

EXPERT-VC TI®

КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ

т е р м о и н д и к а т о р н ы й



Энергетическая безопасность  
электрических сетей,  
контроль эксплуатации и  
предупреждения аварийных  
ситуаций в электроснабжении.

Кабели силовые термоиндикаторные являются уникальной разработкой ООО «Кабельный Завод «ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ».

Исключительные права на объекты интеллектуальной собственности принадлежат ООО «Кабельный Завод «ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ». Статья ГК РФ: 1225, 1226, 1229, 1233, 1252, 1259, 1346, 1351, 1353, 1354.

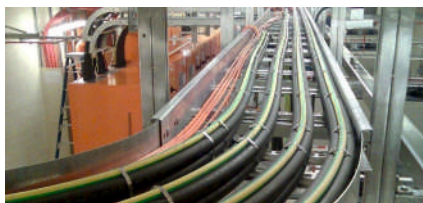


Контроль  
нагрева/перегрева

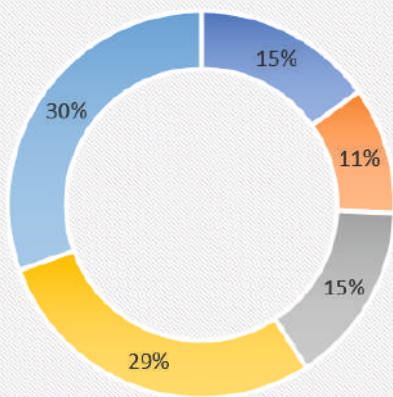
ТУ 27.32.13-031-29225139-2022

ТУ 27.32.13-033-29225139-2024

- **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**
- **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПОЖАРОВ**
- **СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

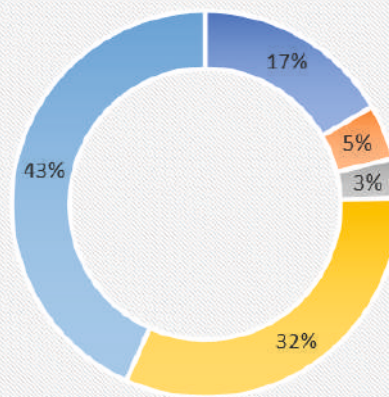


### Статистика причин пожаров по данным МЧС



- Нарушение правил устройства и эксплуатации электроустановок
- Неосторожное обращение с огнем
- Нарушение правил устройства и эксплуатации печей
- Поджог
- Другие причины

### Причины пожаров и аварийных режимов электроустановок\*



- Короткое замыкание (КЗ) в электрических сетях (пробой изоляции)
- Внешнее тепловое воздействие (перегрев) на горючие материалы частей электроустановки
- Перегрузка кабельных сетей
- Образование больших переходных сопротивлений
- Искрение и электрическая дуга

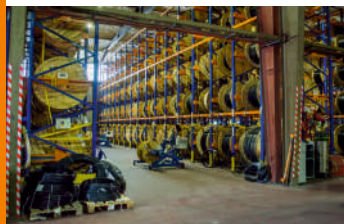
\* Электроустановка — комплекс взаимосвязанного оборудования, электрических сетей, устройств, зданий и сооружений, предназначенных для производства или преобразования, передачи, накопления, распределения или потребления электрической энергии

### Некоторые причины аварийный режимов работы электрических сетей

Механическое повреждение



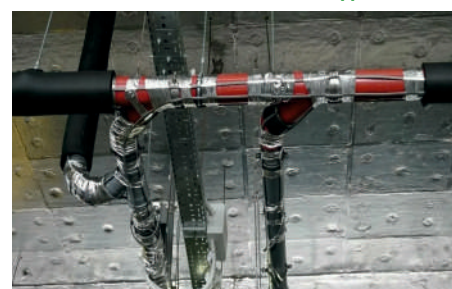
Заводской брак



Нарушение правил эксплуатации



Внешнее тепловое воздействие



Перегрузка



Низкое качество сетей



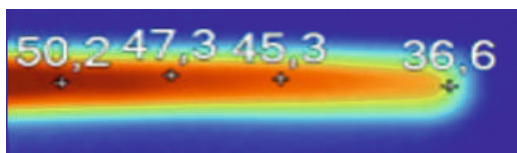
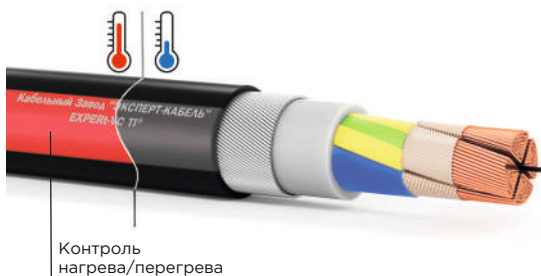
# EXPERT-VC TI<sup>®</sup>

## КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ

т е р м о и н д и к а т о р н ы й

ТУ 27.32.13-031-29225139-2022

ТУ 27.32.13-033-29225139-2024



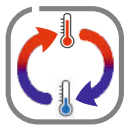
Термограмма оболочки кабеля во время нагрева

Кабели силовые термоиндикаторные **EXPERT-VC TI<sup>®</sup>** обеспечивают возможность визуального мониторинга температурного состояния жил без необходимости в дополнительных специализированных устройствах. Это позволяет своевременно выявлять признаки перегрева, что значительно снижает риск преждевременного старения и деградации изоляционного материала, а также уменьшает вероятность возникновения аварийных ситуаций, что, в свою очередь, ведет к сокращению затрат на эксплуатацию и ремонт кабельных систем.

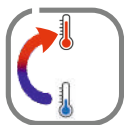


Пример изменения цвета оболочки в зависимости от температуры нагрева

**Обратимая термоиндикация** (контроль нагрева) предполагает, что термоиндикация на оболочке кабеля меняет цвет с темного на сигнально-яркий при повышении температуры, при остывании (уменьшении нагрузки, отключении) цвет возвращается к исходному.



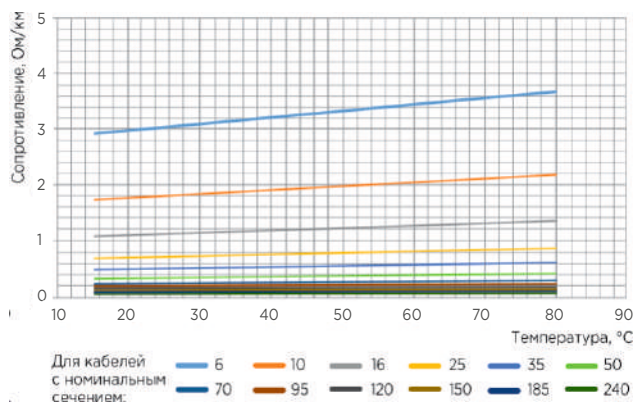
**Необратимая термоиндикация** (контроль перегрева) предполагает, что термоиндикация на оболочке кабеля меняет цвет с темного на сигнально-яркий при достижении критической температуры, однако при остывании (уменьшении нагрузки, отключении) цвет не восстанавливается обратно в изначальный (темный).



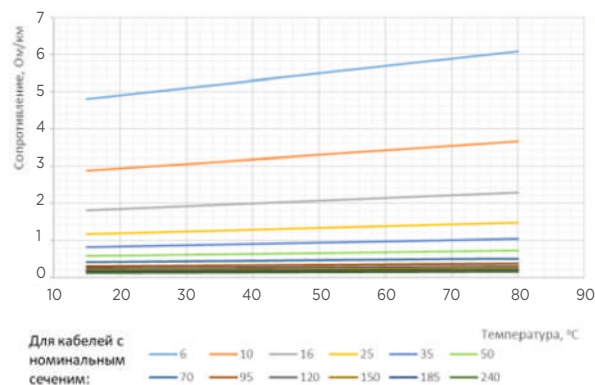
Это позволяет определить место (линию) с критическим предаварийным состоянием изоляции после внештатных режимов работы, связанных с перегревом токопроводящей жилы.

### График электрического сопротивления жил кабеля при разных температурах

Для медных жил



Для алюминиевых жил



**Электрическое сопротивление жил кабеля, в зависимости от температуры и сечения, увеличивается на 2 - 12%, тем самым увеличивая потери в электрической энергии в сетях.**

# EXPERT-VC TI<sup>®</sup>

## КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ

т е р м о и н д и к а т о р н ы й

**Теоретическая модель расчета потерь электроэнергии при нагреве силового кабеля на примере промышленного объекта**

Статьи энергобаланса	Баланс фактический	
	тыс.кВт*ч	%
<b>Приход</b>		
Поступило от энергосистемы	26 340	100
Итого приход	26 340	100
<b>Расход</b>		
1. На силовые нужды:	12 400	47,1
Цеха	670	2,5
Вспомогательные производства	380	1,4
Пневмотранспорт	2 670	10,1
Водоснабжение	215	0,8
Канализация, очистные сооружения	1 240	4,7
Отопление и вентиляция	2 860	10,9
Хоз-бытовые нужды	200	0,8
Итого по Разделу 1	20 635	78,3
2. Потери:		
Нарушение технологических норм	2 050	7,8
В цеховых и производственных сетях	1 740	6
В силовых трансформаторах	580	2,2
В электродвигателях	1 335	5,1
Итого по Разделу 2	5 705	21,7
Итого расход	26 340	100

Электропотери предприятия в цеховых и производственных сетях при нагреве кабеля вычисляются по формуле:

$$W_c = 3,3 * 10^{-3} * I_c^2 * R * T_p,$$

где:

$I_c$  – среднее значение тока линии;

$R$  – среднее значение увеличения

сопротивления в жиле кабеля при нагреве\*;

$T_p$  – число рабочих часов за учетный период

\* Электрическое сопротивление жил кабеля, в зависимости от температуры и сечения, увеличивается от 2% до 12%. В данных расчетах используется среднее значение - 8%.

**Ежегодные потери** предприятия в цеховых и производственных сетях по **причине нагрева кабеля составляют:**

$$W_c = 327\,153 \text{ кВт*ч}$$

**Ущерб от потерь из-за нагрева кабеля для предприятия\***

Переплата за счет потерь от нагрева за 1 год:

**2 286 800 рублей;**

Переплата за счет потерь от нагрева за 30 лет:

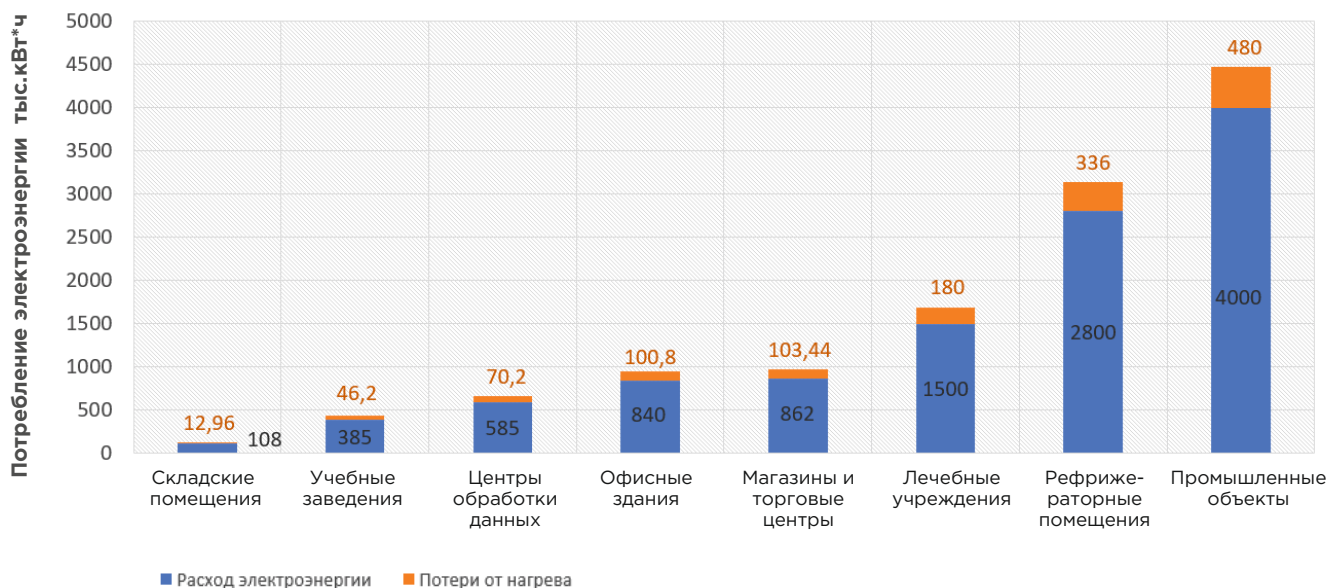
**68 603 980 рублей;**

Переплата за счет потерь от нагрева за 30 лет с учетом ежегодного роста тарифов на электроэнергию на 5%: **151 932 356 рублей.**

Перегрев в кабельных сетях из-за нагрева является одной из наиболее распространенных причин возникновения аварийных ситуаций, влекущих за собой не только остановку производства, но и необходимость устранения последствий с привлечением дорогостоящих специалистов. Как можно увидеть выше, помимо реальной угрозы предприятию, перегрев кабельных сетей также влечет за собой дополнительные расходы. Реальная переплата владельца предприятия по причине работы кабеля в предаварийном состоянии достаточно велика и растет с каждым годом.

\*по данным на январь 2025 г.

**Среднее ежегодное потребление электроэнергии и показатель дополнительных потерь электроэнергии при нагреве силового кабеля**



**Дополнительные потери электроэнергии при нагреве силового кабеля до 12%.**

# EXPERT-VC TI®

## КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ

т е р м о и н д и к а т о р н ы й

График зависимости срока службы кабеля (изоляция) от температуры



Изменение свойств полимерных материалов в процессе теплового старения описывается уравнением Аррениуса, которое устанавливает зависимость константы скорости протекания реакций термической деструкции  $K_t$  от абсолютной температуры  $T$ :

$$K_t = K_0 e^{-\frac{W_a}{kT}}$$

где  $W_a$  - энергия активации;  
 $T$  - абсолютная температура,  
 $k$  - постоянная Больцмана;  
 $K_0$  - фактор частоты характеризует частоту столкновений реагирующих молекул.

При этом скорость разрушения материала изоляции определяется по формуле:

$$V(t) = -\frac{dN_t}{dt} = K_t N_t$$

где  $N_t$  - количество молекул вещества в единице объема в данный момент времени.

$$N_t = N_0 e^{-K_t t}$$

где  $N_0$  - количество молекул вещества в единице объема до начала разрушения.

При использовании статистической модели старения изоляции для общего пробы изоляции требуется разрушить 10 % молекул.

Отсюда можно выразить срок службы изоляции от температуры:

$$t = -\frac{\ln 0,9}{K_t * 3,1536 * 10^7}$$

При достижении максимально допустимой рабочей температуры кабеля, срок службы ПВХ-изоляции составляет 30 лет.

При  $t$  от 70 до 90 °C срок службы кабеля сокращается в 2 раза



Для предотвращения возможных аварийных ситуаций кабельные сети с термоиндикацией перегрева и нагрева способны обеспечить своевременное обнаружение неисправностей и, следовательно, минимизировать риск возникновения критических условий эксплуатации кабельной трассы.

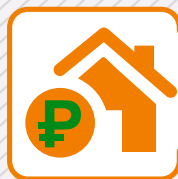
## Преимущества использования кабелей силовых термоиндикаторных EXPERT-VC TI



### ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙ

**С использованием тепловизионного оборудования невозможно точно определить критическое или предаварийное состояние изоляции после возникновения внештатных режимов работы электрических сетей.**

Кабельные сети с термоиндикацией нагрева и перегрева способны существенно снизить риск возникновения аварийных ситуаций за счет оперативного уведомления о неисправностях в кабельной трассе. Это позволяет быстро реагировать на потенциальные угрозы и предотвращать аварии, что, в свою очередь, значительно увеличивает надежность электрических систем.



### СНИЖЕНИЕ РАСХОДОВ

Использование систем мониторинга тепловых режимов кабельных сетей с термоиндикацией

исключает необходимость внедрения дополнительных дорогостоящих технологий и оборудования для контроля перегрева. Это облегчает эксплуатацию и ведет к снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях, что, в свою очередь, гарантирует бесперебойную работу всей системы электроснабжения, повышая её эффективность и снижая эксплуатационные расходы.



### БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНФОРМАТИВНОСТЬ

Термоиндикация, основанная на непрерывном мониторинге теплового состояния, а также необратимости срабатывания систем, предоставляет возможность фиксировать достижения

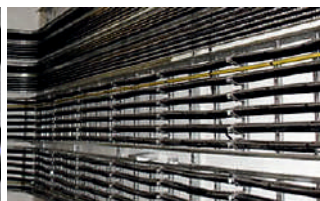
или недостижения заданных пороговых температур в условиях эксплуатации при визуальном осмотре. Это важное преимущество позволяет быстро реагировать на изменения в температурных режимах, что повышает общий уровень безопасности эксплуатации кабельных систем и снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций.



### МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ

Кабельные сети с термоиндикацией обеспечивают оперативное визуальное определение аварийной

группы электроснабжения при групповой прокладке в кабеленесущих системах любого типа. Используя это преимущество, вы сможете минимизировать время простоя оборудования и существенно повысить эффективность процессов эксплуатации.



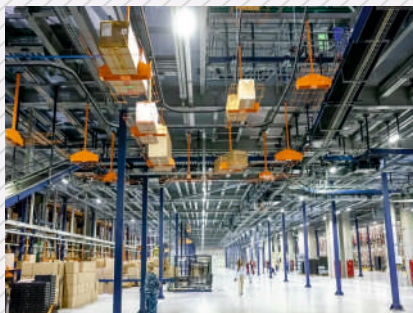
### Группы марок кабельно-проводниковой продукции с термоиндикацией

- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из поливинилхлоридного пластика (ПВХ), на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые огнестойкие, не распространяющие горение, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией и оболочкой из полимерной композиции, не содержащей галогенов, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика (ПВХ) пониженной пожароопасности, с низким дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена, огнестойкие, на напряжение до 3кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена, не распространяющие горение, с оболочкой из полимерной композиции, не содержащей галогенов, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые из этиленпропиленовой резины, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из этиленпропиленовой резины, огнестойкие, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые с изоляцией из этиленпропиленовой резины, с оболочкой из полимерной композиции, не содержащей галогенов, на напряжение до 3 кВ;
- ⊗ Кабели силовые гибкие на напряжение до 1 кВ;
- ⊗ Кабели силовые гибкие с изоляцией из этиленпропиленовой резины, на напряжение до 1 кВ.

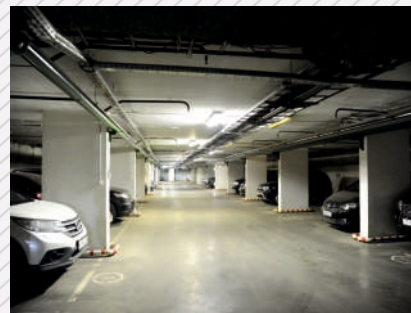
## Область применения



Подземные сооружения (тоннели)



Складские и распределительные комплексы



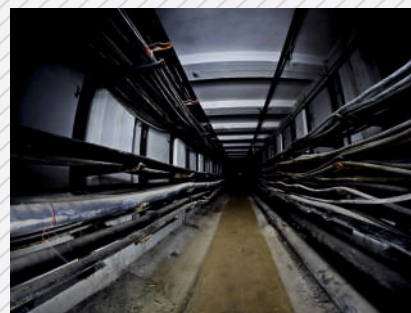
Подземные этажи (паркинги)



Офисные помещения



Дата-центры



Кабельные коллекторы



Промышленные предприятия



Электрощитовые (ГРЩ, ВРУ)



Технические этажи общественных зданий

# EXPERT-VC TI<sup>®</sup>

## КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ

т е р м о и н д и к а т о р н ы й

### Эффективность использования кабелей силовых термоиндикаторных EXPERT-VC TI

Показатель эффективности	EXPERT-VC TI	Кабель без термоиндикации
Оперативное уведомление о неисправности в кабельных сетях	✓	✗
Определение в нормальном режиме работы предаварийного состояния линии или локального места повреждения изоляции (состаривание, деградация при критическом тепловом воздействии) после возникновения внештатных режимов работы электрических сетей	✓	✗
Отсутствие необходимости применения дополнительного специализированного оборудования и ПО для контроля тепловых режимов работы кабельных сетей	✓	✗
Возможность определения внештатных режимов работы кабельных сетей, в том числе персоналом без профильных электротехнических знаний (сотрудники смежных служб эксплуатации объекта)	✓	✗
Снижение дополнительных потерь электроэнергии в сетях электро-снабжения за счет контроля нагрева токопроводящей жилы до 12%	✓	✗
Предотвращение аварийных ситуаций и минимизация дополнительных расходов на внеплановый ремонт, за счет своевременного выявления внештатных режимов работы кабельных сетей	✓	✗

## О ЗАВОДЕ

**Кабельный Завод "ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ" занимается разработкой и производством кабельно-проводниковой продукции как традиционных, так и уникальных марок для всех отраслей промышленности.**



**СОБСТВЕННОЕ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО МЕДИ, МЕДЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, МЕТАЛЛОПРОКАТ, КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СОВРЕМЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ - ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ**

- Более 50 современных производственных линий позволяют серийно выпускать более 90 000 маркоразмеров кабелей и проводов на низкое и среднее напряжение.
- На предприятии внедрена и активно развивается система менеджмента качества по ГОСТ Р ISO 9001-2015 (ISO 9001:2015).
- Складские ресурсы позволяют держать в наличии наиболее востребованные марки кабельной продукции, а собственный автопарк обеспечивает надежную и оперативную доставку продукции заказчику.




**КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ» ЯВЛЯЕТСЯ НАДЕЖНЫМ ПОСТАВЩИКОМ ДЛЯ КРУПНЫХ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ, НЕФТЕГАЗОВОЙ, НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ, ТРАНСПОРТНОЙ И СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.**








КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД  
"ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ"



 302040, Орловская обл., г. Орел, ул. Раздольная, д. 105

 [sale@expert-cable.ru](mailto:sale@expert-cable.ru)

 +7 (495) 248-66-70

 [www.expert-cable.ru](http://www.expert-cable.ru)