в промышленности

- Запуск новых производственных мощностей в добывающей и перерабатывающей промышленности.
- Развитие судостроения и металлургии, требующих стабильного энергоснабжения.
- Увеличение объемов электрификации транспортной инфраструктуры.

Ключевые риски

1. Логистические проблемы и высокая стоимость перевозок

- Огромные расстояния и слабая транспортная инфраструктура увеличивают себестоимость продукции.
- Трудности с доставкой электротехнического оборудования в отдаленные районы.

2. Кадровый дефицит

- Недостаток квалифицированных специалистов может замедлить темпы реализации проектов.
- Отток молодежи из региона в центральные города России.

3. Финансовые и экономические риски

- Высокая инфляция и нестабильность валютных курсов могут повлиять на стоимость проектов.
- Ограниченные возможности кредитования бизнеса в условиях санкционного давления.

4. Технологическая зависимость и сложность импортозамещения

- Несмотря на усилия по локализации производства, ряд ключевых технологий и компонентов пока недоступны в России.
- Длительный процесс разработки и сертификации новых отечественных решений.

Ожидания экспертов отрасли

1. Дальнейшее развитие энергетической инфраструктуры

Эксперты прогнозируют, что к концу 2025 года электротехническая отрасль ДФО достигнет **нового уровня технологического развития** благодаря активному внедрению цифровых решений, автоматизации и модернизации сетей.

2. Устойчивый рост рынка ВИЭ

Специалисты отмечают **высокий потенциал развития возобновляемых источников энергии** в ДФО. В ближайшие годы ожидается активное строительство **солнечных и ветропарков**, что позволит частично снизить нагрузку на традиционные энергосистемы.

3. Рост экспорта электротехнической продукции

По оценкам аналитиков, к 2025 году Дальний Восток может **увеличить экспорт электротехнического оборудования** в страны АТР, что сделает россий-

ские компании конкурентоспособными на мировом рынке.

4. Укрепление позиций российских производителей

Эксперты считают, что реализация программ импортозамещения и локализации производства позволит снизить зависимость от зарубежных технологий и повысить долю отечественных компонентов в электротехнической продукции.

5. Необходимость решения кадрового вопроса

Для дальнейшего развития отрасли необходимо:

- Развивать систему подготовки специалистов в профильных вузах и колледжах.
- Создавать привлекательные условия для работы в регионе, включая **высокие зарплаты, социальные гарантии и программы поддержки молодых специалистов**.

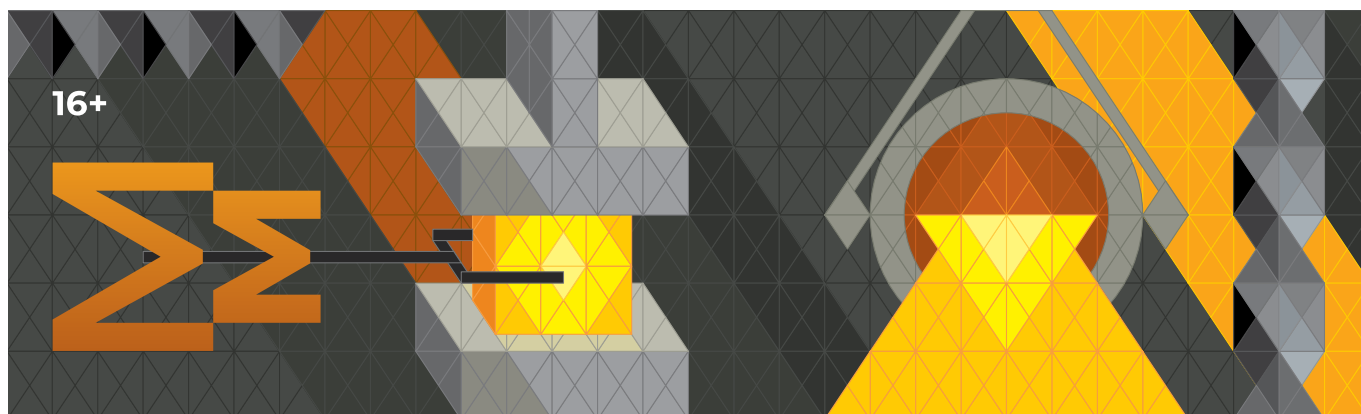
Заключительный вывод

Электротехническую отрасль ДФО в 2025 году ожидает **устойчивый рост** за счет масштабной модернизации инфраструктуры, активного развития возобновляемых источников энергии, интеграции цифровых технологий и расширения экспортных возможностей.

Однако для успешной реализации этих планов необходимо решить ряд проблем, включая **кадровый дефицит, высокие логистические издержки и зависимость от импортных технологий**.

Благодаря поддержке государства, привлечению иностранных инвестиций и внедрению передовых технологий, Дальний Восток может стать **одним из ведущих энергетических центров России**, обеспечивая надежное электроснабжение не только региона, но и международных партнеров.





Металлообработка. Металлургия

**23–26 сентября
2025, Пермь**

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

масштабный
специализированный
региональный проект в России

организатор:



телеграм-
канал
[@expometal](https://t.me/@expometal)



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



ВЫСТАВКА 24-26 сентября 2025

23-я международная выставка-форум



**ПРОМЫШЛЕННЫЙ
САЛОН**

**Ваше оборудование —
наши покупатели**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24
www.expo-volga.ru

**ТЕПЕРЬ
В АПРЕЛЕ!
1-4.04.2025**

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



ЭЛЕКТРО

**33-я международная выставка
«Электрооборудование. Светотехника.
Автоматизация зданий и сооружений»**

12+

Присоединяйтесь!
Сканируйте QR-код
и переходите
на сайт выставки



реклама

 **ЭКСПОЦЕНТР**

www.elektro-expo.ru



23-26 СЕНТЯБРЯ
РОССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

НЕВА 2025

18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СУДОСТРОЕНИЮ,
СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ,
ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

Стратегический партнер:

Титульные партнеры:



**ТОП-10 МОРСКИХ
ВЫСТАВОК МИРА**

-  ~40 000 м²
-  35 000
УЧАСТНИКОВ
-  700
ЭКСПОНЕНТОВ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ
К КЛЮЧЕВОМУ СОБЫТИЮ
МОРСКОЙ ОТРАСЛИ

ОРГАНИЗАТОР



ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ

17-19 сентября

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ РЕГИОНОВ

Ижевск'2025

20 лет выставкам • 7000 посетителей-специалистов

- Металлообрабатывающее оборудование. Инструмент. Металлопродукция
- Энергетическое и электротехническое оборудование
- Комплектующие изделия и материалы
- Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации процессов
- Техника и технологии для добычи нефти и газа, нефтепереработки и нефтехимии
- Охрана труда, безопасность на производстве. СИЗ
- Средства пожарной и промышленной безопасности

г. Ижевск, ул. Кирова, 146



18+

БРОНИРОВАНИЕ ПЛОЩАДЕЙ: ☎ 8-912-851-11-77 metal@vcudm.ru www.promforum18.ru

специализированная межрегиональная выставка



СТРОЙ- VOLGA'2025

Строительство.
ЖКХ.
Благоустройство.
Капремонт

20,21,22 мая 2025
ВОЛГОГРАД АРЕНА

☎ (8442) 26-50-34
✉ marina@zarexpo.ru
✉ t.telegina@zarexpo.ru
🌐 www.zarexpo.ru




ФОРУМЫ РНТК

Обустройство нефтегазовых месторождений

ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ

21-22 мая
2025 года
Отель Лесная Сафмар
Москва

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ ФОРУМА

Представить и обсудить современные принципы и технологии обустройства наземных и морских месторождений нефти и газа, а также тренды и запросы индустрии по декарбонизации в мире и в России.

+7 (495) 488-6749 info@rntk.org www.forumnftegaz.org



ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ

ГРП-2025:

Технологии
внутрискважинных
работ, ГРП и ГНКТ

21-22 мая
2025 года
Отель Лесная Сафмар
Москва

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ ФОРУМА

Создать неформальную площадку для обмена опытом и новыми технологиями проведения ГРП и МГРП (многостадийного гидравлического разрыва пласта) и применения ГНКТ (гибких насосно-компрессорных труб), заканчивания скважин для МГРП, диагностики и мониторинга ГРП и, конечно, разработки и применения программно-обеспечения для всех технологических процессов 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 о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка.

+7 (495) 488-6749 info@rntk.org

ШИНЫ, РТИ И КАУЧУКИ

27-я МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ,
ШИН, ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА,
СЫРЬЯ И ОБОРУДОВАНИЯ

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

14–17 АПРЕЛЯ 2025

www.rubber-expo.ru

Минпромторг
России

РОССИЙСКИЙ
СОЮЗ
ХИМИКОВ

Организатор: АО «ЭКСПОЦЕНТР»
При поддержке:
• Министерства промышленности и торговли РФ
• Российского Союза химиков
Под патронатом ТПП РФ

12+
Реклама

ЭКСПОЦЕНТР



Юбилейный СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ СКЭФ 2025

Стратегические партнёры:



МинводыЭКСПО
26-28
июня 2025г.

В рамках программы форума:

- Основная деловая программа
- Выставка технологий
- Конференция по вопросам экологически чистого транспорта, беспилотным системам и сопутствующей инфраструктуре
- Конференция «Тренды «Умных курортов». Технические и инженеринговые решения»
- IV фестиваль экологически чистого транспорта в СКФО



Генеральный инфопартнёр:

Генеральный отраслевой партнёр:

Инфопартнёры:



ФОРУМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДОВ. ВЫСТАВКА ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



РОССИЙСКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
САММИТ

energysummit.ru

14 МАЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
САММИТ

oilgassummit.ru

15 МАЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

9-й ежегодный международный
инвестиционный

Восточный нефтегазовый форум

2-3 июля 2025,
Владивосток



При поддержке
Правительства
Приморского края

VOSTOCK CAPITAL
— 23 года динамичного успеха —

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



ГАЗПРОМБАНК

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР:



150+
участников
форума

40+
инвестиционных
проектов

2 дня
делового
общения

+7 (495) 109 9 509 (Москва)

www.eastrussiaoilandgas.com



ВЫСТАВКА

24-27 апреля

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Ваш Коттедж VOLGABUILD



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-51

www.expo-volga.ru



МЕЖДУНАРОДНАЯ
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКАЯ
ВЫСТАВКА

KAZAN Oil, Gas & Chemistry

В РАМКАХ ТАТАРСТАНСКОГО
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО ФОРУМА

26-28
АВГУСТА
2025
КАЗАНЬ

www.kazan-ogc.ru



Место проведения: МВЦ «Казань Экспо»

Мы всегда на связи по контактам организатора
АНО «Казань Экспо»:

- позвоните по телефону **+7 (843) 222-03-22**
- напишите на e-mail **ExpoNeft@kazanexpo.ru**



РОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
НЕДЕЛЯ



ТЕХНОПРОМ

ХII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ



27-30 АВГУСТА 2025 г.
г. НОВОСИБИРСК

Рудник The Mine

22–24 октября 2025, Екатеринбург

10-я международная выставка современных технологий, оборудования и спецтехники для горнодобывающей промышленности

одна из крупнейших горных выставок в России

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»
ЭКСПО-бульвар, дом 2
(342) 206-44-80

mine.proexpo.ru



официальное
поддержка



Торгово-промышленная
палата Российской
Федерации



Промышленность
Свердловской области



МП «Горнопромышленная
Россия»

pro
ЭХРО

INTERLIGHT SMART CITY & HOME



Международная выставка освещения, автоматизации
зданий, электротехники и систем безопасности

Новое название:

**INTERLIGHT
SMART CITY & HOME**

Новый раздел:

SMART CITY & HOME

Новые даты:

21–24 октября 2025

Присоединяйтесь



- Умный город
- Умный дом
- Электротехника
- Интегрированные системы безопасности
- Автоматизация зданий

Новая локация:

**МВЦ «Крокус Экспо»
Москва**

+7 495 648 87 75 • interlight@gefira.ru • interlight-building.ru

ГЕФИРА MEDIA

**15
-
17
мая**

**АРЕНА
«ЕРОФЕЙ»**

ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА
Энерго-
сбережение

2025

Хабаровск

dv.energetika-restec.ru

**10-12
СЕНТЯБРЯ
2025**

ОТЕЛЬ
«ЯЛТА-ИНТУРИСТ»



**СТРОЙ
ЭКСПО
КРЫМ**

**XV МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА «СТРОЙЭКСПОКРЫМ»**



ЭКСПОКРЫМ



МИНСТРОЙ
РОССИИ



Минпромторг
России



МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ИНФРАСТРУКТУРЫ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ



МИНПРОМТОРГ
КРЫМА

-  Строительство и проектирование
-  Стройматериалы для домостроения
-  Стройматериалы и оборудование
-  Деревянное строительство
-  Фасады, кровля и изоляция
-  Двери, окна, автоматика
-  Интерьер, декор, свет
-  Климатические технологии
-  Альтернативные источники энергии
-  Системы вентиляции, отопления

+7 (978) 900-90-90

info@expocrimea.com

expocrimea.com





отраслевой энергетический портал

www.novostienergetiki.ru

АДРЕСНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖУРНАЛА «РЫНОК ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ВЫБОРОЧНЫЙ СПИСОК

PRYSMIAN GROUP	КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ПАРИТЕТ»
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	НАДЕЖНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ООО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО	НЕВА ТК, ООО
ДАЛЬСПЕЦСТРОЙ, ФГУП ГУСС	НЕОТЕХ, ООО
ДЕЛОВОЙ ПАРТНЁР, ООО	НЕРЮНГРИ-МЕТАЛЛИК, ООО
ДРСК, АО	НОРДВЕСТТЕХНО, ООО
ДС ИНЖИНИРИНГ, ООО	НОРДЭЛЕКТРОПРОМ, ООО
ЕВРОХИМСЕРВИС ТК, ООО	НОРИЛЬСКИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС, ООО
ЕКА СПБ, ООО	НПП «ЦЕНТР РЕЛЕ И АВТОМАТИКИ», ООО
ЗАВОЛЖСКИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, ЗАО	НСК-ЭНЕРГО, ООО
ЗАЛИВ, СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ООО	ОБНИНСКЭНЕРГОТЕХ, ЗАО
ЗАПСИБГАЗПРОМ, ОАО	ОРСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ЗАО (ОЗЭМИ, ЗАО)
ЗЕНОН ТЕХНОСФЕРА, ООО	ОТК, ООО
ИЖЕВСКИЙ ОПЫТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАО (ИОМЗ, ЗАО)	ПАО МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА
ИЖОРСКИЕ ЗАВОДЫ, ПАО	ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН, ГУП
ИЛИМ, АО	ПЕТРОСТРОЙСВЯЗЬ, ПТФ, ЗАО
ИНПРОМ ЭСТЕЙТ, ОАО	ПЕЧЕНГАСТРОЙ, ООО
ИНТЕГРО СТИЛ, ООО	ПЕЧОРАНЕФТЕГАЗ АО
ИНТЕР РАО ЕЭС, ОАО	ПИЭЛСИ ТЕХНОЛОДЖИ, ООО
ИНФОКОМ-ЛТД, ООО	ПКФ-ЭЛЕКТРОЩИТ, ООО
ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ, ООО	ПЛАНАР-СВЕТОТЕХНИКА, ООО
ИРКУТСКИЙ РЕЛЕЙНЫЙ ЗАВОД, АО	ПНЕВМАТИКА, ОАО
ИШЛЕЙСКИЙ ЗАВОД ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ, ООО	ПО АРХАНГЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (ПО АЭС)
ИЭК ХОЛДИНГ, ООО	ПО БОРОВИЧСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ПОКУПАЙТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НА ОТРАСЛЕВОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ПОРТАЛЕ
marketelectro.ru



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, АО	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	ЭНЕРГОКОМФОРТ ЕДИНАЯ КАРЕЛЬСКАЯ СБЫТОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО
СОСНОВОБОРЭЛЕКТРОМОНТАЖ, АО	ЭНЕРГОТЕХ, ЗАО
СОЮЗ «КАЛИНИНГРАДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»	ЭНИКОМ, ООО
СОЮЗ «НОВГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»	ЮГКОМПЛЕКТАВТОМАТИКА, ЗАО
СОЮЗ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА»	ЮЖНО - ЯКУТСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ»	ЮЖНОУРАЛЬСКИЙ АРМАТУРНО-ИЗОЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД ,АО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КАМЧАТКИ, АО
СОЮЗ «ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ»	ЯКОБС ДАУ ЭГБЕРТС РУС, ООО
(ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ)	ЯКУТСКАЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ, ПАО
СПАССКЦЕМЕНТ, АО	ЯКУТСКЭНЕРГО, АК, ОАО ЭНЕРГОСБЫТ
	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-2025				
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	1 308-00	5232-00
Стоимость с учетом скидки 5 %				5232-00
НДС не облагается				0
ВСЕГО К ОПЛАТЕ				5232-00

Всего к оплате: Пять тысяч двести тридцать два рубля 00 коп.

НДС не облагается

При оплате счета в назначении платежа просьба указать: адрес доставки журнала, телефон (с кодом города), ФИО контактного лица.

При оплате счета доверенными лицами или другими организациями просьба указать в основании платежа за кого производится оплата, и уведомлять письменным сообщением.

Генеральный директор



Корчагина Г.В.



PR-школа Тимура Асланова

PR ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

15-17 октября 2025, г. Москва

*Курс для руководителей и сотрудников пресс-служб и PR-департаментов,
пресс-секретарей, специалистов по связям с общественностью
производственных компаний, корпораций и промышленных холдингов и предприятий.*

Ключевые темы курса:

- ⚙ стратегия PR-работы промышленного предприятия,
- ⚙ цели и задачи, которые решает промышленное предприятия при помощи связей с общественностью,
- ⚙ специфика PR-работы в промышленности,
- ⚙ построение PR-стратегии и контент-стратегии работы в социальных сетях для бизнеса,
- ⚙ целевая аудитория для PR-работы промышленного предприятия и принципы работы с ней,
- ⚙ формирование нужного образа компании в глазах целевой аудитории,
- ⚙ классические PR-инструменты в современных условиях,
- ⚙ тренды и актуальные PR-технологии для промышленного предприятия,
- ⚙ PR-тексты для промышленного предприятия,
- ⚙ работа с визуальным контентом,
- ⚙ работа в социальных сетях и новых медиаканалах,
- ⚙ продвижение первого лица промышленного холдинга или промышленного предприятия,
- ⚙ построение отношений с журналистами,
- ⚙ работа с блогерами и лидерами мнений, устранение негативных публикаций в Интернете и поисковой выдаче,
- ⚙ кризисные коммуникации на промышленном предприятии,
- ⚙ управление репутацией промышленной компании.



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



PR ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС В ЭНЕРГЕТИКЕ

4-6 июня | ОЧНО | Москва

Курс предназначен руководителям и сотрудникам пресс-служб и PR-департаментов, пресс-секретарям, специалистам по связям с общественностью энергетических компаний и предприятий:

- производители и поставщики тепловой и электрической энергии,
- генерирующие компании,
- операторы энергетических сетей,
- угольные, нефте- и газодобывающие и транспортирующие компании и холдинги.

На курсе вы научитесь:

- ✓ **выстраивать стратегию PR –работы** в энергетической компании
- ✓ **отбирать и формировать информационные поводы** о компании, которые будут реально выстреливать,
- ✓ **привлекать внимание аудитории,**
- ✓ **управлять репутацией компании,**
- ✓ **строить общение с различными целевыми аудиториями** и доносить до них правильные ключевые сообщения,
- ✓ **формировать и продвигать имидж компании** в социальных сетях,
- ✓ **дружить с журналистами** и получать от этой дружбы правильный результат,
- ✓ **проводить интересные мероприятия,**
- ✓ **понимать технику успешного решения кризисных ситуаций,**
- ✓ **разбираться в нюансах подготовки PR-текстов,**
- ✓ **увеличивать отдачу от PR-деятельности.**

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

