

# Промышленный электрообогрев и электроотопление

ISSN 2221-1772

№1/2018

Аналитический  
научно-технический  
журнал

**О категориях надежности  
электроснабжения на примере  
объектов нефтедобывающей  
промышленности**

стр. 34

**Электрообогрев  
прямоков доильных  
залов на молочно-  
товарных фермах**

стр. 24

**Артерии жизни**

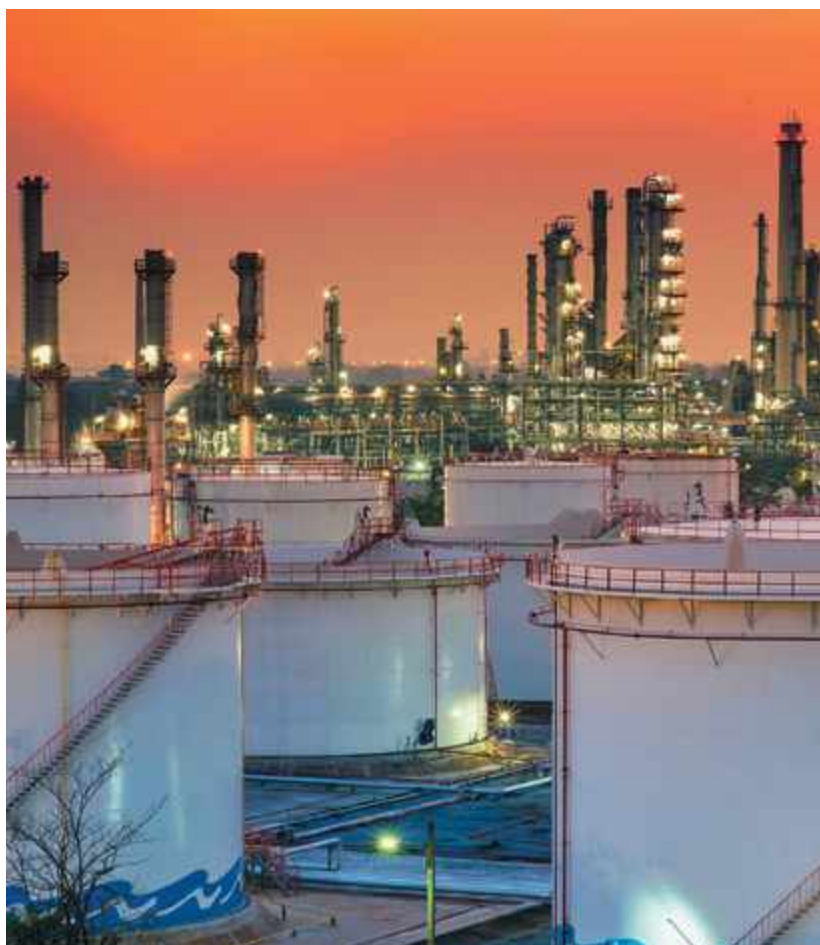
стр. 60

**Рубрика «Лучшие  
люди отрасли» —  
к юбилею  
Н.Н. Хренкова**

стр. 68



<b>Обращение к читателям</b>	стр. 2
<b>Новости отрасли</b>	стр. 4
<b>Рубрика «Промышленный электрообогрев»</b>	
И.В. Гуров, Ю. Миронова Электрообогрев прямиков доильных залов на молочно-товарных фермах	стр. 24
В.П. Фрайштетер О категориях надежности электроснабжения на примере объектов нефтедобывающей промышленности	стр. 34
Н.Н. Хренков Артерии жизни	стр. 60
<b>Рубрика «Лучшие люди отрасли»</b>	
К юбилею Н.Н. Хренкова	стр. 68
<b>Рубрика «Summary»</b>	стр. 74

**Аналитический научно-технический журнал**

«Промышленный электрообогрев и электроотопление»  
№ 1/2018 г.

**Учредители журнала:**

ООО «Завод ССТ ТП»  
ООО «ССТЭнергомонтаж»

**Редакционный совет:**

М.Л. Струпинский, генеральный директор ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, член-корреспондент Академии электротехнических наук РФ – Председатель редакционного совета

Н.Н. Хренков, главный редактор, советник генерального директора ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, действительный член Академии электротехнических наук РФ

А.Б. Кувалдин, профессор кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт», заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ.

В.П. Рубцов – Профессор кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт», доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ.

А.И. Алиферов – Заведующий кафедрой «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Новосибирского государственного технического университета, доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ

В.Д. Тюлюканов – директор ООО «ССТЭнергомонтаж»

**Редакция:**

Главный редактор – Н.Н. Хренков, советник генерального директора ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, действительный член Академии электротехнических наук РФ

Ответственный секретарь редакции – А.В. Мирзоян, заместитель директора ООО ОКБ «Гамма»

А.А. Прошин – директор ООО ОКБ «Гамма»

Е.О. Дегтярева – начальник отдела главного конструктора ООО ОКБ «Гамма»

С.А. Малахов – руководитель отдела развития ООО «ССТЭнергомонтаж»

**Реклама и распространение:**

Артур Мирзоян, [publish@e-heating.ru](mailto:publish@e-heating.ru), тел. (495) 728-8080, доб.8830

**Дизайн и верстка:**

Юлия Фролова

**Адрес редакции:**

141008, Россия, Московская область,  
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр.7  
Тел.: (495) 728-8080  
e-mail: [publish@e-heating.ru](mailto:publish@e-heating.ru); web: [www.e-heating.ru](http://www.e-heating.ru)

Свидетельства о регистрации СМИ ПИ № ФС77-42651 от 13 ноября 2010 г.

и Эл № ФС77-54543 от 21 июня 2013 г. (электронная версия).  
Свидетельства выданы Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Журнал распространяется среди руководителей и ведущих специалистов предприятий нефтегазовой отрасли, строительных, монтажных и торговых компаний, проектных институтов, научных организаций, на выставках и профильных конференциях.

Материалы, опубликованные в журнале, не могут быть воспроизведены без согласия редакции.

Мнения авторов публикуемых материалов не всегда отражают точку зрения редакции. Редакция оставляет за собой право редактирования публикуемых материалов. Редакция не несет ответственности за ошибки и опечатки в рекламных объявлениях и материалах.

Отпечатано в «Московская Областная Типография»

ТМ (ООО «Колор Медиа»).

Адрес: 127015, Москва, ул. Новодмитровская, д.5А, стр.2, офис 43.  
Тел. +7(495)921-36-42. [www.mosobltip.ru](http://www.mosobltip.ru), e-mail: [info@mosobltip.ru](mailto:info@mosobltip.ru)

Тираж: 2 000 экз.

ISSN 2221-1772

Подписано в печать: 14. 05. 2018



### **Михаил Струпинский**

Генеральный директор ГК «ССТ»,  
председатель редакционного  
совета журнала «Промышленный  
электрообогрев и электроотопление»,  
кандидат технических наук,  
член-корреспондент АЭН РФ

### **Michael Strupinskiy**

Chairman of the Editorial Board, CEO  
SST Group, Ph.D. in Engineering Science,  
corresponding member of the Academy of  
Electrotechnical Sciences of RF.

### **Дорогие друзья!**

События прошедшего года позитивно повлияли на развитие российской индустрии систем электрообогрева. Решения и разработки ГК «ССТ» были представлены на крупнейших отраслевых выставках и форумах, был реализован ряд знаковых проектов в нефтегазовой сфере и в области городской инфраструктуры. Государственная поддержка нашей индустрии вышла на новый этап. ОКБ «Гамма» получила субсидию на компенсацию части затрат на производство пилотной партии высокотемпературного саморегулирующегося нагревательного кабеля. Важные шаги были сделаны для укрепления позиций российской промышленности на глобальном рынке. Саморегулирующиеся кабели ГК «ССТ» получили европейский сертификат взрывобезопасности АТЕХ и сертификаты VDE.

2018 год начался с юбилея, который, без преувеличения, является праздником всей нашей индустрии. 10 февраля свое 80-летие отметил Николай Николаевич Хренков.

Николай Николаевич внес неоценимый вклад в развитие нашей отрасли и ГК «ССТ» своими научными трудами и инженерными решениями. Многие специалисты и руководители российской индустрии электрообогрева, включая меня, считают Н.Н. Хренкова своим учителем и наставником.

Николай Николаевич ведет активную научную и просветительскую деятельность: публикует научные труды, выступает на конгрессах и конференциях, проводит мастер-классы для технических специалистов. С 2011 года — Н.Н. Хренков является главным редактором нашего журнала. Научная деятельность юбиляра высоко оценена Академией электротехнических наук РФ. В начале 2018 года Н.Н. Хренков был избран действительным членом Академии.

С глубоким уважением и почтением я от лица всех работников отечественной индустрии систем электрообогрева поздравляю Николая Николаевича с юбилеем и желаю ему крепкого здоровья, новых достижений и свершений!

### **Dear Friends!**

Happenings of the past year had a positive influence on the development of the electric heating industry in Russia. Solutions and developments of the SST Group were featured in the first-rate industry exhibitions and forums, a number of milestone projects in oil and gas sector and urban infrastructure have been implemented. Government support for our industry have moved to a new stage. The SDB "Gamma" have received a state grant for compensation of a part of expenditures for production of a pilot lot of high-temperature self-regulating heating cable. Important steps have been made to consolidate the global market positions of the Russian industry. Self-regulating cables of the SST Group have obtained the European ATEX safety certificate and VDE certificates.

The beginning of the year 2018 has been marked by the jubilee that is, without exaggeration, a festive occasion for all our industry. On 10 February, Nikolay Khrenkov celebrated the 80th anniversary of his birth.

Mr. Khrenkov has made an invaluable contribution to the development of our industry and the SST Group by his scientific works and engineering solutions. Many skilled specialists and industrial leaders, myself included, are proud to call him their teacher and tutor.

He is engaged in scientific and outreach activities, publishes scientific papers, speaks at conferences and congresses, gives master classes for technical specialists. Since 2012, N. Khrenkov is the Chief-in-editor of our Magazine. The scientific activity of the hero of the anniversary is highly praised by the Academy of Electrotechnical Sciences of RF. Early this year N. Khrenkov has been an elected full member of the Academy.

With deepest respect and reverence, for and on behalf of all workers of the native electric heating industry, I congratulate Nikolay Khrenkov on his jubilee and wish him good health, new achievements and horizons!





Ведущее информационное агентство в течение 15 лет, эксперт в области медийной и контекстной рекламы для представителей электротехнической отрасли.

ИА «Elec.ru» — это профессиональные и эффективные рекламные кампании, созданные благодаря синергии актуального контента, грамотного использования возможностей поисковых машин, соцсетей и дружной команды профессионалов.

В линейку информационных ресурсов агентства входят интернет-портал Elec.ru и печатное издание «Электротехнический рынок».

ООО «Элек.ру» | [www.market.elec.ru](http://www.market.elec.ru) | [www.elec.ru](http://www.elec.ru)  
+7 (495) 587-40-90 (многоканальный) | [info@elec.ru](mailto:info@elec.ru)



A leading information agency for 15 years, an expert in the field of display and contextual advertising for representatives of electrotechnical industry — IA «Elec.ru» provides professional and effective advertising campaigns created due to synergy of essential content, a proper use of search engines' possibilities, social networks and a friendly team of professionals.

The range of information resources includes the internet portal Elec.ru and the printed publication «Electrotechnical market».

## Минпромторг обсудил импортозамещение с крупнейшими производственными компаниями



4 декабря 2017 года в рамках VII международного форума «Арктика: настоящее и будущее» состоялось заседание Межведомственной рабочей группы по снижению зависимости российского топливно-энергетического комплекса от импорта оборудования, в котором приняла участие Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»).

Председателем заседания выступил Министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров. Он сообщил, что в настоящий момент нефтегазовая отрасль существенно снизила свою зависимость от зарубежных технологий

и оборудования. За 3 года доля импорта снизилась с 60 % до 52 %, что опережает плановый показатель Минпромторга, установленный на уровне 55 %.

Одним из ключевых факторов высоких темпов импортозамещения министр назвал применение системных мер поддержки. В частности, в нефтегазовой отрасли реализуются 4 инвестиционных проекта по развертыванию выпуска специального оборудования, не имевшего ранее аналогов в России.

Также в рамках программы импортозамещения 26 российских предприятий получили господдержку. В их число вошла Группа компаний «Специальные

системы и технологии». Фонд развития промышленности выделил льготный займ на расширение мощностей ОКБ «Гамма» по производству проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей на их основе.

В работе заседания также приняли участие Министр энергетики Российской Федерации Александр Новак, председатель Правления ПАО «Газпром нефть» Александр Дюков, первый вице-президент Русского географического общества, президент Государственной полярной академии Артур Чилингаров, представители органов исполнительной власти, научно-исследовательских институтов и российских компаний-производителей оборудования





для ТЭК. Участники заседания обсудили совместную работу профильных министерств и предприятий по снижению зависимости российского нефтегазового комплекса от импорта оборудования, технологий и программных средств. Интересы ГК «ССТ» на заседании Межведомственной комиссии представляла Евдокия Рукавишникова, заместитель генерального директора по развитию.

Большая часть встречи была посвящена освоению шельфовых месторождений. С докладом выступил Виталий Маркелов, заместитель председателя правления ПАО «Газпром». Он рассказал о начале разработки отечественного оборудования для подводных добычных комплексов, первые опытные образцы которого планируется получить уже в 2019 году. Также на заседании были представлены предложения по импортозамещению

оборудования для буровых комплексов морских платформ и обозначена острая необходимость ПАО «Газпром» в локализации технологий, необходимых для строительства комплексов по сжижению природного газа (СПГ).

Ожидается, что к 2035 году российские предприятия смогут полностью заместить зарубежные аналоги оборудования для проектов СПГ. Импортозамещение в части систем электрообогрева, важного элемента обеспечения бесперебойной работы промышленных комплексов, уже реализуется Группой компаний «Специальные системы и технологии». Реализация проекта по расширению ОКБ «Гамма» позволит увеличить выпуск саморегулирующихся кабелей, проводящих пластмасс и полимерных материалов.

Пресс-служба ГК «ССТ»

За 3 года доля импорта  
снизилась с 60 % до

**52 %**,  
что опережает  
плановый показатель  
Минпромторга,  
установленный  
на уровне 55 %

## Минпромторг поддержит развитие новой линейки российских саморегулирующихся кабелей для систем промышленного электрообогрева

**В рамках реализации мер государственной поддержки ОКБ «Гамма» (входит в ГК «ССТ») получило субсидию из федерального бюджета на развитие нового вида продукции, в том числе ориентированного на экспорт.**

Государство активно стимулирует выпуск новых видов продукции в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 мая 2017 г. № 634. Пройдя конкурсный отбор, ГК «ССТ» получила субсидию на компенсацию части затрат на производство пилотной партии высокотемпературного саморегулирующегося нагревательного кабеля. Данная продукция предназначена для применения в системах электрообогрева трубопроводов в нефтегазовой отрасли.

Пилотная партия нового вида нагревательного кабеля будет поставлена на экспорт — китайским партнерам.

Цель программы государственного субсидирования — стимулировать внедрение современных высокотехнологичных средств производства и развитие опытно-конструкторских разработок на предприятиях нашей страны. Министерство промышленности Российской Федерации отмечает также, что эта мера нацелена на решение проблемы, связанной с выводом пилотных партий продукции на рынок в условиях отсутствия преференций.

Согласно Постановлению № 634 от 25 мая 2017 г., промышленникам компенсируют до 50% от фактически понесенных затрат на оплату сырья, материалов и комплектующих, инженерных разработок и проектирования, приобретение оснастки и расходного инструмента, логистические операции и другие расходы.



«Получение субсидии будет стимулировать нашу компанию к дальнейшему развитию, в том числе к увеличению экспорта отечественных систем промышленного электрообогрева. Господдержка также означает признание важности нашей деятельности на государственном уровне. Поскольку производство полностью отечественных саморегулирующихся кабелей — важный этап в укреплении технологического лидерства всей страны. Сегодня российским компаниям мало участвовать в программах импортозамещения, важно выходить на мировой рынок. Получение субсидии позволит ГК «ССТ» укреплять репутацию международного лидера и дальше развивать экспорт», — комментирует Андрей Прошин, директор ОКБ «Гамма» (входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии»).

В 2016 году ГК «ССТ» завершила первый этап инвестиционного проекта: на базе предприятий ОКБ «Гамма» создан технологический

и испытательный комплекс по производству электропроводящих материалов и саморегулирующихся нагревательных кабелей. Цель следующего этапа — увеличение производственных мощностей. Реализация второй части инвестпроекта ОКБ «Гамма» проходит с участием Фонда развития промышленности при Минпромторге РФ. Компания получила займ в декабре 2016 года.

Государственная поддержка развития заводов ОКБ «Гамма» ускорит процесс импортозамещения систем электрообогрева. Завершение второго этапа инвестиционного проекта позволит увеличить выпуск саморегулирующихся кабелей до 6 тыс. км в год, расширить линейку нагревательных кабелей и проводящих пластмасс и полимерных материалов не только для российской промышленности, но и на экспорт.

## ГК «ССТ» расширяет гарантийный срок на кабели КСТМ

### Гарантийный срок саморегулирующихся кабелей КСТМ составит 5 лет.

Производство полного цикла, собственные комплектующие, 100% контроль качества позволили ГК «ССТ» расширить свои гарантийные обязательства на полностью отечественные саморегулирующиеся кабели КСТМ с 2 до 5 лет.

Кабель КСТМ предназначен для частного домостроения и применяется для обогрева кровель и трубопроводов. Он препятствует образованию наледи и сосулек на крышах, а также предотвращает замерзание водосточной системы частного дома. ГК «ССТ»

производит саморегулирующиеся кабели КСТМ двух видов: линейной мощностью 17 Вт и 30 Вт. Более мощный кабель применяется для электрообогрева кровли.

Владельцу дома, выбравшему кабель КСТМ, не придется следить за перепадами температуры за окном и регулировать мощность системы. Специальная матрица кабеля реагирует на температуру окружающей среды, уменьшая или прибавляя уровень тепловыделения. За счет саморегулирования кровля или трубопровод будут обогреваться только тогда, когда это необходимо. В результате кабель КСТМ не перегреется и не перегорит.

При этом он экономит энергопотребление по сравнению с кабелем постоянной мощности.

Кабель КСТМ на 100% сделан в России. Его выпускает Группа компаний «Специальные системы и технологии», лидер российского рынка электрообогрева и единственный на сегодняшний момент отечественный производитель саморегулирующихся кабелей полного цикла. В 2016 году на базе завода ОКБ «Гамма», входящего в ГК «ССТ», начался выпуск проводящих пластмасс для саморегулирующейся матрицы, и таким образом налажено полностью отечественное производство саморегулирующихся кабелей.

## Премиум-линейка саморегулирующийся кабелей ГК «ССТ» получила европейский сертификат взрывобезопасности АTEX

### Безопасность применения саморегулирующихся кабелей ГК «ССТ» во взрывоопасных средах подтверждена сертификатом Европейского Союза АTEX.

В декабре 2017 года Группа компаний «Специальные системы и технологии» получила сертификат АTEX на саморегулирующиеся электрические нагревательные кабели марок НТМ, НТА, НТР и ВТС. Это означает, что продукция соответствует строгим требованиям Директивы 2014/34/EU Европейского Союза, предъявляемым к взрывозащищенному оборудованию. Проверку соответствия и выдачу сертификата проводил авторитетный международный центр по сертификации Sira Certification Service (входит в CSA Group).

АTEX — собирательное наименование ряда директив Европейского Союза, происходящего от сокращения названия нормативного документа

на французском языке: Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles («Оборудование для использования во взрывоопасных зонах»). Применение электрооборудования представляет повышенную опасность для человека, имущества и окружающей среды, поэтому в странах Европейского Союза оно подлежит обязательной сертификации на соответствие директивам АTEX с дальнейшей маркировкой единым знаком соответствия CE и знаком взрывозащищенности.

Получение сертификата АTEX — это важный шаг ГК «ССТ» для усиления позиций на международных рынках. Теперь саморегулирующиеся нагревательные кабели марок НТМ, НТА, НТР и ВТС могут беспрепятственно применяться в системах электрообогрева на нефтегазовых, химических и других промышленных объектах стран Европы с повышенными требованиями к взрывозащищенности.

ГК «ССТ» уделяет большое значение безопасности своей продукции. В компании внедрена и сертифицирована система менеджмента качества по стандартам ISO 9001:2015 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Продукция прошла проверку на соответствие требованиям международных стандартов крупнейшими европейскими сертификационными центрами: VDE, SGS, Sira, NANIO CCVE.

ГК «ССТ» — единственный в России производитель саморегулирующихся электрических нагревательных кабелей полного цикла. Марки НТМ, НТА, НТР и ВТС, предназначенных для защиты от замерзания или поддержания требуемой температуры и применяются в системах электрообогрева трубопроводов, емкостей, резервуаров, технологического оборудования на объектах нефтегазовой, химической, золотодобывающей и других отраслей промышленности.



## ГК «ССТ» заявила о готовности перейти от замещения импорта к технологическому партнерству с ПАО «Газпром»



**На VII Петербургском Международном Газовом Форуме Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ») сообщила о готовности к технологическому партнерству с ПАО «Газпром» в сфере промышленного обогрева.**

4 октября 2017 года генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский выступил на Сессии по вопросам технологического развития ПАО «Газпром», которое прошло в рамках Петербургского Международного Газового Форума. В своем докладе «Российские системы электрообогрева для газовой отрасли: переход от замещения импорта к технологическому партнерству» он представил опыт сотрудничества с ПАО «Газпром» и видение дальнейшего сотрудничества.

*«Сегодняшний уровень наших компетенций, научного потенциала*

*и технологического оснащения заводов дают возможность выйти на качественно новый уровень взаимодействия с группой «Газпром». Смена парадигмы «импортозамещения» на «импортоопережение» в сегменте систем электрообогрева объектов газовой отрасли представляется вполне реальной в ближайшей перспективе. Мы считаем, что сотрудничество ПАО «Газпром» и ГК «ССТ» на принципах технологического партнерства ускорит процесс замещения импорта, повысит эффективность и снизит стоимость систем электрообогрева», — отметил в своем выступлении Михаил Струпинский.*

Сотрудничество с предприятиями и институтами «Газпрома» способствовало усилению отраслевой экспертизы ГК «ССТ». Системы электрообогрева Группы соответствуют федеральным нормам промышленной безопасности и условиям эксплуатации на объектах «Газпрома». За время

сотрудничества отечественными системами электрообогрева были оснащены крупнейшие и стратегически важные объекты страны, такие как «Ямал СПГ», Восточная программа, Континентальный шельф России.

Для ГК «ССТ» участие в реализации проектов группы «Газпром» стало ключевым фактором успешного развития направления промышленного обогрева. «Газпром» — один из первых заказчиков отечественных систем электрообогрева на основе саморегулирующихся кабелей и скин-систем для обогрева протяженных трубопроводов. Следует отметить, что ГК «ССТ» является единственным российским предприятием, обладающим технологиями производства этих ключевых для индустрии продуктов. Взаимодействие с «Газпромом», которое началось в начале нулевых, во многом определило тренды отечественной индустрии систем электрообогрева.

ГК «ССТ» в 2016 году запустила полный цикл производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей на базе завода ОКБ «Гамма» в Подмоскowie. Компания получила льготный займ на расширение мощностей от Фонда развития промышленности при Минпромторге РФ. Реализация этого проекта позволит полностью обеспечить предприятия газовой отрасли и других крупных потребителей саморегулирующимися кабелями российского производства.

ГК «ССТ» уже сегодня готова заместить импортные системы электрообогрева качественными российскими решениями по более низкой цене, с лучшим гарантийным обеспечением и необходимым сервисом на протяжении жизненного цикла оборудования.

## Благодарность ОКБ Гамма от Губернатора МО

**Особое конструкторское бюро «Гамма», которое входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии», получило благодарность от губернатора Московской области Андрея Воробьева.**

Вручение официального письма состоялось на торжественном открытии праздничной программы, посвященной Дню города Ивантеевка. Открывая мероприятие 9 сентября, глава города Елена Ковалёва тепло поздравила жителей и подвела краткие итоги своей деятельности за минувший год. Поздравительный адрес от лица губернатора Московской области зачитала Ольга Малахова, заместитель начальника подмосковного ЗАГСа, после чего отметила высокий вклад местных компаний и представителей общественности, активно участвующих в жизни города. ОКБ «Гамма» стало одним из получателей губернаторской благодарности. Принимал награду на сцене Андрей Прошин, директор предприятия.



Коллектив ОКБ «Гамма» получил благодарность губернатора Московской области за многолетний добросовестный труд и высокие профессиональные достижения. На производственных мощностях предприятия в Ивантеевке реализован единственный в России проект по выпуску проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей на их основе.

Компания участвует в программе импортозамещения. Реализацию второго этапа инвестиционного проекта по расширению производства в Ивантеевке поддерживает Фонд развития промышленности РФ.

Пресс-служба ГК «ССТ»

## Награда за вклад в развитие региона



**Министерство инвестиций и инноваций Московской области наградило ОКБ «Гамма» Благодарственным письмом.**

ОКБ «Гамма», входящее в ГК «ССТ», награждено Благодарственным письмом Министерства инвестиций и инноваций Московской области за большой вклад в социально-экономическое развитие региона. Награду вручила заместитель министра Надежда Карисалова на празднике в честь Дня предпринимателя, который прошел 15 июня в Наро-Фоминском районе.

ОКБ «Гамма» было образовано в 2014 году в структуре ГК «ССТ», крупнейшего производителя систем электрического обогрева. В структуре группы ОКБ «Гамма» играет ключевую роль, выступая разработчиком и производителем основных компонентов для

систем промышленного электрообогрева. На базе ОКБ «Гамма» в Ивантеевке был реализован важнейший для российской индустрии электрообогрева проект по 100%-ной локализации производства саморегулирующихся кабелей.

В 2015 году было запущено первое в стране серийное производство электропроводящих пластмасс и кабелей на их основе.

Второй этап проекта, связанный с развитием производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей, реализуется при поддержке Фонда развития промышленности при Минпромторге РФ.

## Участие в Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-2017»



**27 августа завершилось одно из самых патриотичных и масштабных мероприятий нашей страны — Международный военно-технический форум «АРМИЯ-2017», длившийся пять дней в подмосковной Кубинке. ОКБ «Гамма» приняла участие в выставке и в деловой программе мероприятия.**

ОКБ «Гамма», входящее в Группу компаний «Специальные системы и технологии», участвовало в Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-2017», который проходил с 22 по 27 августа 2017 года. На стенде компании побывали представители

военно-промышленного комплекса и ведомств, которые отметили важность систем электрообогрева для повышения надежности и безопасности промышленных объектов и оборудования. В частности, в первый день работы форума стенд ОКБ «Гамма» посетил заместитель Министра обороны Российской Федерации Ю. И. Борисов.

В рамках форума «АРМИЯ-2017» 25 августа ГК «ССТ» приняла участие в одном из круглых столов, организованном Минэкономразвития РФ для предприятий военно-промышленного комплекса и участников проекта «Национальные чемпионы». Эти мероприятия стали эффективной

дискуссионной площадкой для обсуждения перспективных направлений сотрудничества госкомпаний и инновационного бизнеса. На круглом столе «Новые функциональные материалы специального назначения и технологии их получения и применения» Артур Мирзоян, GR-директор ГК «ССТ», представил возможности ГК «ССТ» в области разработки нагревательных элементов и систем электрообогрева.

Участие ГК «ССТ» в Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-2017» позволило компании в очередной раз продемонстрировать готовность к импортозамещению систем электрообогрева на основе





саморегулирующихся кабелей собственного производства.

Напомним, что ГК «ССТ» была включена в программу Министерства экономического развития РФ по поддержке инновационных компаний — проект «Национальные чемпионы». Задача проекта — обеспечить опережающий рост отечественных частных высокотехнологических предприятий-лидеров.

В первый день работы форума **стенд ОКБ «Гамма» посетил заместитель Министра обороны Российской Федерации**



## Ежегодный партнерский Форум ГК «ССТ» прошел в Грузии

**В г. Батуми, Грузия, с 12 по 15 октября 2017 года состоялся 12-й Форум «Перспективы развития российской индустрии электрообогрева», организованный Группой компаний «Специальные системы и технологии».**

Мероприятие проходит ежегодно с участием ведущих промышленных компаний. Цель Форума — повышение эффективности работы производственных объектов и предприятий топливно-энергетического комплекса за счет внедрения передовых отечественных технологий. Организатором мероприятия выступает ГК «ССТ», лидер российского рынка электрообогрева.

Концепция встречи этого года — «Мы за теплые отношения!» — основана стремлением компании укрепить партнерские отношения и быть ближе к клиенту. Выбранная тематика также подкреплялась местом проведения: площадкой Форума стал солнечный город Батуми.

Деловая программа Форума была очень насыщенной. Опыт освоения производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей, стратегически важной задачи для реализации программы импортозамещения, представил директор ОКБ «Гамма» Андрей Прошин. Елена Андрианова, директор по стратегическому маркетингу ГК «ССТ», выступила с презентацией, посвященной трендам российского рынка электрообогрева.

О преимуществах работы с компанией по ЕРС-контрактам рассказал Юрий Баженов, начальник коммерческого департамента «ССТЭнергомонтаж». С момента своего создания ГК «ССТ» накопила большой опыт в области проектирования систем промышленного электрообогрева. Этой теме был посвящен доклад Валентина Ситникова, начальника отдела проектирования «ССТЭнергомонтаж».



В рамках мероприятия состоялась дискуссионная панель, на которой обсуждались вопросы взаимодействия с заказчиком, кастомизация технических характеристик систем по требованию эксплуатирующих организаций и другие.

Решения ГК «ССТ» обогревают более 10 000 объектов, обеспечивая их бесперебойную работу и повышая надежность. Современные технологии электрообогрева для реализации стратегических задач заказчиков рассмотрел Сергей Стародубов, руководитель технической дирекции компании.

ГК «ССТ» считает важным передавать накопленные знания. Книга отцов-основателей компании «Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли» для многих специалистов является настольной. Один из ее соавторов Николай Николаевич Хренков, советник генерального директора ГК «ССТ», представил участникам Форума это уникальное отраслевое

издание и специализированный журнал «Промышленный электрообогрев и электроотопление», который издается компанией с 2011 года.

Для ГК «ССТ» проведение Форума — это возможность выступить экспертом, поделиться знаниями, укрепить партнерские отношения, получить обратную связь от заказчиков и помочь им решить задачи повышения энергоэффективности и снижения производственных затрат. Компания готова на 100% обеспечить промышленные предприятия полностью отечественными системами электрообогрева, отвечающими мировому уровню качества. ГК «ССТ» участвует в программе импортозамещения и реализует второй этап расширения производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей на их основе в Подмоскovie при поддержке Фонда развития промышленности.

Пресс-служба ГК «ССТ»

# Стартовала авторская программа Михаила Струпинского

**Телеканал ПРО БИЗНЕС запустил авторскую программу Михаила Леонидовича Струпинского, генерального директора Группы компаний «Специальные системы и технологии».**

Первый выпуск цикла передач, в котором в роли ведущего выступает Михаил Струпинский, вышел в эфир 3 октября 2017 года.

Программа «Страна Индустрия» посвящена проблемам российского бизнеса, в частности промышленности. Вместе с гостями генеральный директор ГК «ССТ» делится своим опытом в организации производства и решении вопросов, встающих перед собственниками российских компаний.



Программа рассматривает актуальные тенденции и истории успеха, крупнейшие и интересные сделки.

ПРО БИЗНЕС — кабельный телеканал, который круглосуточно вещает для 4,5 млн абонентов. Программы ведут представители реального бизнеса: генеральные и финансовые директора, представители крупнейших российских компаний. Телеканал посвящен экономике, маркетингу, интернету, продажам, секретам успеха от первых лиц, современным технологиям.

Идея выпуска авторской программы возникла после того, как Михаил Леонидович Струпинский побывал в студии ПРО БИЗНЕС в качестве гостя в передаче «Технология успеха».

Вышедшие в эфир передачи можно посмотреть в разделе «Страна Индустрия» на сайте ГК «ССТ»: [www.sst.ru](http://www.sst.ru)

Пресс-служба ГК «ССТ»



## Электрообогрев в условиях Арктики: решения ГК «ССТ» на проекте «Ямал СПГ»



**Первые поставки сжиженного газа с производственного комплекса «Ямал СПГ» начались 8 декабря 2017 года. Уникальный арктический проект обогревается решениями Группы компаний «Специальные системы и технологии». Объем поставок нагревательных кабелей на объект составил 256 км.**

На полуострове Ямал, вблизи поселка Сабетта, в суровых климатических условиях ведется строительство инновационного и второго в России завода по производству сжиженного природного газа. Проект «Ямал СПГ» по освоению Южно-Тамбейского газового месторождения будет состоять из трех линий по сжижению газа. Их общая мощность в 2019 году составит 16,5 млн тонн в год. Возведение объекта финансируют ПАО «НОВАТЭК» (50,1% в ОАО «Ямал СПГ»), Total (20%), CNPC (20%) и Фонд Шелкового Пути (9,9%).

Помимо производственных объектов «Ямал СПГ» предусматривает создание транспортной инфраструктуры: строительство международного

аэропорта и не имеющего аналогов в мире многофункционального морского арктического порта, позволяющего круглогодично перевозить продукцию на 16 танкерах-газовозах ледового класса ARC7. Проектный грузооборот порта составит около 18 тонн в год. Международный аэропорт поселка Сабетты уже запущен и позволяет принимать до 200 пассажиров в час.

«Ямал СПГ» — это огромный шаг в освоении Арктики. Несмотря на сложности для людей и техники, низкие среднегодовые температуры дают большую экономию в энергозатратах на сжижение газа. В северных широтах легче поддерживать минус 160 °С, необходимые для хранения сжиженного природного газа в специальных резервуарах. При этом для обеспечения бесперебойной работы оборудования и создания комфорта людей в арктических условиях электрообогрев становится одной из ключевых технологий.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» — крупнейший производитель и поставщик

систем электрообогрева для российского нефтегазового комплекса. Для строящегося на Ямале комплекса ГК «ССТ» поставила 256 км нагревательных кабелей разных типов: саморегулирующихся, резистивных, кабелей СНФ, кабелей с минеральной изоляцией MIC, LLS. Общая мощность систем составляет 4540 кВт.

В цехе переработки бурового шлама установлены системы электрообогрева с LLS и саморегулирующимися кабелями. Решения ГК «ССТ» обеспечивают бесперебойную и надежную работу объектов газоснабжения, среди которых факельное хозяйство и дизельная электростанция. Кроме того, на объекте «Ямал СПГ» электрообогрев позволит поддерживать необходимую температуру в резервуарах хранения стабильного конденсата. В эту группу объектов входят системы водоснабжения и канализации, приямки нефтезагрязненных стоков, станция пенного пожаротушения и другие.

Разработкой и реализацией проекта электрообогрева занимается инженеринговая компания «ССТЭнергомонтаж», входящая в ГК «ССТ». Помимо поставки материалов и оборудования, на объекте она выполняет шефмонтажные и пусконаладочные работы.

*«Ямал СПГ — это гордость России, и для нас большая честь участвовать в его реализации. Это уникальный объект для страны и для нас. Кроме нагревательных кабелей на «Ямал СПГ» мы поставили эксклюзивное, высокотехнологичное оборудование для управления электрообогревом. Шкафы управления представляют собой многосекционные сборки, каждая из которых состоит из 5 – 9 корпусов. Управление обогревом реализовано на базе программируемых логических контроллеров. Кроме мониторинга и управления технологическими параметрами обогрева, к которым относятся температура поддержания, мощность нагревательных секций, время нагрева трубопровода, в шкафах*

реализованы функции мониторинга токов утечки и текущих токов по каждой нагревательной линии. Для снижения стартовых токов во время холодного запуска системы электрообогрева применены устройства плавного пуска УПСК-30М, собственная разработка Группы компаний и многое другое. Все данные о состоянии системы выводятся на 15-дюймовые сенсорные ЖК-панели шкафов управления и в операторную на верхний уровень АСУ заказчика», — комментирует Елена Юхина, руководитель проектного офиса «ССТЭнергомонтаж».

Группа компаний «Специальные системы и технологии» не в первый раз участвует в реализации крупнейших и инновационных проектов страны. Помимо «Ямал СПГ» системами электрообогрева ГК «ССТ» оснащены объекты нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан», ледостойкие стационарные платформы на месторождениях им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского и «Жданов А» в Каспийском море, а также Заполярное, Бованенковское, Харьягинское месторождения и другие. Всего Группой компаний «Специальные системы и технологии» было реализовано более 10 тысяч проектов в области промышленного электрообогрева. Совокупная протяженность трубопроводов, которые обогреваются системами ГК «ССТ», превышает 20 тыс. км.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» занимает первое в России и второе место в мире по объемам производства нагревательных кабелей. Решения компании экспортируются в 47 стран мира. В России ГК «ССТ» реализует программу Минпромторга по замещению импортных нагревательных кабелей и систем электрообогрева отечественными аналогами. В 2016 году компания запустила первое в России производство проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей на их основе.

**Общая мощность систем составляет**  
**4540** кВт



ГК «ССТ» поставила

**256** км  
нагревательных  
кабелей  
разных типов





## Международная выставка «НЕФТЬ И ГАЗ» MIOGE 2017

**Группа компаний «Специальные системы и технологии» приняла участие в международной выставке «Нефть и газ» (MIOGE), которая проходила в «Крокус Экспо».**

MIOGE считается событием международного масштаба для специалистов нефтегазовой отрасли и ежегодно привлекает порядка 700 участников со всего мира. С 27 по 30 июня 2017 года мероприятие прошло в 14-й раз, но впервые на площадке «Крокус Экспо».

Группа компаний «Специальные системы и технологии» на выставке представила собственные разработки и комплексные решения для предприятий нефтегазовой отрасли: системы электрообогрева, энергоснабжения, пожаробезопасности, отопления и теплоизоляции.

Большое количество посетителей стенда ГК «ССТ» подтверждает интерес к отечественному производителю и высокий спрос на качественные решения и мировой уровень сервиса в области разработки и поставки систем электрообогрева. Сотрудники проектных институтов и предприятий нефтедобычи задавали свои вопросы представителям компании «ССТЭнергомонтаж» о решениях и услугах, ассортименте продукции и новейших технологиях, разрабатываемых в ОКБ «Гамма». В частности, ГК «ССТ» предлагает уникальную разработку — систему электрообогрева нефтяных скважин Stream Tracer, способную в разы повысить энергоэффективность и рентабельность добычи нефти.

Участие в выставке позволило ГК «ССТ» получить прямые контакты потенциальных заказчиков и повысить осведомленность специалистов нефтегазовой отрасли о решениях крупнейшего отечественного производителя систем электрообогрева.

Пресс-служба ГК «ССТ»





## Технологии как искусство: выставка достижений ГК «ССТ»



**С 28 сентября по 29 октября 2017 года в Мытищинской районной картинной галерее прошла выставка, посвященная технологиям ГК «ССТ».**

Торжественная церемония открытия выставки «Сделано в России: технологии, меняющие мир» состоялась 28 сентября 2017 года.

Почетным гостем мероприятия в Мытищинской галерее стал Максим Сураев, летчик-космонавт и Герой России, депутат Государственной Думы. Он передал Благодарственное письмо коллективу ГК «ССТ» за многолетний вклад в развитие экономики Московской области, инновационный подход в работе и достигнутые трудовые успехи. С приветственным словом выступили Андрей Гореликов, Председатель Совета депутатов городского округа Мытищи, и Елена Стукалова, заместитель Главы администрации городского округа Мытищи. Они наградили почетной грамотой генерального директора ГК «ССТ» Михаила Струпинского за поддержку культуры и искусства в регионе. Открывая выставку, Михаил Леонидович отметил давние теплые отношения с Мытищинской картинной галереей. Вечер продолжился

просмотром фильма «Тепло против холода» и общением в неформальной обстановке.

Выставка «Сделано в России: технологии, меняющие мир» показала современную экспозицию в стиле «индастриал» (промышленное искусство). Это направление рассматривает окружающие нас индустриальные объекты с эстетической точки зрения. Прикладные предметы быта, как, например, системы электрообогрева, становятся музейными экспонатами благодаря своей художественной выразительности, составляющей эстетическую среду для человека.

Экспозиция была разделена на пять зон: «Нефть и газ», «Городская среда», «Домашний комфорт», «Вода», «Энергия», в каждой из которых представлены технологии ГК «ССТ», ставшие прорывными для России. К таковым можно отнести производство саморегулирующегося нагревательного кабеля, гибких гофрированных труб из нержавеющей стали. ГК «ССТ» также первой в России стала выпускать теплые полы под брендом «Теплолюкс», тем самым позволив миллионам россиян обрести новую степень качества жизни. Компания сделала дизайнерские электроустановочные изделия доступными каж-

дой семье, разработав линейку бюджетных розеток и выключателей с современным дизайном под брендом OneKeyElectro.

Прошедшая выставка — еще один шаг к партнерству бизнеса и искусства. Мытищинскую картинную галерею и ГК «ССТ» связывает многолетняя дружба. Совместными проектами также стали крупная российско-японская выставка «Бриллиант десяти сил», несколько креативных творческих мероприятий на территории завода Группы в Мытищах: выставка художников Андрея Симакова и Ольги Ионайтис, мастер-классы Тоуна Кобаяси и Юкио Кондо.

Выставка ГК «ССТ» интересна с точки зрения развития отечественных технологий. Компания включена в приоритетную программу Минэкономразвития РФ «Национальные чемпионы» как наиболее перспективное высокотехнологичное предприятие страны. ГК «ССТ» занимает второе место в мире по объемам производства нагревательных кабелей и экспортирует продукты в 47 стран мира. В России компания реализует программу Минпромторга по замещению импортных нагревательных кабелей и систем электрообогрева отечественными аналогами.

## ГК «ССТ» обогреет «Зарядье»



**Решения архитектурного электрообогрева Группы компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ») получили применение на крупнейшем градостроительном объекте столицы — парке «Зарядье».**

Парк «Зарядье», первый новый парк в городе за последние 70 лет и крупнейший градостроительный проект у стен Кремля, открылся 9 сентября 2017 года в присутствии президента Владимира Путина и мэра Москвы Сергея Собянина. На территории площадью 10 га будут расположены общественная зона отдыха, филармония, амфитеатр со стеклянной крышей, «парящий» мост, павильоны и аттракционы.

В парке «Зарядье» применялись решения ГК «ССТ» для обогрева пешеходных дорожек, лестниц, пандусов и водоприемных лотков. Компания поставила на объект готовые системы электрообогрева, включая более 8 километров нагревательных кабелей. Общая мощность установки составила 462 кВт.

*«Для нас большая честь участвовать в реализации столь масштабного и ожидаемого проекта для Москвы, как парк “Зарядье”. Применение систем электрообогрева ГК “ССТ” на территории комплекса обеспечит быстрое удаление снега и льда, безопасность перемещения посетителей и продлит срок службы дорожного покрытия в несколько раз», — комментирует*

В. Д. Тюлюканов, директор компании «ССТЭнергомонтаж», входящей в ГК «ССТ».

Благодаря решению ГК «ССТ» по электрообогреву открытых площадей посещение комплекса «Зарядье» будет комфортным и безопасным для прогулок в любое время года. Обогрев лестничных сходов и пандусов будет препятствовать образованию льда и, как следствие, повысит безопасность перемещений посетителей и позволит избежать травм среди посетителей. Работоспособность ливневой системы в зимний период и период межсезонья поддерживается путем установки саморегулирующегося нагревательного кабеля ГК «ССТ» в водоприемные лотки.





В основе систем архитектурного электрообогрева ГК «ССТ» для парка «Зарядье» — нагревательный кабель постоянной мощности 50НТ.

*«Благодаря своей плоской форме он широко применяется в системах обогрева уличных площадок, эффективно передает тепло стяжке и обладает повышенной удельной мощностью, устойчив к механическим нагрузкам, коррозии, герметичен», — отмечает В. Д. Тюлюканов, директор «ССТЭнергомонтаж».*

Системы антиобледенения ГК «ССТ» получили применение на крупнейших объектах страны, таких как «Москва-Сити», Гостиный Двор, Пост № 1 у Вечного огня на Красной площади, Живописный мост, почтово-грузовой комплекс аэропорта Внуково, Большой театр и многие другие.

ГК «ССТ» готова предоставить решения для любых задач в области электрообогрева. Для этого компания располагает многолетней отраслевой экспертизой, собственными

производственными площадями и профессиональной командой. ГК «ССТ» является крупнейшим в России производителем нагревательных кабелей и систем электрообогрева. Продукция компании поставляется в более чем 40 стран мира. ГК «ССТ» — единственный в России производитель проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей на их основе. Компания участвует в программе импортозамещения и включена в проект Минэкономразвития РФ «Национальные чемпионы».



Компания поставила на объект более

**8000 м**  
нагревательных  
кабелей,  
общей мощностью

**462 кВт**



## Конференция по промышленной политике в МГТУ им. Н.Э. Баумана

**Группа компаний «Специальные системы и технологии» приняла участие во всероссийской научно-практической конференции по промышленной политике и организации производства «Чарновские чтения».**

Мероприятие ежегодно проводит кафедра «Экономика и организация производства» и НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Конференция носит имя профессора Николая Францевича Чарновского, автора первого в мире учебника по менеджменту.

На Чарновских чтениях традиционно встречаются представители бизнеса, преподаватели и студенты, консультанты, публицисты и журналисты для обмена опытом и обсуждения актуальных вопросов организации производства и промышленной политики.

В этом году в чтениях приняли участие около 150 человек. Группу компаний «Специальные системы и технологии» на мероприятии представлял Артур Мирзоян, GR-директор. В рамках панельной дискуссии «Национальные чемпионы и промышленная политика» он представил опыт участия ГК «ССТ» в приоритетном проекте Министерства экономического развития РФ. Артур рассказал о новых инструментах взаимодействия с органами власти, институтами развития и госкорпорациями. Также он высказал мнение о необходимости развития проекта, повышения узнаваемости статуса «Национальные чемпионы» и его нормативного закрепления.

Напомним, что «Национальные чемпионы» — это инициатива Министерства экономического развития РФ. Задача проекта — обеспечить опережающий рост отечественных частных высокотехнологических компаний-лидеров. Подобные программы господдержки реализуются в азиатских странах, а также в Нидерландах, Франции, ЮАР, Ирландии, Финляндии, Дании и Бельгии.



Автор фото Сергей Кушлевич



Автор фото Сергей Кушлевич

Отбор в российский чемпионский список осуществлялся в виде национального рейтинга быстрорастущих технологических компаний «ТехУспех». Рейтинг проводится Российской венчурной компанией с 2012 года. В настоящее время в базе «ТехУспеха» — 220 лидеров, среди которых Группа компаний «Специальные системы и технологии».

В ходе отборочных процедур ГК «ССТ» подтвердила полное соответствие критериям проекта «Национальные

чемпионы» и стала одной из тридцати первых участников программы.

К концу 2020 года половина отобранных на чемпионов обязана показать рост объема высокотехнологичного экспорта в четыре раза. Как минимум две компании должны выйти на объемы продаж в 1 млрд долларов в год, и не менее десяти — на объемы продаж в 500 млн долларов в год.

# ГК «ССТ» открыла двери для участников олимпиады «Надежда энергетики»

**В центральном офисе ГК «ССТ» 2 и 3 декабря 2017 года состоялся отборочный этап олимпиады «Надежда энергетики» для школьников 7-11 классов по физике, информатике и математике.**

Организатором ежегодных интеллектуальных соревнований выступает Национальный исследовательский университет «МЭИ». Мероприятие проходит на базе ГК «ССТ» уже в пятый раз. С 2013 года в олимпиаде приняло участие 1387 учащихся 7-11 классов из городского округа Мытищи, Королева, Ивanteeвки, Сергиева Посада, Пушкино и других населенных пунктов. Лидер промышленного обогрева активно сотрудничает с вузом по направлению подготовки молодых кадров для работы в компании. Олимпиада «Надежда энергетики» — один из совместных проектов.

Интеллектуальные соревнования проходят в два этапа: отборочный и заключительный. В олимпиаде могут участвовать школьники 7-11 классов со всех уголков нашей страны. Победители отборочного этапа выходят в финал, в котором лучшие из лучших соревнуются за льготные преференции для поступления в НИУ «МЭИ».

Отборочный тур «Надежды энергетики» этого года состоялся в первые выходные декабря. Перед началом состязаний с приветственной речью выступил Николай Николаевич Хренков, советник генерального директора ГК «ССТ», и Николай Григорьевич Батов, доцент кафедры физики электротехнических материалов, компонентов и автоматических электротехнологических комплексов, которые воодушевили ребят на новые победы и свершения.

В своем обращении к участникам Александра Ларина, директор по персоналу ГК «ССТ», подчеркнула: «Такие молодые звездочки, которые сегодня участвуют в олимпиаде



*«Надежда энергетики», очень нужны ГК «ССТ». Проведение соревнований на нашей территории — это отличная возможность для нас, как для работодателя, обратить внимание подрастающего поколения на перспективы работы компании, возможности роста и построения карьеры в высокотехнологичной отрасли. Сотрудничество с техническим вузом и проведение олимпиады способствует формированию кадрового резерва, а университету позволяет лучше понимать потребности бизнеса».*

2 декабря школьники работали над решением математических задач. А на следующий день проверяли свои познания в физике и информатике. Всего в отборочном этапе пятой, юбилейной олимпиады приняли участие 225 умников и умниц. И именно умников и умниц: для решения олимпиадных задач участникам необходимо обладать не только сильными знаниями школьной программы, но и продемонстрировать нестандартное мышление, оригинальный и творческий подход. Задачи для олимпиады

придумывают тоже лучшие умы, но уже в более солидной «весовой категории» — научные работники кафедры физики и технологии электротехнических материалов и компонентов НИУ «МЭИ».

Желаем участникам побед и новых свершений!

Активную помощь в подготовке мероприятия оказала школа № 28 г. Мытищи и ее директор Марина Сергеевна Мосалева. Организаторами со стороны ГК «ССТ» выступили Артур Мирзоян, GR-директор; Ольга Космосова, ведущий специалист по персоналу; Марина Бобылева, руководитель направления по подбору, адаптации и обучению персонала, Андрей Коленков, руководитель центра оценки и обучения, и Александр Малкин, менеджер по обучению. Благодарим активистов за помощь и желаем участникам олимпиады дальнейших побед!

Пресс-служба ГК «ССТ»

## Международная конференция «Электромагнитное поле и материалы»

**24 и 25 ноября 2017 г. в Москве состоялась XXV ежегодная Международная конференция «Электромагнитное поле и материалы (фундаментальные физические исследования)».**

Мероприятие ежегодно проходит в Национальном исследовательском университете «МЭИ». Помимо НИУ «МЭИ» его организаторами выступают ФИАН им. П. Н. Лебедева, МГУ им. М. В. Ломоносова, МАИ (НИУ), ИРЭ РАН им. В. А. Котельникова, НИТУ «МИСиС» и другие организации. Финансовую поддержку конференции оказывает Российский фонд фундаментальных исследований.

Традиционно в работе конференции принимают участие члены Российской академии наук, Академии электротехнических наук РФ и ведущие эксперты. Особое внимание уделяется привлечению студентов, аспирантов и молодых специалистов к проблемам, рассматриваемым на мероприятии.

Конференция посвящается достижениям, результатам и вопросам теории поля, механики, гидродинамики и излучений. На мероприятии рассматриваются также фундаментальные исследования в современной физике, физические и математические основы спиновой электроники. Кроме того, среди обсуждаемых тем — физика сложных систем и композиционных материалов, технология создания разнообразных материалов и покрытий для электро- и радиотехники и многое другое.

Организаторы конференции предложили ГК «ССТ» представить на пленарном заседании доклад о разработке и внедрении в России полного цикла производства саморегулирующихся нагревательных кабелей. По этой теме на конференции выступил Н. Н. Хренков, советник генерального директора, к. т. н., член-корреспондент АЭН РФ.

Он представил уникальный опыт Группы компаний «Специальные системы и технологии» по разработке полного



технологического и испытательного комплекса по производству электропроводящих материалов и саморегулирующихся кабелей на их основе, не существовавшего ранее в России.

Несмотря на то, что в таких странах, как США, Великобритания, Швейцария, Франция, Южная Корея, Китай, организовано производство саморегулирующихся кабелей и проводящих пластмасс для них, данная технология по-прежнему считается уникальной и требует специального оборудования и высококлассных специалистов.

Николай Николаевич рассказал о работе, проделанной компанией для запуска промышленного производства проводящей матрицы для саморегулирующихся нагревательных кабелей. В частности, создана современная технологическая и испытательная база, отработана технология производства целого ряда рецептур электропроводящих полимерных материалов для нагревательной матрицы, стабильная технология производства собственно саморегулирующихся кабелей.

Особое внимание слушателей было обращено на испытательный комплекс для изучения свойств материалов, испытаний полуфабрикатов в процессе производства и испытаний готовых изделий. Все стадии проекта были успешно реализованы специалистами ГК «ССТ», и с 2016 года компания является единственным в России

производителем проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей на их основе.

В секции, посвященной применению ферритовых и резистивных материалов в различных областях, Н. Н. Хренков выступил с докладом «Измерение магнитной проницаемости стальных труб для систем скин-обогрева протяженных трубопроводов». ГК «ССТ» еще в 2003 году успешно освоила технологию производства систем электрообогрева на основе скин-эффекта, которые являются эффективным способом поддержания заданной температуры транспортируемого продукта в протяженных трубопроводах и защиты их от замерзания.

Данное решение успешно применяется на десятках объектов нефтегазового комплекса, среди которых Харьгинское, Южно-Шапкинское, Ванкорское, Песцовое, Заполярное, Новопортовское месторождения, участки магистрального нефтепровода Куюмба-Тайшет. Система электрообогрева на основе скин-эффекта (или индукционно-резистивная система нагрева) является единственной конструкцией, позволяющей обогревать плечо трубопровода до 60 км, при этом подавая питание с одного конца без сопроводительной сети вдоль трубопровода.



# OneKeyElectro – победитель премии «Лучшее для жизни»



специалистами Группы компаний «Специальные системы и технологии».

Линейка Florence уже была отмечена двумя престижными международными наградами: European Product Design Award и A'Design Award & Competition. При создании серии авторы проекта нашли вдохновение в шедеврах эпохи Возрождения. Гармония круглых и квадратных форм флорентийского собора Санта-Мария-дель-Фиоре воплотилась в дизайне розеток и выключателей Florence.

OneKeyElectro объединил многолетний опыт ГК «ССТ» в области разработки и производства электроники, передовые технические решения и тренды промышленного дизайна. Компания предлагает потребителям линейку дизайнерских высокотехнологичных продуктов, доступных каждой семье.

**Группа компаний «Специальные системы и технологии» стала лауреатом Премии в области строительства, архитектуры и дизайна «Лучшее для жизни» во второй раз. В прошлом году в номинации «Умный дом. Системы подогрева пола» победили теплые полы и терморегуляторы «Теплолюкс».**

**6 октября 2017 года на площадке «Гостиный Двор» состоялось подведение итогов Премии «Лучшее для жизни». Розетки и выключатели Florence бренда OneKeyElectro, разработанные ГК «ССТ», победили в категории «Инновации» как лучший электроустановочный продукт.**

щают жизнь, создают уютную атмосферу как дома, так и в офисе. В этом году более 30 компаний стали победителями в своих областях. Из множества заявок экспертный совет признал лучшим электроустановочным продуктом в категории «Инновации» серию розеток и выключателей Florence бренда OneKeyElectro, дизайн которой разработан в России

Премия и Форум «Лучшее для жизни» проходят ежегодно. Цель мероприятий – осветить и поощрить лучшие решения в области строительства, ремонта, дизайна интерьера и ландшафта. Премия и Форум «Лучшее для жизни» призваны привлечь внимание потребителей на качественные товары и услуги.

На Форуме, предварявшем торжественную церемонию, собрались ведущие эксперты для обсуждения актуальных проблем и задач в сфере современных технологий и энергоэффективности. Награждение лауреатов Премии было поручено Андрею Довгополу, ведущему программы «Дачный ответ» на телеканале НТВ.

Премия «Лучшее для жизни» ежегодно присуждается ведущим разработкам, товарам и услугам, которые упро-







# Электрообогрев прямков доильных залов на молочно-товарных фермах

Гуторов И. В.  
Миронова Ю.





Рис. 1 Вид доильного зала молочно-товарной фермы



**С**овременный доильный зал – это высокотехнологичное производственное помещение, оснащенное, в том числе электронными устройствами. Выдоенное молоко транспортируется по шлангам и трубам. Сам процесс дойки происходит несколько раз в день.

Применение электрической кабельной системы обогрева пола в доильных залах молочно-товарных ферм необходимо для:

- создания комфортного теплового режима для животных и операторов машинного доения;
- повышения надоев и качества молока;
- быстрого высыхания поверхности пола во время уборки доильного зала по завершении процедуры доения.
- поддержания постоянной нормальной температуры для устойчивой работы электроники и большого количества тонких шлангов

Система обогрева пола в доильном зале существенно отличается от обычной системы «теплый пол» в городской квартире или

загородном доме. Основные отличия рассматриваемой системы заключаются в следующем:

- удельная мощность обогрева данной системы обогрева выше, чем у обычной системы «теплый пол» и составляет 230-250 Вт/м<sup>2</sup>
- применяются нагревательные кабели, способные долго функционировать в условиях высоких механических нагрузок и повышенной влажности и конструктивно отличающиеся от кабелей, используемых в системах квартирных теплых полов;
- ввиду конструктивных особенностей прямых доильно-молочных залов укладка нагревательных кабелей отличается от укладки обычной системы «теплый пол»,
- при проектировании системы обогрева и подборе нагревательных секций необходимо учитывать ограниченность вариантов подачи силового питания для нагревательных секций

Таблица 1. Одножильные бронированные секции 25ТСОЭ2.

Марка	Длина нагревательного кабеля, м	Мощность «горячей» секции, Вт	Стартовая мощность при +5 °С, Вт
25ТСОЭ2-34	34	820	1020
25ТСОЭ2-39	39	960	1190
25ТСОЭ2-52	52	1270	1560
25ТСОЭ2-62	62	1540	1870
25ТСОЭ2-72	75	1840	2230

- в подсистеме управления используется терморегулятор, который поддерживает заданную температуру поверхности и работает по другому алгоритму, в отличие от регулятора для обычной системы «теплый пол»;
- ввиду большой удельной мощности и значительной площади обогрева для обеспечения безопасности системы необходимо использовать отдельную линию пуска-защитной аппаратуры: в виде шкафа управления (ШУ) со всей необходимой автоматикой.
- поскольку данные системы являются системами промышленного электрообогрева, то нагревательные секции следует подключить достаточно равномерно к трем фазам системы питания

Остановимся подробнее на каждом из вышеперечисленных пунктов.

## Удельная мощность обогрева

Рассчитать удельную мощность  $P_{уд}$  обогрева можно следующим образом:

$$P_{уд} = \alpha_{ext} * K * (T_{пола} - T_{расч}), \text{ где}$$

$\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности пола для условий холодного периода ( $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°С}$ ), принимаем с учетом того, что нагревательные секции закладываются в стенки и полы; следовательно, часть теплового потока от нагревательной

секции не попадает в помещение, а уходит наружу или в землю [1].

$K$  – коэффициент запаса ( $K = 1,2$ ),

$T_{пола}$  – средняя температура лицевой поверхности обогреваемого пола со встроенными нагревательными элементами ( $T_{пола} = 26 \text{ °С}$ ) принята из тех соображений, что температура тела коров выше, чем у человека ( $39\text{-}40 \text{ °С}$ ) и при поддержании в доильном зале такой температуры увеличиваются надои [2].

$T_{расч}$  – расчетная температура воздуха в доильном зале ( $T_{расч} = 17 \text{ °С}$ ), согласно [3].

Таким образом,

$$P_{уд} = 23 * 1,2 * (26 - 17) \approx 250 \text{ Вт/м}^2.$$

## Применяемый тип нагревательного кабеля

Для достижения необходимой удельной мощности обогрева применяются одножильные механически очень прочные бронированные нагревательные секции 25ТСОЭ2 в виде изделий заводского изготовления, пригодных для быстрой укладки. Секции состоят из нагревательной части и холодных концов (длина холодных концов по 4 метра), соединенных герметичными муфтами. Оба конца заводятся в силовую коробку, броня кабеля обеспечивает механическую защиту и выступает элементом заземления, что необходимо для обеспечения безопасности при эксплуатации данной электротехнической системы,

Вся конструкция секции уже соединена и испытана заводом изготовителем и не требует дополнительных соединений. Но укладка секций должна выполняться в строгом соответствии с проектом, с соблюдением установленных шагов укладки, радиусов изгиба. Особо следует заботиться, чтобы около нагревательного кабеля не было воздушных пустот.

Нагревательные секции 25ТСОЭ2 рассчитаны на рабочее напряжение 220-240 В и имеют линейную мощность  $P_{\text{лин.}} = 25 \text{ Вт/м}$ , что позволяет их укладывать с удобным шагом укладки  $H = 10 \text{ см}$ , достигая при этом расчетной удельной мощности обогрева в  $P_{\text{уд}} = 250 \text{ Вт/м}^2$ :

$$H = P_{\text{лин.}} / P_{\text{уд}} = 25 / 250 = 0,1 \text{ м.}$$

Подробнее с характеристиками секций 25ТСОЭ2 можно ознакомиться в каталоге [5].

## Особенности укладки нагревательных секций

Нагревательные секции укладываются равномерно, без пересечений с постоянным фиксированным шагом укладки 10 см в пределах всей обогреваемой площади, вдоль всей длины приемка и отступая от краев лестниц и водосборных лотков на 7-10 см.

Необходимо отметить, что подобная укладка нагревательных кабелей применима только к бронированным нагревательным секциям 25ТСОЭ2, поскольку нагревательная жила в этих секциях надежно защищена от механических и тепловых перегрузок повивом брони из стальных оцинкованных проволок.

Кабели, имеющие защитный экран из тонких медных проволок или алюмополиэтиленовой

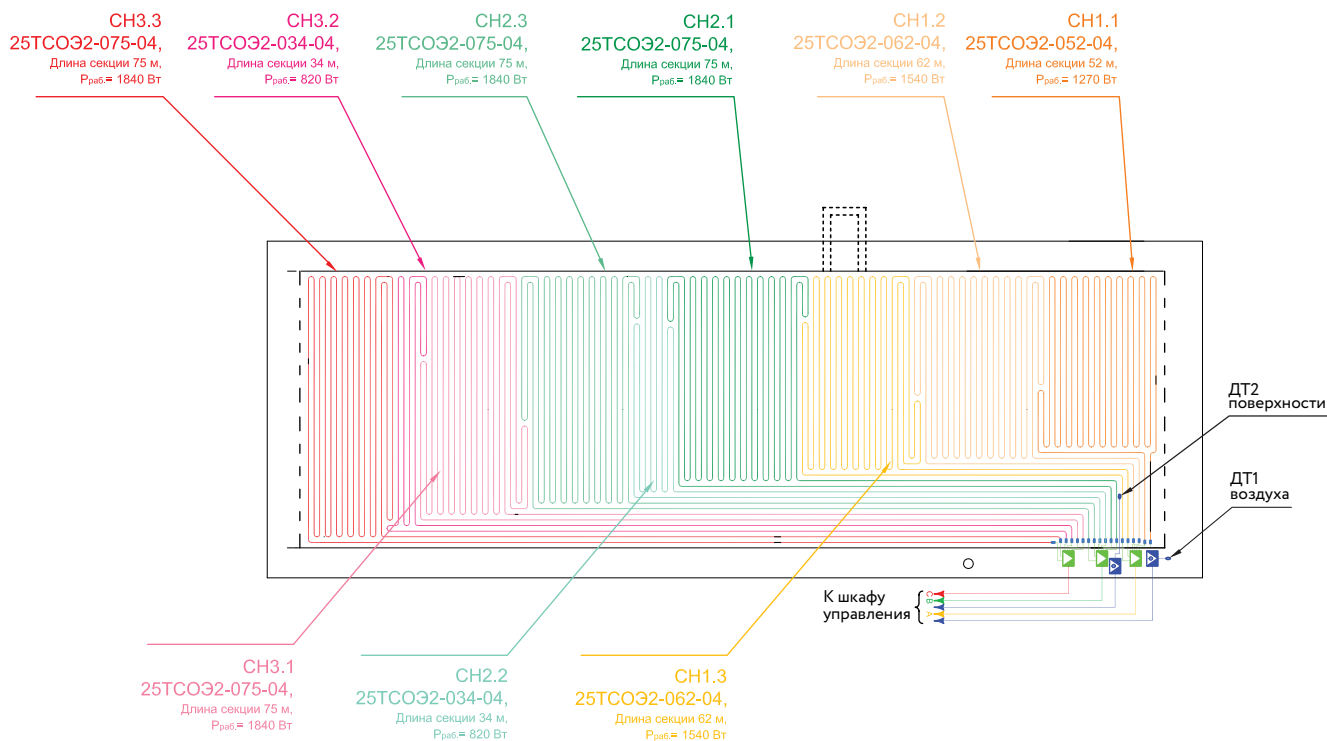


Рис. 2 Пример укладки нагревательных секций в полу доильного зала.



ленты для обогрева длинных прямков не рекомендуются, поскольку большинство прямков в длину превышают 6 м, а для предотвращения продольного перемещения нагревательного кабеля вследствие нагревания в процессе его эксплуатации следует укладывать его в одном направлении на длину не более 6 м [4].

Кроме того, большинство обычных нагревательных кабелей предназначено для систем «теплого пола» в городских квартирах и имеют невысокую линейную мощность, как правило, не более 20 Вт/м, что в нашем случае для достижения удельной мощности обогрева в 250 Вт/м<sup>2</sup> приведет к уменьшению шага укладки, а значит к большей длине или расходу нагревательного кабеля, что в конечном итоге увеличивает стоимость всей системы обогрева.

## Подсистема управления

Основой подсистемы управления служит электронный программируемый терморегулятор РТ-220 с датчиками температуры окружающего воздуха и температуры обогреваемой поверхности пола.

Регулятор температуры РТ-220 [5] непрерывно контролирует температуру окружающего воздуха при помощи датчика температуры воздуха (ДТ<sub>в</sub>). В случае, если температура окружающей среды находится в установленном температурном диапазоне (от  $T1_{\min}$  до  $T1_{\max}$ ) то на все цепи питания подается напряжение. При этом регулятор температуры начинает контролировать температуру обогреваемой поверхности через второй датчик температуры поверхности (ДТ<sub>п</sub>). РТ-220 поддерживает необходимую температуру обогреваемой поверхности с температурным гистерезисом  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

В случае выхода температуры окружающей среды за установленные границы (температура

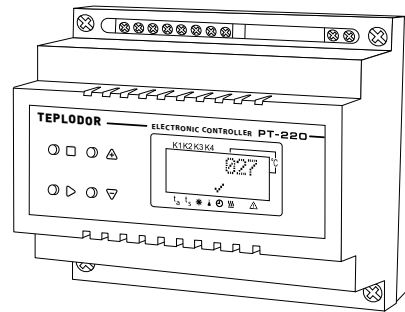
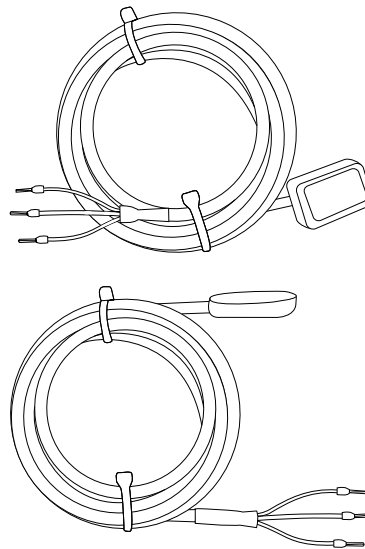


Рис. 3 Программируемый терморегулятор РТ-220 и датчики температуры к нему.

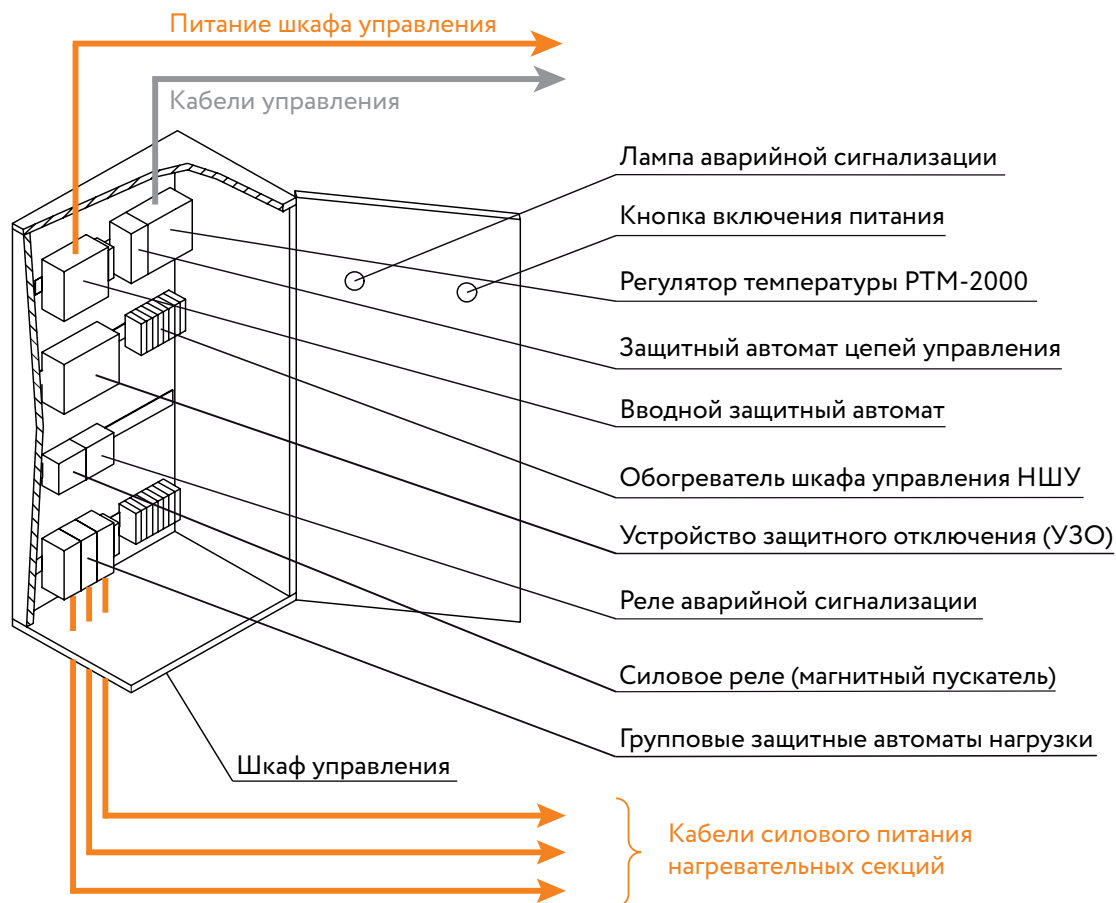


ниже  $T1_{\min}$  или выше  $T1_{\max}$ ), блокируются все электрические цепи шкафа управления и обогрев отключается.

Терморегулятор РТ-220 устанавливается на стандартную DIN-рейку в шкаф управления, который содержит помимо регулятора:

- Устройство защитного отключения (УЗО);
- Систему переключения работы на автоматический и ручной режим работы обогрева с соответствующей индикацией;
- Систему, сигнализирующую о включении, выключении обогрева и об аварийном завершении работы.

Все шкафы управления оснащаются пускозащитной автоматикой только ведущих мировых производителей — ABB, HAGER, MOELLER и т.п.



## Литература:

1. «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий.» СП 23-101-2004. Москва 2004.
2. «Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование» СНиП 04.05-91. Москва 1999.
3. «Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота» НТП 1-99. Москва 1999.
4. «Государственные строительные нормы Украины. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Электрическая кабельная система отопления» ДНБ В.2.5-24-2003. Киев 2004.
5. Каталог продукции для электрообогрева кровли и открытых площадей. Группа компаний «Специальные системы и технологии». 2013, 96 с.



**Объекты в Республике Беларусь, на которых установлены системы обогрева доильных залов:**

1. Молочно-товарная ферма на 576 скотомест дойного стада филиала «Грозово» производственно-унитарного предприятия «ПриортрансАгро» в районе агрогородка Грозово Копыльского района. Доильно-молочный блок.
2. Молочно-товарная ферма на 774 головы дойного стада в агрогородке Слобода Смолевичского района Минской области.
3. КДПУП «Волковыскэнергосервис», приемок доильного зала.
4. Реконструкция кормоцеха под доильный зал на молочно-товарном комплексе в п. Красный берег КСУП «Краснобережский» Жлобинского района Гомельской области (1 очередь).
5. МТФ на 600 голов в д. Черевач УКСП «Совхоз Доброволец» Кличевского района.

ОАО «БЕЛАЗ» управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» – СПК «Первомайский».



# ТЕПЛЫЙ ПОЛ

с пожизненной гарантией

## ТЕПЛОЛЮКС PROFI

### Уникальная серия «Теплолюкс Profi» —

Модернизированная конструкция кабеля и специальных прессованных соединительных муфт, новые материалы, уникальная технология крепления кабеля к основе нагревательного мата – инновации, воплощенные в серии «Теплолюкс Profi».

### Пожизненная гарантия

Первый продукт на российском рынке с гарантийной поддержкой производителя на весь жизненный цикл изделия!

Уникальная пришивная технология крепления нагревательного кабеля к основе мата обеспечивает максимально эффективную теплоотдачу за счет равномерной укладки и четкой фиксации кабеля, а также повышает надежность и срок эксплуатации



### ССС СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ГК «ССТ» - крупнейший российский производитель электрообогревательных систем и признанный мировой эксперт кабельного обогрева, предлагает эксклюзивные условия работы с новым продуктом:

- Профессиональные консультации и индивидуальный подход к каждому заказчику в федеральной сети салонов продаж и сервисных центров

(495) 728-80-80  
www.sst.ru

### КОНСТРУКЦИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТЕПЛОЛЮКС ПРОФИ





# Доктор Сухов

Осушитель влаги для ванных комнат,  
кухонь, бассейнов, банных помещений



## Забудьте о плесени!

*Доктор Сухов - незаметная и экономичная забота о чистоте и Вашем здоровье!  
Эффективно предотвращает образование плесени и грибка в помещениях с избыточной влажностью.*

- Устраняет сырость – причину образования плесени и грибка
- Создает комфортный и здоровый климат
- Результат не требует Вашего участия – установил, и забыл
- Высокая эффективность и экономичность



Горячая линия «ССТ»:  
8-800-775-40-42 (звонки по России бесплатно)  
[www.sst.ru](http://www.sst.ru)

Здоровье бесценно!



**В. П. Фрайштетер,**  
кандидат технических наук,  
почетный энергетик,  
начальник электротехнического  
отдела ООО «ЮНИПИ», г. Тюмень.





# О категориях надежности электроснабжения на примере объектов нефтедобывающей промышленности

В первой части статьи проведен анализ существующей системы категорирования электроприемников по надежности их электроснабжения. На примере электрооборудования и системы электроснабжения объектов нефтегазодобычи показаны недостатки установленной ПУЭ классификации электроприемников по требуемой степени надёжности электроснабжения, отмечены проблемы и конфликты, связанные с различным пониманием и толкованием действующих норм ПУЭ. Обоснована необходимость и целесообразность пересмотра устаревших принципов и критериев, регулирующих надежность электроснабжения потребителей.

Статья является приглашением к обсуждению проблемы нормативного категорирования потребителей по степени надежности электроснабжения.



## Часть 1.

### Анализ существующей системы категорирования электроприемников по надежности электроснабжения

#### 1.1. Существующие правила нормирования надежности электроснабжения

Основой нормирования надежности электроснабжения во всех нормативных и методических документах, в технических условиях на электроснабжение и технических требованиях на проектирование электроснабжения являются категории надежности электроприемников, определяемые ПУЭ [1]. Практически все нормативные документы (общероссийские, отраслевые, корпоративные и пр.) за основу в части надежности электроснабжения также принимают категории надежности, записанные в ПУЭ. Как известно, глава 1.2 ПУЭ последнего, седьмого, издания классифицируют все электроприемники в отношении обеспечения надежности их электроснабжения на три категории, выделяя в первой категории еще особую группу электроприемников.

Такая классификация электроприемников по нормированию надежности их электроснабжения существует уже более полувека, переходя из одного издания ПУЭ в другое без принципиальных изменений и с сохранением названия подраздела «Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения». Если сравнить формулировки пяти последних изданий ПУЭ в части регламентаций требований к надежности электроснабжения, то видно, что принципиальных изменений в нормировании электроприемников по требуемой степени надежности их электроснабжения за последние 60 лет не произошло. Также сохранилось неизменным за все это время определение независимых источников питания.

---

*Примечание редакции: Подробная таблица, в которой сравниваются требования к надежности электроснабжения и определения независимых источников питания подготовлена автором статьи, но из-за большого объема в журнальном варианте не приводится. По запросу читателей редакция вышлет полный текст статьи, содержащий таблицу.*

---

Система нормативного категорирования электроприемников по степени надежности их электроснабжения, предложенная ПУЭ, имеет ряд неоспоримых достоинств:

- достаточно указать требуемую категорию, и принципиально уже понятны основные требования к системе электроснабжения – соответствующая категория задает допустимую степень резервирования электропитания (число независимых источников электроэнергии), качественно определяет схему электроснабжения и длительность обесточивания электроприемников;
- ограниченное число категорий – три (плюс особая группа) – позволяет легко ориентироваться в требованиях к электроснабжению даже неспециалисту;
- практически неизменные в течение длительного времени требования к электроснабжению электроприемников разных категорий позволяют одинаково классифицировать как действующие, так и вновь проектируемые электроустановки;
- разделение потребителей на категории позволяет правильно запроектировать схему электроснабжения и построить максимально эффективную сеть, которая обеспечивает потребности в электроснабжении всех потребителей с учетом требований к надежности обеспечения их электроэнергией, минимизирует затраты на оборудование, строительство, обслуживание и ремонт сетей.

- в процессе эксплуатации электрических сетей разделение потребителей на категории электроснабжения позволяет formalизовать договорные отношения с энергопоставляющей организацией, а последней также обоснованно управлять схемой и режимами энергосистемы при возникновении дефицита мощности.

### 1.2. Надежность электроснабжения в современных взаимоотношениях поставщиков и потребителей электроэнергии

За прошедшее с выхода первых изданий ПУЭ время произошли принципиальные изменения в экономических отношениях: сформировался рынок, разграничивший собственность, изменивший взаимоотношения поставщиков и потребителей электроэнергии, характер ответственности сторон за результаты их взаимодействия. Изменилось понятие и понимание термина «значительный материальный ущерб», используемый в ПУЭ для нормирования категорий. То, что надежность электроснабжения – это технико-экономическое понятие, воспринималось всегда (см., например, [2]), но в рыночных отношениях именно технико-экономическая проблема оптимизации уровня надежности энергоснабжения приобретает в ряде ситуаций определяющее значение [3]. Для эффективного управления надежностью, снижения риска возникновения опасных событий разработана целая система стандартов «Менеджмент риска» (ГОСТ Р 51901.1...23), отражающая современный практический опыт в части управления надежностью.

Вместе с тем вполне обосновано убеждение ряда специалистов, что и в рыночных условиях нужны нормативы надежности, что «надежность нуждается в защите от рынка» [4]. Нормативные категории электроприемников по степени надежности электроснабжения нужны для формализации взаимоотношений всех участников рынка электроэнергетики, каждый из которых имеет свои интересы. Отнесение

же потребителей к той, либо иной категории и вариант ее обеспечения определяются требуемым или желаемым уровнем надежности, который может оцениваться с одной стороны затратами на его обеспечение, с другой экономическим ущербом от последствий нарушений электроснабжения. Конечный потребитель самостоятельно определяет необходимый ему уровень надежности электроснабжения. То есть на основе нормативно зафиксированных условий формируются рыночные отношения.

Во многих странах с либеральной экономикой создана нормативно-правовая база обеспечения надежности в электроэнергетике, отражающая условия конкурентной среды, разрабатываются единые технические правила со статусом обязательного исполнения для всех участников рынка [5,6]. Однако в зарубежной практике понятие категории надежности отсутствует, для определения надежности электроснабжения используются различные ее показатели, которые формируются на основе статистической теории надежности технических систем [7].

Основные показатели оценки надежности – это частота отключений и средняя продолжительность отключения как в системе электроснабжения, так и отдельного потребителя [8]:

- **SAIFI** (System Average Interruption Frequency Index – средняя частота появления повреждений в системе) – характеризует среднее число раз в год, когда потребители теряли электроснабжение;
- **SAIDI** (System Average Interruption Duration Index – средняя продолжительность отключения) – характеризует в среднем продолжительность одного отключения в системе в год;
- **CAIFI** (Customer Average Interruption Frequency Index – средняя частота отключений одного потребителя) –



характеризует в среднем количество отключений одного потребителя;

- **CAIDI** (Customer Average Interruption Duration Index — средняя продолжительность отключения одного потребителя) — характеризует в среднем время восстановления питания одного потребителя.

Но как справедливо отмечено в [6], «исторически в России требования по надежности электроснабжения потребителей определялись категоричностью их электроприемников. ... Необходимо сохранить этот подход».<sup>1</sup>

### 1.3. Недостатки сложившейся системы категорирования электроприемников

Таким образом, категорирование электроприемников по степени надежности их электроснабжения не просто целесообразно, но и необходимо. Но сложившаяся за 60 лет и действующая в настоящее время система категорирования имеет свои недостатки:

- во-первых, описательный характер требований и неопределенность формулировок ПУЭ, отсутствие четких критериев указанных в формулировках параметров, отсутствие количественных показателей и т.п. приводят к неоднозначности толкований и к конфликтам между проектировщиками — экспертами — инспекторами Ростехнадзора — энергоснабжающими организациями;
- во-вторых, развитие коммутационной техники, систем управления, источников питания создает новые возможности обеспечения надежности электроснабжения и зачастую входит в противоречие с принятой системой категорирования и требованиями к ее исполнению.

Недостатки установленной ПУЭ классификации электроприемников по требуемой степени надежности электроснабжения отмечаются многими специалистами, например, [9]. Представление о проблемах и конфликтах, связанных с различным пониманием и толкованием действующих норм ПУЭ по надежности электроснабжения в различных отраслях промышленности, строительстве, городской инфраструктуре, можно получить, просмотрев, например, популярную рубрику «вопросы–ответы» журнала «Новости ЭлектроТехники» [10]. А о том, что ПУЭ и действующие нормы не всегда позволяют получить однозначные решения в части категорирования электроприемников по надежности их электроснабжения, о неполном соответствии этих норм реальным схемам электроснабжения свидетельствуют ответы действительно квалифицированных экспертов, авторов многих нормативных документов и соответствующих разделов ПУЭ. В этих ответах можно встретить такие формулировки: «однозначного ответа быть не может. Он зависит от особенностей конкретного электроприемника первой категории», «...данное техническое решение может рассматриваться как вынужденное», «предлагаемая схема применяется исключительно для единичных потребителей», «...этот вопрос должен являться соглашением между сетевой организацией и потребителем на основании оценки характеристик конкретной схемы», «без анализа схемы конкретной сети 10 кВ однозначный ответ на поставленный вопрос дать невозможно» и т.п.

Очевидно, что «необходим пересмотр устаревших принципов и инструментария, регулирующих надежность электроснабжения

<sup>1</sup> Представляется важным отметить, что надежность систем энергетики и в отечественной науке и практике анализируется и оценивается вероятностно-статистическими методами теории надёжности (см., например, Руденко Ю.Н., Ушаков И.А. Надежность систем энергетики). Принципиальная разница между показателями надежности электроснабжения и категориями электроприемников по степени надежности электроснабжения в том, что в первом случае речь идет о количественной оценке надежности системы электроснабжения, а во втором случае о требованиях электроприемников к своему электроснабжению. И противоречия здесь нет — это хоть и взаимосвязанные, но принципиально разные задачи.

потребителей; существующих нормативных документов; введение новых норм, регламентирующих принципы оценки количественных показателей надежности для построения на их основе оптимальных систем электроснабжения» [4].

#### **1.4. Требования к надежности электроснабжения на примере объектов нефтедобывающей промышленности**

Не претендуя на охват всех проблем, ниже рассмотрены некоторые из них в применении к электроприемникам, потребителям электроэнергии и системам электроснабжения объектов нефтяных и газовых месторождений. Необходимость пересмотра нормативно-технических документов по проектированию электроснабжения объектов нефтедобывающей промышленности отмечалось уже достаточно давно [11]. Электрооборудование и системы электроснабжения нефтегазодобычи имеют свою специфику. Нефтегазодобывающие скважины распределены на большой площади по всей территории месторождения и большая часть скважин объединена в группы – кусты. По территории месторождения кроме кустов скважин и одиночных скважин также распределены различные технологические объекты – буровые установки с электроприводом, промежуточные насосные станции различного назначения, вспомогательные объекты (склады, базы, полигоны, водозаборы, жилые комплексы вахтового персонала и т.п.), узлы электроприводной арматуры промысловых трубопроводов и т.д. Часть электрических нагрузок, значительная как по суммарной величине, так и по величине единичной мощности электроприемников, сосредоточена на центральных технологических площадках месторождений – центральных пунктах сбора и подготовки нефти и газа, насосных и компрессорных

станциях внешнего транспорта подготовленной продукции, насосных станциях системы поддержания пластового давления (ППД<sup>2</sup>) и пр.

Электроснабжение нефтяных и газовых месторождений осуществляется от сетей энергосистемы либо от собственных электростанций. Возможны комбинированные варианты, когда электростанции работают параллельно с энергосистемой. Главные понизительные подстанции напряжением 110 кВ (для крупных месторождений 220 кВ) и централизованные электростанции располагаются, как правило, в районе центральных технологических площадок. Распределение электроэнергии по территории месторождений и промыслов осуществляется по ВЛ различного исполнения на напряжении 35...10(6) кВ. Непосредственно к потребителям электроэнергия подается по кабельным сетям на напряжении 10(6) кВ (высоковольтные электродвигатели) и на напряжении 0,4 кВ от РУНН КТП 10(6)/0,4 кВ и распределителей 0,4 кВ различного исполнения.

Централизованное электроснабжение месторождений от сетей энергосистемы выполняется по правилам и нормам энергосистемы, имеет достаточное резервирование, хороший уровень автоматизации и высокую степень надежности. И надежность централизованной системы электроснабжения определяется, как уже отмечалось, не только и не столько понятиями категорийности электроприемников [12,13]. Достаточный резерв мощности, схемная автоматика и резервирование, как правило, предусмотрены и на крупных электростанциях месторождений. Основные вопросы и проблемы по регламентированию надежности электроснабжения, вариантам схем, сетевой автоматике и т.д. возникают при проектировании,

<sup>2</sup> Пояснения к принятым в тексте сокращениям технических терминов приведены в конце статьи.

экспертизе, допуске в эксплуатации нефтепромысловых объектов.

Поскольку месторождения обустроиваются и развиваются поэтапно, технологические показатели месторождений в процессе разработки постоянно изменяются, по мере изменения дебитов скважин и состава добываемой продукции появляются новые технологические объекты и т.п. идет постоянное развитие нефтепромысловых электрических сетей – новое строительство, реконструкция, реинжиниринг. Поэтому процесс проектирования электроснабжения фактически является перманентным и вопросы нормирования надежности электроснабжения промысловых объектов и ее обеспечения актуальны на всех этапах разработки месторождений [14]. Изменение технологических показателей объектов в процессе эксплуатации не исключает, а иногда и предполагает изменение категории надежности электроснабжения. Например, на первом этапе освоения, когда проектные дебиты скважин не подтверждены реальными результатами, кусты скважин могут быть отнесены к третьей категории по надежности электроснабжения. Затем высокодебитные кусты могут быть переведены в первую категорию с соответствующими требованиями к их электроснабжению.

Нормативное разделение потребителей на категории по степени надежности их электроснабжения решает две, хоть и связанные между собой, но принципиально различные задачи.

Одна задача – это техническое обеспечение надежного электроснабжения потребителей с минимальными затратами, точнее с обоснованным уровнем затрат, на строительство и последующее обслуживание объектов электроснабжения. Вторая задача – формализация (юридическая и коммерческая) взаимоотношений потребителей электроэнергии

с сетевой организацией, обеспечивающей электроснабжение. Первая задача в первую очередь предусматривает решение технических вопросов обеспечения требуемого уровня надежности электроснабжения, т.е. поиск технических средств, схемных решений, включая вопросы технологического резервирования, компенсации последствий аварийных отключений и т.п. на основе их технико-экономической оценки.

Вторая задача – это формулирование взаимных требований и условий с соответствующим стоимостным их отражением в условиях договора на подключение и электроснабжение. О том, что это две разные задачи свидетельствует совершенно разные определения термина «потребитель электрической энергии», приведенные в ПУЭ (регламентируют технические вопросы) и в ГОСТ 32144-2013 на качество электроэнергии (используется при заключении договоров на поставку или передачу электрической энергии):

- ПУЭ (п 1.2.8): Потребитель электрической энергии – электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории;
- ГОСТ 32144 (п. 3.1.5): Потребитель электрической энергии: юридическое или физическое лицо, осуществляющее пользование электрической энергией (мощностью) на основании заключенного договора. Аналогичное по сути и близкое по форме определение содержит и Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об электроэнергетике».

Ниже рассматриваются в основном проблемы технического характера, т.е. первая задача, поскольку из изложенного выше краткого описания специфики электроэнергетики нефтяных и газовых месторождений видно,



что основные проблемы надежного электро-снабжения технологических объектов нефтегазодобычи должны решаться собственником месторождения (или оператором, ведущим его разработку), а не внешней энегоснабжающей организацией. Но даже в этих условия, когда собственник определяет требования к электроснабжению своих же объектов, формальная, четкая и однозначная регламентация этих требований необходима. Она необходима не только во взаимоотношениях поставщик — потребитель электроэнергии, но и для исключения различного понимания и толкования действующих норм во взаимоотношениях:

- заказчик — проектировщик;
- экспертиза — проектировщик;
- инспектор Ростехнадзора — проектировщик, заказчик — подрядчик по строительству.

### 1.5. Что категорировать: отдельные электроприемники или комплекс связанного электрооборудования?

Первое противоречие действующих норм, на наш взгляд, заложено уже в том, что ПУЭ нормируют надежность электроснабжения именно электроприемников (п. 1.2.7. ПУЭ четко определяет: приемник электрической энергии (электроприемник) — аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии).

Такое нормирование надежности — принципиальная позиция авторов ПУЭ. Об этом можно прочитать, например, в документе НТП ЭПП-94 [15]. Это документ так и не был

принят в качестве общероссийского, но его 1-я редакция имеется, например, в информационно-справочных системах Техэксперт, СтройКонсультант. В п.3.2 1-й редакции НТП ЭПП-94 говорится: «Понятие "категория ЭП" по надежности электроснабжения" не следует относить к потребителю в целом, в том числе к цехам, участкам, корпусам и т. д. Это понятие правомерно только в отношении индивидуального ЭП. Для потребителя характерно лишь сочетание в различных пропорциях ЭП категорий I, II и III.». То есть если в составе потребителя только часть электроприемников 1-й категорий, то резервирование электроснабжения потребителя должно выполняться из расчета мощности только этих электроприемников. Если в составе потребителя все электроприемники 3-й категорий, то и резервирование электроснабжения для такого электропотребителя не предусматривается.

Несостоятельность такого подхода для объектов добычи нефти можно проиллюстрировать на примере добывающих скважин.

Одиночная нефтедобывающая скважина с погружным электронасосом является электроприемником 3-й категорий — нарушение ее электроснабжения не приводит, как правило, к значительному материальному ущербу.<sup>3</sup> Соответствующим образом выполняется ее электроснабжение: по одной ВЛ 6(10) кВ, от однострансформаторной подстанции 6(10)/0,4 кВ и одного трансформатора 0,4/U<sub>р</sub> кВ (U<sub>р</sub> — нестандартное напряжения питания ПЭД). То же в части материального ущерба и схемы подключения ПЭД относится и к каждой из скважин, объединенных в кусты, т.е. потребитель электроэнергии (куст скважин) представляет собой группу электроприемников 3-й категории,

<sup>3</sup> Строго говоря, нормами ВНТП 3-85 [16] одиночные добывающие скважины с механизированной (насосной) добычей, как и буровые установки с электроприводом, отнесены ко второй категории. Но эта норма была принята на основе ПУЭ 6-ого издания, которые допускали питание электроприемников 2-й категории по одной воздушной линии и от одного трансформатора. С выходом ПУЭ 7-ого издания, исключившего такую возможность, все нефтяные компании подтвердили перевод одиночных добывающих скважин с механизированной добычей и буровых установок с электроприводом в третью категорию.

объединенных технологическим процессом добычи нефти. На кусте может располагаться до 24 скважин и отключение всего куста — это, как правило, уже очень значительный материальный ущерб. Более того, длительное, в течение нескольких часов, отключение питания куста может привести зимой к замерзанию надземных участков нефтепроводов и водоводов, т.е. к длительному расстройству сложного технологического процесса. Таким образом, электроприемники 3-й категории, объединенные в группу, образуют потребителя электроэнергии с более высокими требованиями к надежности электроснабжения и куст скважин, оказывается более ответственным объектом, чем отдельные электроприемники, составляющие этот куст. И в соответствии с нормами ВНТП 3-85 [16], и в практике проектирования электроснабжения кустов скважин месторождений Западной и Восточной Сибири осуществляется, как правило, по двум ВЛ от двух взаимно резервирующих источников питания с устройством АВР в РП 6(10) кВ или РУНН КТП 6(10) кВ, располагаемых на кусте, т.е. по нормам 1-й категории.

Можно отметить, что, очевидно понимая некоторую нелогичность принятых в главе 1.2 формулировок по категорированию именно электроприемников, в п. 5.3.2 ПУЭ (действующий раздел ПУЭ 6 изд.) дополнительно сказано, что «...эти меры (по обеспечению надежности питания) могут (!) применяться не к отдельным электродвигателям, а к питающим их трансформаторам и преобразовательным подстанциям, распределительным устройствам и пунктам» (формулировка, надо сказать, тоже не совсем корректная — надо обеспечивать надежность электроснабжения электроприемников и потребителей, а не трансформаторов, подстанций, РУ и РП).

Характерно также, что если в старых отраслевых нормативных документах, например, в ВНТП 3-85, категорирование по надежности в основном соответствует терминологии

ПУЭ и относится именно к электроприемникам (в ВНТП 3-85 исключение — только кусты скважин и буровые установки), то в современных действующих нормах компаний это не так — требования в части категорирования надежности электроснабжения часто относятся именно к потребителю электроэнергии. Так в СТО Газпром [17], не смотря на его название «Категорийность электроприемников...», указывается, что «присвоение определенной категории по надежности электроснабжения...» предусмотрено «...технологическим объектам, комплексам электроприемников и отдельным электроприемникам...». Руководящим документом ОАО «Газпром нефть» [18] также нормируется «категорийность технологических объектов, электроприемников и комплексов электроприемников...». Проект нового ГОСТ по обустройству месторождений нефти [19], который разрабатывается взамен ВНТП 3-85, также нормирует категорийность по надежности не электроприемников, а потребителей: компрессорная станция, насосная станция, пункт налива и т.п. (при этом таблица с показателями формально называется «Категории электроприемников...»). Пример из другой отрасли: инструкция по проектированию городских электрических сетей [20] допускает категорирование надежности электроснабжения «...для группы электроприемников». При этом в качестве группы электроприемников могут рассматриваться «...потребители в целом...». Можно еще отметить, что в республике Беларусь, где действуют нормы ПУЭ шестого издания, согласно методическим указаниям по определению категорийности потребителей [21] «...к соответствующей категории могут быть отнесены как отдельные электроприемники, так и их группа.»

Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств [22] также регламентируют категории надежности электроснабжения, по классификации аналогичные

ПУЭ (однако, без ссылок на ПУЭ), но относят категории надежности к энергопринимающим устройствам, понимая под этим все, что подключается к электрической сети.<sup>4</sup>

Предусмотренное ПУЭ категорирование именно электроприемников обусловлено стремлением снизить величину мощности источника, нагружаемого в послеаварийный период только наиболее ответственными электроприемниками. Как это реализовать практически? До действия автоматики включения резервного питания (АВР) должны быть превентивно отключены все электроприемники 3-й категории, как от погашенной секции, так и от рабочей. То есть кроме автоматики включения резервного питания должна быть автоматика отключения электроприемников 3-й категории. А как быть, если предусматривается быстродействующая автоматика включения резервного питания (БАВР)?

Должна быть сверхбыстродействующая автоматика отключения электроприемников 3-й категории? После восстановления нормальной схемы электроснабжения возникает задача восстановления питания электроприемников 3-й категории. Это можно сделать вручную силами выездной бригады, но для удаленных объектов нефтепромыслов это проблематично. Можно сделать дистанционно по каналам телемеханики; можно сделать автоматически с автоматической же идентификацией именно восстановления нормального режима. Все это дополнительные затраты, причем направленные не на то, чтобы обеспечить питание, а на то, чтобы лишить часть электроприемников питания в послеаварийном режиме.

Поскольку доля мощности электроприемников 3-й категории в составе технологических объектов нефтегазопромыслов невелика,

экономически оказывается более выгодным не выделять их со всеми изложенными выше проблемами, а обеспечить их автоматическое питание от резервного источника в составе всего технологического комплекса. На выбор мощности питающих трансформаторов такое решение, как правило, никакого практического влияния не оказывает.

Таким образом, представляется более конструктивным относить понятие категории надежности электроснабжения не только к электроприемникам, но и к различным группам электроприемников (потребителям электроэнергии) и к технологическим объектам в целом. То есть официально признать сложившуюся фактически практику категорирования не только электроприемников и привести терминологию ведомственных нормативных документов в соответствие с этим решением.

Следующую группу проблем, обусловленную нечеткими формулировками ПУЭ, рассмотрим, анализируя каждую из нормируемых категорий надежности.

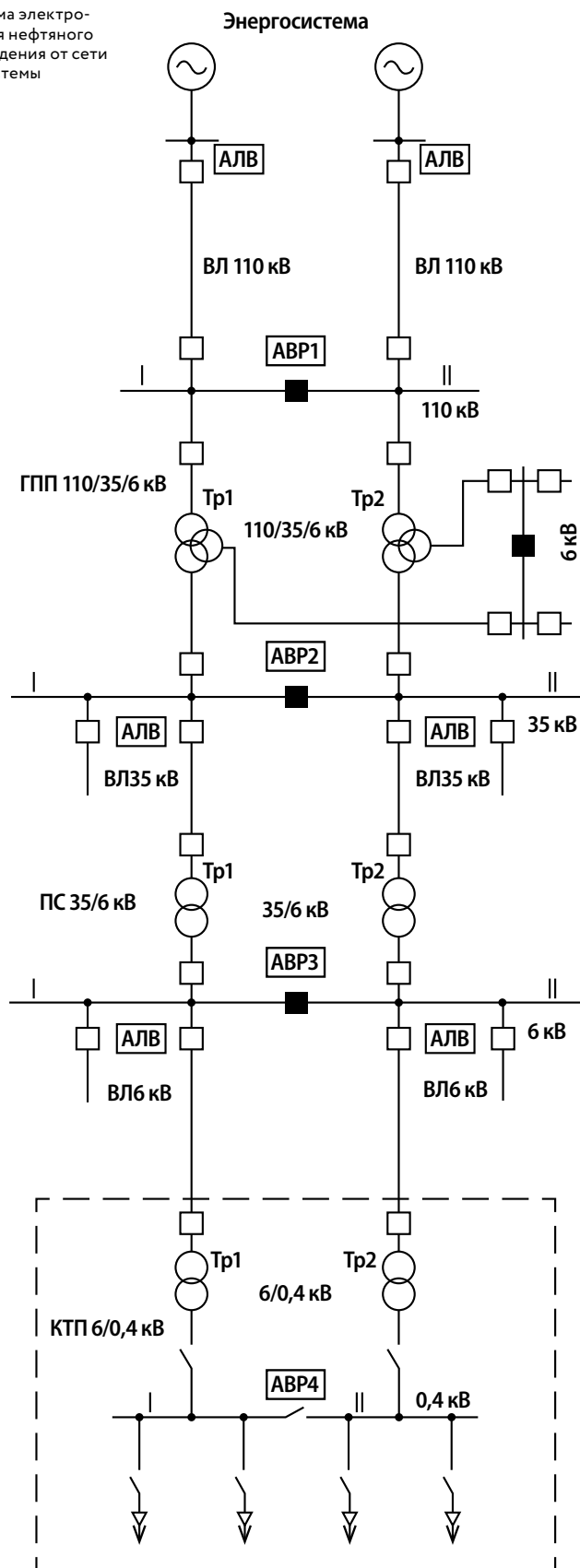
### **1.6. Первая категория: нечеткость и неоднозначность формулировок ПУЭ**

В данной статье не рассматриваются специальные «электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства» [1] — требования к ним регулируются соответствующими нормами электроснабжения систем безопасности (в этом направлении действует целый ряд сводов правил (СП), отдельных и комплексных ГОСТ, норм МЭК, ИСО и пр.). Все нижеследующие рассуждения касаются в основном «электроприемников, перерыв электроснабжения которых может повлечь

<sup>4</sup> «Энергопринимающие устройства потребителя» — находящиеся у потребителя аппараты, агрегаты, механизмы, устройства и иное оборудование (или их комплекс), предназначенные для преобразования электрической энергии в другой вид энергии в целях использования (потребления) и имеющие между собой электрические связи. (Постановление Правительства РФ от 11.06.2015 № 588)



Рис. 1 Схема электро-снабжения нефтяного месторождения от сети энергосистемы



за собой...значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса...».

Основная неопределенность норм ПУЭ в требованиях к электроснабжению электроприемников 1-й категории — это ненормированность времени переключения на резервный источник питания.

Точнее, отсутствие этого времени в ПУЭ. При использовании современных технических средств это время может составлять доли секунды, миллисекунды и даже практически нулевое время. А может составлять секунды и минуты. Популярный вопрос в рубрике «вопросы-ответы» журнала «Новости ЭлектроТехники»: может ли автоматизированная ДЭС быть вторым независимым источником питания? Формально нормам п.1.2.19 такая ДЭС соответствует — перерыв в электроснабжении будет «...допущен лишь на время автоматического восстановления питания». То, что эта автоматизированная ДЭС по факту исчезновения напряжения (т.е. постфактум) должна будет запуститься (а зимой может даже не с первого раза), прогреться и будет готова принять нагрузку лишь через несколько минут, не регламентируется. В ответах экспертов на подобные вопросы можно встретить:

- утверждение, что это время должно быть таким, чтобы не возникла опасность для жизни людей,
- можно встретить ссылку на ГОСТ Р 50571.5.56-2013 [23] (но это нормы системы безопасности),
- встречаются рекомендации принять за критерий отсутствие за это время нарушений работы технологических установок, расстройства сложного технологического процесса и т.п.

Можно встретить в ответах сожаление, что правилами устройства электроустановок и другими нормативными документами не установлено время, минимально необходимое для включения резервного источника.

Уместно также отметить, что в классической теории релейной защиты (см., например, [24]), всегда отмечалось, что включение резервного источника питания должно происходить по возможности быстро, но время срабатывания АВР при этом должно быть искусственно задано по условиям (см. рис.1):

- АВР должно быть отстроено от времени срабатывания тех защит, в зоне действия, которых КЗ могут вызывать снижения напряжения ниже допустимого уровня:  

$$t_{c.p. АВР} = t_1 + \Delta t;$$
- АВР должно быть согласовано с действием АВР более высокого уровня (уставка срабатывая увеличивается сверху вниз  

$$t_{c.p. АВР2} = t_{c.p. АВР1} + t_{зап.}; t_{c.p. АВР3} = t_{c.p. АВР2} + t_{зап.};$$
- АВР должно быть согласовано с действием других устройств противоаварийной автоматики узла и сети, в частности с АПВ воздушных линий электропередачи:  

$$t_{c.p. АВР1} = (t_{c.з.} + t_{1 АПВ} + t'_{c.з.} + t_{2 АПВ}) + t_{зап.},$$

где:

$t_1$  – наибольшее время срабатывания защит присоединений;

$\Delta t$  – ступень селективности по времени (для цифровых реле рекомендуется 0,3 сек.);

$t_{c.p. АВР}$  – время срабатывания АВР соответствующей ступени схемы;

$t_{c.з.}$  – время срабатывания защиты линии;

$t_{1 АПВ}, t_{2 АПВ}$  – время действия первого и второго циклов АПВ ВЛ;

$t'_{c.з.}$  – время действия защиты линии, ускоряемой после АПВ;

$t_{зап.} = 2,5 \div 3,5$  с (зависит от типов выключателей и аппаратуры в схемах АПВ, АВР).

Таким образом, в традиционном варианте срабатывание АВР приводит к значительной задержке восстановления электроснабжения, и даже если будут приняты известные решения по ускорению работы АВР (отказ от ожидания успешного срабатывания АПВ, запуск АВР не по минимальному уровню, а по скорости снижения напряжения, по факту снижения частоты при наличии СД и т.п.) время срабатывания АВР может быть недопустимо велико.

Говорить о сохранении сложного технологического процесса в этих случаях не приходится. Но для этих ситуаций в ПУЭ всегда (см. табл. 1) была такая норма: «Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить непрерывность технологического процесса ... должно быть осуществлено технологическое резервирование...», т.е. заложен принцип «спасение утопающих – дело рук самих утопающих». В практике нефтедобычи Западной Сибири были случаи, когда успешное АВР в сети 110 кВ энергосистемы в течение секунды и даже долей секунды тем не менее приводило к полной остановке промыслов с восстановлением их работы в течение часов и даже суток. Одна из причин этого в том, что на нефтяных месторождениях традиционно велика доля синхронной нагрузки (мощные синхронные электродвигатели насосов системы ППД). Эти СД работают в режиме генерации реактивной мощности и обеспечивают ее баланс в нормальном режиме сети. На большинстве СД предусматривается достаточно эффективное быстродействующее автоматическое регулирование возбуждения (АРВ). Но даже успешное АВР источника питания со временем срабатывания более 0,15...0,20 с несмотря на быстродействующее АРВ приводило к нарушению устойчивости СД и их переходу в асинхронный режим, т.е. в режим потребления реактивной мощности. В результате резко нарушался баланс сети по реактивной мощности и вследствие лавинообразного

понижения напряжения отключались практически все технологические объекты промысла, и в первую очередь установки добычи нефти. Даже быстрое либо превентивное (т.е. до наступления асинхронного режима) отключение СД не всегда приводило к сохранению устойчивости сети, т.к. с отключением СД исчезали мощные источники реактивной мощности и возникал ее дефицит. Автоматический самозапуск погружных установок добычи нефти практически был неосуществим, т.е. кратковременное нарушение электроснабжения с достаточно быстрым его автоматическим восстановлением приводило к нарушению технологического процесса добычи нефти, длительному по времени и тяжелому по экономическим последствиям. Технологическое резервирование для восполнения потерь добычи нефти невозможно: резерва скважин с насосами, которые могут быть запущены для компенсации потерь добычи нефти, не бывает. Соответственно, нет в данной ситуации пользы и от технологического резерва основных насосных установок — насосов перекачки нефти, закачки воды системы ППД и т.п.: нет компенсации добычи нефти — нечего компенсировать при ее перекачке и восполнении давления в системе ППД.

Ситуация получалась парадоксальная: нормы ПУЭ по 1-й категории электроснабжения выполнены, питание автоматически и насколько возможно быстро восстановлено (других технических возможностей на тот период в энергосистеме не было), но это не обеспечило сохранение сложного технологического процесса. Но поскольку первопричиной возникших проблем в добыче нефти было нарушение нормального электроснабжения, энергоснабжающей организации выставлялись экономические претензии. Чтобы этого избежать, энергоснабжающие компании стали применять «маленькие хитрости». Например, в технические условия на электроснабжение с формально

обоснованной ссылкой на ПУЭ вписывалось требование обязательного технологического резервирования. Как отмечалось выше, в основном технологическом процессе добычи нефти это невозможно, но претензии энергоснабжающей организацией за экономический ущерб в этом случае уже не принимались. Другой пример «хитрости»: энергоснабжающая компания в технических условиях на электроснабжение гарантирует только вторую категорию надежности, т.е. два независимых источника питания, но без автоматического переключения. При этом известно, что на всех верхних этапах сети электроснабжения предусмотрено АВР. Тем не менее, энергоснабжающая компания не берет на себя никаких обязательств по продолжительности перерыва в питании, и все проблемы, связанные с сохранением устойчивости технологических процессов потребитель должен решать самостоятельно: два независимых источника питания ему предоставлено, а 1-ю категорию потребитель обеспечивает сам устройствами АВР на своем приемном РП или секциях шин понижающей подстанции.

Приведенные примеры иллюстрируют недостаточность принятых в ПУЭ регламентов в части нормирования технических решений гарантированного обеспечения объектов электроэнергией и показывают коллизии в этой части во взаимоотношениях поставщика и потребителя электроэнергии.

---

**Но более важным в этой части, на наш взгляд, является то, что нет регламентированных требований, позволяющих на этапе проектирования задать четкие и однозначные требования к допустимому времени перерыва в электроснабжении потребителей 1-й категории.**

---

Современные технические средства АВР позволяют реализовать любое требуемое решение в широком диапазоне соотношений



стоимость/время срабатывания. Так, в схемах электроснабжения нефтяных объектов широкое применение получили системы быстрогодействующего автоматического включения резерва (БАВР) на основе специально разработанных сверхбыстродействующих вакуумных выключателей с полным временем переключения на резервный источник не более 35...40 мс [25]. Рассматриваются также системы с современными накопителями энергии (маховичные и емкостные на основе ионисторов) и возможные варианты их включения в электрическую сеть погружных электродвигателей кустов нефтяных скважин [26].

Еще один нерегламентированный технический вопрос при выборе схемы электроснабжения объектов 1-й категории: ПУЭ нормируют только обязательное наличие двух источников питания и АВР. О схеме, по которой подключены источники питания, в ПУЭ указаний нет.

В [15] это так и записано: «Основными определяющими факторами при проектировании электроснабжения должны быть характеристики источников питания и потребителей электроэнергии...». Но эту схему можно выполнить по-разному, например, по 2-х цепной ВЛ, можно предусмотреть две одноцепные ВЛ или два шлейфовых захода от двухцепной ВЛ с двухсторонним питанием. А можно предусмотреть две одноцепные ВЛ, проложенные по разным трассам. Можно и по одной цепи ВЛ – схема на рис. 2 не противоречит нормам ПУЭ: есть два независимых источника и автоматическое переключение!

Регламентацию в этой части предусматривала Инструкция СН 174-75 [27]: «питание электроэнергией предприятий и их отдельных объектов с электроприемниками I категории следует осуществлять не менее чем по двум цепям воздушных линий электропередачи, при этом применение двух одноцепных

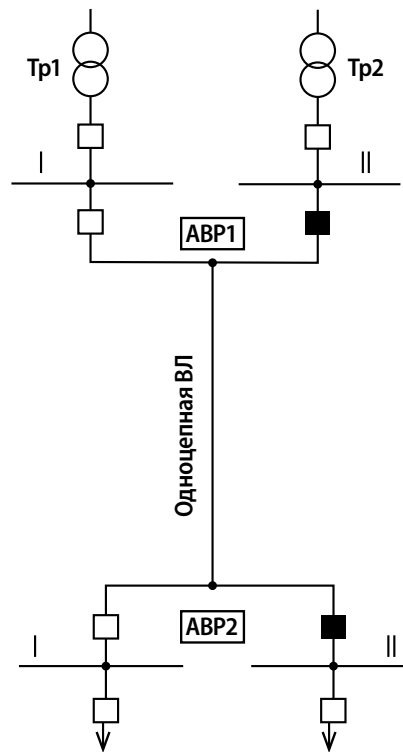


Рис. 2 Схема электроснабжения по одной ВЛ с АВР

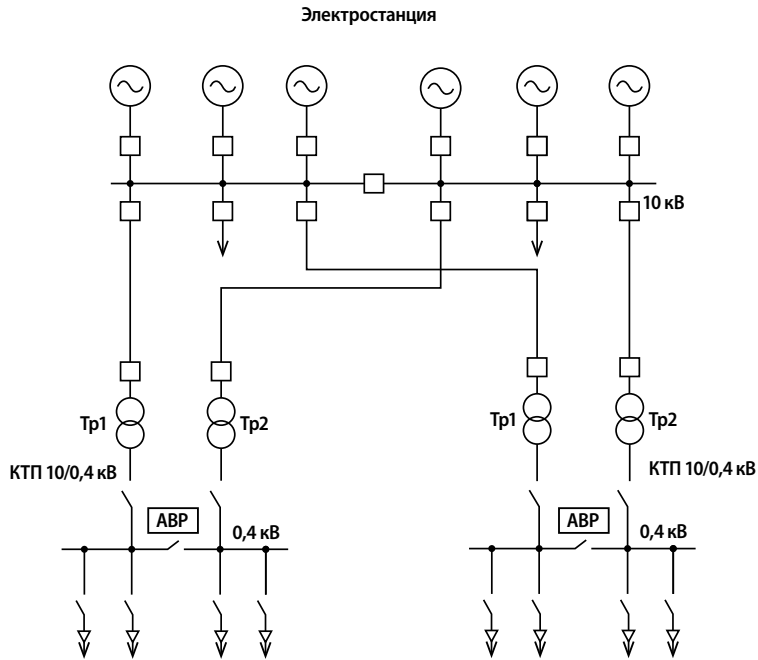


Рис. 3 Схема электроснабжения от электростанции

линий вместо одной двухцепной должно быть обосновано технико-экономическим расчетом». То есть цепей должно быть две и предпочтение отдавалось двухцепным ВЛ. Формально эту инструкцию, которой уже более 40 лет и которая разрабатывалась в другую экономическую и техническую эпоху, никто не отменял. В НТП ЭПП-94 [15], которыми предполагалось заменить СН 174-75, уже предусматривалось «при значительной доле электроприемников I категории питание приемных пунктов следует выполнять двумя одноцепными ВЛ или шлейфовым заходом секционированной двухцепной ВЛ с двухсторонним питанием». Оба документа считают, что две одноцепные ВЛ надежнее, но дороже двухцепной ВЛ. При этом нигде не учитывается протяженность ВЛ, конструктивное исполнение, условия прохождения трассы ВЛ. Так, например, две одноцепные ВЛ 10 кВ длиной по 15 км на одностоечных опорах из отработанных бурильных труб (широко применяемых на нефтяных месторождениях), проложенные по болоту или пойме, и двухцепная ВЛ 10 кВ длиной 400 м на типовых опорах 110 кВ вдоль автомобильной дороги имеют существенно различные показатели надежности и по частоте отключений и по времени восстановления, причем не в пользу двух одноцепных линий. На надежность электрической сети оказывает влияние и количество подключенных по трассе ВЛ потребителей, схемы и аппараты в точках подключения, наличие секционирования и алгоритмы работы секционирующих устройств и т.п.

Очевидно, что все это разнообразие технических возможностей не может быть регламентировано в нормативном документе. Но, как минимум, основные варианты исполнения питающей сети по числу цепей целесообразно отражать при формализации требований к электроснабжению.

## 1.7. Источники электроснабжения.

### Терминология и классификация

Для обеспечения 1-й категории по надежности электроснабжения необходимо иметь два независимых источника электроснабжения. Важной составляющей нормативной регламентации электроснабжения по 1-й категории является определение независимых взаимно резервирующих источников питания. В ПУЭ, как известно, такое определение есть (п.1.2.10). При этом ПУЭ не различают эти источники по значимости – основной, резервный – есть два равноценных независимых источника. Для третьего независимого источника некоторые дополнительные комментарии даны в п.1.2.19. Такая нечеткость и неполнота формулировок и в этом вопросе приводят к различным спорным ситуациям. Выше уже говорилось, что нормами не установлено минимально необходимое для включения резервного источника время. В ПУЭ сказано, что второй ввод может рассматриваться как независимый источник, если питание осуществляется от разных секций шин двухтрансформаторной ПС или от разных ПС. На этом при проектировании обычно рассмотрение вопроса заканчивается – любые две секции шин есть независимые источники. Но в формулировке пункта 1.2.10 дальше сказано: «которые в свою очередь питаются от независимых источников». А что под этим понимать, до какого уровня проверять эту независимость, в ПУЭ не говорится. Кроме того, пунктом 1.2.10 регламентируется только наличие напряжения на втором источнике.

То, что этого недостаточно, можно видеть на примере рис. 3, на котором приведена достаточно распространенная схема электростанции, которая является основным и единственным источником питания нефтепромысла. Система шин 10 кВ электростанции секционирована, межсекционный выключатель нормально включен по условию

параллельной работы генераторов и автоматически отключается при нарушении нормальной работы одной из секций шин. Шины 0,4 кВ КТП, получающих питание от электростанции, имеют типовую двухсекционную схему с АВР на межсекционном автомате. Таким образом, требования норм ПУЭ выполнены: при аварийном отключении любой секции шин 10 кВ электростанции напряжение на шинах потребителей сохраняется (автоматически восстанавливается устройством АВР). Но при этом половина генераторов отключена, т.е. мощность источника меньше, чем в нормальном режиме, и, если все потребители отнесены к первой категории, их работа оказывается невозможной из-за дефицита мощности. То есть необходима либо иная главная схема электростанции, либо двойной резерв мощности генераторов, но нормы ПУЭ выдержаны – в них ничего не говорится о мощности, разве что косвенно об этом говорит формулировка п.1.2.10: «...сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах». Но в первоначальный момент после работы АВР напряжение было «в регламентированных пределах», а при подключении нагрузки из-за недостаточной мощности окажется «вне регламентированных...».

---

**Нужно также отметить отсутствие единой терминологии для источников питания в нормативных документах.**

---

Уже отмечалось, что в ПУЭ говорится только о количестве: двух либо трех резервирующих источниках. В Постановлении правительства № 87 [28], регламентирующем состав проектной документации, требуется приводить описание и принципиальные схемы электроснабжения электроприемников от основного, дополнительного и резервного источников. Определений, что это за источники, там нет.



О дополнительном источнике можно прочитать в одном из примечаний в ГОСТ Р 50571.5.56-2013 [23], где сказано, что «аварийный источник обычно является дополнительным к основному источнику электроснабжения, например, сеть электроснабжения общего пользования» (?!). В ГОСТ Р 50571.29-2009 [29] сказано, что «Различают два типа источников электроснабжения: аварийный источник и обычный источник (рабочий)», Определений этим терминам нет, кроме: «Обычным (рабочим) источником является, например, сеть электроснабжения общего пользования.» (!). В указанных ГОСТ [23, 29] идет постоянное упоминание электрического источника питания для систем безопасности, аварийных источников, но без какого-либо их определения. Причем буквально в следующих друг за другом предложениях говорится то об источнике аварийного электроснабжения, то об аварийном источнике электроснабжения. Можно отметить и такие несоответствия:

- ГОСТ 50571.29-2009 [29]: источник аварийного электроснабжения должен поддерживать подачу электроэнергии в течение установленного периода времени
- ГОСТ 50571.5.56-2013 [23]: источник аварийного электроснабжения должен поддерживать подачу электроэнергии в течение требуемого времени;

Установленное (кем-то) время и время, требуемое (объективно) — это разные понятия и для нормативных документов такое различие вряд ли допустимо.

---

**Необходима более строгая, адаптированная к современному техническому уровню, универсальная система классификации источников электроснабжения.**

---

Есть классификация систем (но не источников) электропитания для систем безопасности, где системы электропитания делятся

на неавтоматические и автоматические, а последние классифицируются по времени перерыва в электроснабжении от безразрывных до перерыва более 15 с (ГОСТ 50571.5.56-2013 [23]). Возможно, такая классификация удобна именно для электропитания систем безопасности. Для общепромышленных объектов, в частности для объектов нефтегазодобычи, более рациональной представляется классификация источников, принятая в нормативных документах Газпрома и Газпромнефти [17,18]: основной источник питания, резервный источник питания, аварийный источник питания.

### **1.8. Особая группа электроприемников — состав и требования**

В составе 1-й категории ПУЭ выделяют особую группу электроприемников. И в данном случае трудно не согласиться с ПУЭ — здесь речь должна идти именно об электроприемниках, т.е. об аппаратах, агрегатах и др. с особыми требованиями к гарантированности их электроснабжения. ПУЭ относят к этой группе только те электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства и только с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров. Но только этими электроприемниками особая группа не может и не должна ограничиваться. Сюда кроме электроприемников, обеспечивающих безаварийный останов производства (и не только при угрозе жизни, взрывов и пожаров), должны быть отнесены электроприемники, работа которых необходима для безаварийного переключения с одного источника питания на второй, т.е. не для останова, а для последующего продолжения производства. Это в первую очередь системы автоматического управления, контроля, передачи данных, а также некоторые технологические системы, например, система активного электромагнитного подвеса роторов турбин, компрессоров. Электроснабжение без токовой

паузы желательно обеспечивать и для погружных установок центробежных электронасосов добычи нефти [26].

К группе с особыми требованиями к гарантированности их электроснабжения также следует отнести системы автоматики, связи, которые будут контролировать ситуацию на объекте даже при уже остановленном производстве и обеспечивать связь со всеми внешними службами для спасения людей. Такая задача актуальна для нефтяных и газовых месторождений, где имеются территориально удаленные технологические площадки с персоналом. На практике на северных нефтегазовых месторождениях третьим источником питания оснащаются (т.е. фактически относятся к особой группе) циркуляционные насосы и автоматика котельных, т.к. недопустимо ни при каких условиях допустить в зимних условиях остановку системы теплоснабжения на удаленных объектах с персоналом, в т.ч. жилых помещений. К этой же группе целесообразно отнести также устройства электрообогрева ответственных технологических систем, вентиляционные, противопожарные системы и т.п., необходимые для поддержания остановленного производства в работоспособном состоянии. Пример — аварийный привод буровой лебедки, который должен не допустить прихвата (потерю подвижности) колонны труб, спущенной в скважину, в случае нарушения основного питания.

---

Таким образом, в составе особой группы необходимо выделять два типа ответственных электроприемников:

- электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова и/или продолжения (сохранения) производства;
- электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для работы

**жизнеобеспечивающих систем и поддержания в работоспособном и безаварийном состоянии остановленного производства.**

---

Требования к электроснабжению этих электроприемников в аварийных ситуациях различны. Электроприемники первого типа требуют аварийных источников питания, находящихся в постоянной готовности и обеспечивающих переключение без потери питания. Мощность этих источников, как правило, требуется небольшая, время работы — только на период переключения или остановки производства. В качестве источников здесь могут использоваться различного типа статические и динамические источники бесперебойного питания (ИБП) — см., например, [30].

Требования электроприемников второго типа ровно противоположны: для их работы требуется достаточно большая мощность источников и длительное время работы. А сверхбыстродействие при включении не требуется. В качестве источников здесь, как правило, используются ДЭС, ГПЭС, малогабаритные ГТЭС.

Еще одно замечание к существующему определению электроприемников особой группы — сейчас они выделены в составе 1-й категории надежности. Но необходимость безаварийной остановки при отключении основного источника питания может быть актуальна и для электроприемника 3-й категории. Такое, на первый взгляд парадоксальное сочетание, можно наблюдать при подключении офисных, а часто и домашних персональных компьютеров. Они имеют один основной источник питания — электрическую сеть и аккумуляторный ИБП, обеспечивающий работу компьютера в течение времени, достаточного для нормального завершения работы, сохранения информации и штатного

отключения компьютера. Современные ИБП обеспечивают техническую и экономическую обоснованность таких схем питания не только для компьютеров, но во всех случаях, когда электроприемник не несет особых технологических функций и может быть на достаточно длительное время остановлен, но его аварийное и неуправляемое отключение нежелательно. Из области нефтегазодобычи пример сочетания третьей категории электроснабжения объекта и наличие электроприемников особой группы в его составе — буровые установки с электроприводом, которые, как уже упоминалось, отнесены в большинстве случаев к 3-й категории по надежности электроснабжения [19]. При отключении единственного основного источника, питающего буровую установку и прилегающую к ней технологическую площадку, надо сохранить работу систем жизнеобеспечения персонала и объекта в целом (котельная, освещение, связь и т.п.), систем технологической безопасности буровой установки и поддержать в работоспособном и безаварийном состоянии технологию — не допустить прихвата колонны труб, спущенной в скважину. В качестве резервного источника для этих целей используется ДЭС. И требования к резервному источнику здесь уже другие: не требуется быстрое действие, но нужна соответствующая мощность и возможность достаточно продолжительной работы. Другой пример особой группы в составе третьей категории из практики проектирования — куст с небольшим количеством скважин, отнесенный проектом к третьей категории, содержит на выходе электроприводную задвижку, отсекающую его от общей нефтегазосборной сети месторождения, и которая согласно нормам СП 231.1311500.2015 должна быть работоспособной в любой ситуации. Для этого требуется резервный источник относительно небольшой мощности, но постоянно готовый к относительно непродолжительной работе — питанию электропривода задвижки на время ее закрытия.

---

С учетом изложенного предлагается особую группу электроприемников выделить в самостоятельную категорию — нулевую (либо особую).

---

Надо сказать, что это предложение не является оригинальным: в проекте так и не состоявшегося технического регламента «О безопасности электроснабжения» [31,32] это было предложено.

### **1.9. Есть ли потребители второй категории по надежности электроснабжения?**

Во всех изданиях ПУЭ определение электроприемников 2-й категории сохранилось неизменным (см. табл. 1). Однако, если в 5-м и 6-м изданиях питание электроприемников 2-й категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых источников, то 7-е издание уже требует это в обязательном порядке. И если предыдущие издания ПУЭ допускали питание электроприемников 2-й категории по одной воздушной или кабельной линии и даже от одного трансформатора, то действующее издание такие возможности исключает. Таким образом, предыдущие нормы определяли 2-ю категорию очень гибко, и она закрывала все возможные варианты схем от 1-й до 3-й категорий. Новые требования к обеспечению 2-й категории фактически приравнивают ее к 1-й категории за исключением автоматического включения резервного питания. Критерии отнесения электроприемников ко 2-й категории, принятые в ПУЭ, — массовый недоотпуск продукции, массовый простой рабочих, механизмов, транспорта и т.п. — опять же в итоге сводятся к экономическому ущербу (значительному или не очень значительному — понятие относительное), уже предусмотренному требованиями 1-й категории.

В таком виде сложно представить место второй категории в современных схемах



электроснабжения, по крайней мере объектов нефтегазодобычи. Для электроприемников 2-й категории должен быть предусмотрен необходимый резерв мощности источников питания, двукратный резерв пропускной способности сети, предусмотрены коммутационные аппараты для отключения погасшей секции и межсекционные. И лишь само переключение надо выполнить «выездной оперативной бригадой!» (в одном из информационных ресурсов Интернета это было сформулировано так: «Разница состоит в том, что для второй категории энергоснабжения допускается ручной способ переключения на резервный источник с некоторой задержкой времени, необходимой для того, чтобы ответственный за электроснабжение работник добрался до рубильника» [33]). В [34], например, аргументом невыполнимости и, соответственно, неприменимости 2-й категории называется отсутствие на объекте постоянного дежурного персонала. А как же выездные бригады, согласно ПУЭ? Время от их выезда до ручного включения там не регламентировано.

В чем смысл такого решения — ручного переключения? В экономии на стоимости автоматики включения/отключения вводных и межсекционных аппаратов? Но стоимость такой автоматики в современных РУ, РП всех классов напряжения практически не ощутима в общей стоимости оборудования. Если предположить, что из-за ограниченной мощности источника питания нельзя включить межсекционный аппарат, не отключив электроприемники 3-й категории, то и эта задача достаточно элементарно решается автоматически. Тем более, как уже отмечалось выше, доля электроприемников 3-й категории в составе технологических объектов нефтегазопромыслов невелика.

В проекте нового нормативного документа [19] взамен ВНТП 3-85 предусматривается возможность электроснабжения ряда

потребителей и объектов нефтепромыслов, в т.ч. кустов скважин, по 2-й категории. Нелогичность, мягко говоря, такого технического решения можно видеть, представив себе следующую ситуацию. Электроснабжение кустов скважин выполнено от разных секций шин 6(10) кВ ПС 35/6(10) кВ по двум одноцепным ВЛ 6(10) кВ с установкой на кустах двухтрансформаторных подстанций 6(10)/0,4 кВ с секционным автоматом в РУНН 0,4 кВ, но без АВР (2-я категория!). От ПС 35/6(10) кВ отходит 3-4 пары ВЛ 6(10) кВ, к каждой паре ВЛ подключено по 3-4 куста скважин. Это типовая схема большинства нефтепромыслов. Аварийно отключается одна секция шин 6(10) кВ ПС 35/6(10) кВ. Соответственно, отключается половина всех установок добычи нефти на кустах скважин данной сети. Согласно ПУЭ, для включения резервного питания направляется «выездная бригада», которая объезжает поочередно все кусты и на каждом вручную отключает вводной автомат погасшей секции и включает межсекционный автомат, восстанавливая питание. К тому времени, как выездная бригада завершила все переключения, другой бригадой восстановлено питание отключившейся секции шин 6(10) кВ ПС 35/6(10) кВ. И выездная бригада отправляется в повторный многокилометровый и многочасовой поход, чтобы опять вручную восстановить исходную схему электроснабжения. Абсурдность такой ситуации очевидна, но она полностью соответствует действующим нормам ПУЭ.

Даже если предположить «ручное» переключение, выполняемое дистанционно диспетчером (в ПУЭ такого варианта нет), то и в этом случае целесообразность его сомнительна: локальная автоматика справится с этой задачей лучше.

Пример еще одного «конфликта» нынешней регламентации 2-й категории: к одним шинам подключены электроприемники первой и второй категории — вполне реальная схема,

никаких ограничений на это нет. Для электроприемников 1-й категории предусмотрено АВР. Чтобы выдержать норму ПУЭ о ручном переключении электроприемников 2-й категории, они должны быть отключены автоматикой. Тогда при автоматическом восстановлении питания они не окажутся включенными, а будут ждать действий дежурного персонала. Парадокс: вместо автоматики включения надо предусмотреть автоматику отключения!

---

**Таким образом, целесообразность 2-й категории для электроснабжения объектов нефтегазодобычи не просматривается.**

---

Этот подход возможно неприменим к другим отраслям промышленности, гражданским объектам городского хозяйства и пр. Возможно там есть целесообразность ручного восстановления питания, но представляется, что и для таких объектов при новом проектировании современная автоматика вполне может обеспечить практически любые сложные коммутации без участия выездных бригад. Новые объекты вполне могут быть запроектированы по нормам первой категории, а именно на новые объекты должны быть ориентированы нормативы по категорированию электроснабжения. Категорирование действующих объектов малопродуктивно: для них схема электроснабжения сформирована, и как фактическую схему не классифицируй, реальные показатели надежности электроснабжения не изменятся. Если эти показатели технически и экономически неприемлемы, выполняется проект реконструкции, а это уже новый проект, и выполняться он должен на современной технической базе. То есть и здесь вторая категория надежности электроснабжения в современной ее трактовке не просматривается.

### **1.10. Требования к надежности электроснабжения третьей категории**

Само определение 3-й категории, принятое в ПУЭ, возражений не вызывает: все, что не попало под определение первой и второй категорий — третья.

В требованиях по электроснабжению электроприемников 3-й категории сказано, что питание может выполняться от одного источника, при условии, что перерыв в электроснабжении не превышают 1 суток. Это единственная категория, где конкретно нормировано время. Кому адресовано это требование? Если электроснабжение осуществляется от сторонней энегоснабжающей организации, с которой заключен договор, то это требование еще можно понять. Как критерий, определяющий границу возможных экономических претензий. Но это не технический показатель: разве можно запроектировать электрическую сеть (источник — ЛЭП высокого напряжения — подстанция — ЛЭП низкого напряжения — потребитель) с плановыми перерывами в питании 1 сутки? Какой смысл имеет этот показатель, если электроснабжение объекта предусматривается от собственной электрической сети? А если технология допускает больший перерыв в электроснабжении, к какой категории отнести этот электроприемник? И если этот допустимый перерыв в питании более 1 суток будет указан в проекте, пройдет такой проект экспертизу?

---

**Понятно, что этот пример — крайний случай, но регламентация категории электроснабжения по единственному критерию «перерыв в питании не более 1 суток» не является универсальной.**

---

ПУЭ не предусматривают такого технического решения для 3-й категории как мобильный источник на период восстановления основного источника, если длительность этого восстановления неприемлема по условиям допустимого перерыва в электроснабжении.

3-я категория на практике не ограничивается примитивной схемой: один источник — одна ЛЭП — однотрансформаторная КТП. В практике обустройства нефтяных месторождений есть решения, когда электроснабжение куста скважин, отнесённого в конкретных условиях обустраиваемого месторождения к 3-й категории по надёжности электроснабжения, выполнялось от однотрансформаторной КТП 10/0,4 кВ, но по двум ВЛ 10 кВ. И это вполне обосновано тем, что вероятность отказа КТП существенно ниже вероятности отказа протяженной ВЛ, а аварийно вышедшую из строя блочную КТП заменить на площадке куста, к которому обязательно есть нормальный подъезд, проще и быстрее, чем восстанавливать после аварии ВЛ, особенно если трасса ВЛ проходит по труднодоступным территориям (болото, пойма и т.п.).

---

Таким образом, существующие требования к электроснабжению потребителей 3-й категории ограничены лишь возможностью питания от одного источника и допустимой длительностью перерыва в питании 1 сутки и не учитывают современное оборудование и технические решения, которые могут быть использованы для данной группы потребителей.

---

### Основные результаты:

Проведенный анализ существующей системы нормирования надежности электроснабжения, действующих нормативных документов позволяет сформулировать:

**1** действующие нормы и, в первую очередь, нормы ПУЭ по категорированию электроприемников в отношении надежности электроснабжения, не соответствуют современным требованиям и техническим возможностям, не обеспечивают необходимой системы регламентации и более того, создают условия для возникновения конфликтов на этапах проектирования систем электроснабжения (как самостоятельных, так и в составе комплексных проектов), экспертизы проектов, строительства объектов и допуска их в эксплуатацию;

**2** очевидно, что принятый в ПУЭ в основном «качественный» подход к нормированию надёжности электроснабжения обусловлен тем, что формализовать и количественно определить все многообразие факторов, влияющих на надёжность электроснабжения, и еще большее многообразие существующих и тем более перспективных технических решений невозможно. Тем не менее необходима разработка общероссийского документа обязательного действия, содержащего актуальные, соответствующие современному уровню развития техники, категории электроприемников и потребителей электроэнергии по надежности электроснабжения, гарантированно обеспечивающие требуемое качество электроснабжения потребителей.

Во второй части статьи будут приведены предложения, которые могут быть полезными при разработке такого документа.



**Пояснения к принятым в тексте сокращениям технических терминов:**

**ППД** – система поддержания пластового давления – технология поддержания пластовой энергии продуктивных пластов нефтяных месторождений путем закачки воды с целью увеличения темпов отбора нефти из залежи и повышения ее нефтеотдачи. Характеризуется значительным электропотреблением и применением в приводе насосов, как правило, синхронных электродвигателей большой единичной мощности (до 2500, 4000 и даже 5000 кВт);

**ПЭД** – погружной электродвигатель – электродвигатель центробежного электронасоса для добычи нефти, опускаемого в скважину. Для ПЭД в силу особенностей его конструкции и условий работы характерна высокая чувствительность даже к очень кратковременным нарушениям электроснабжения;

**ЛЭП** – линии электропередачи (любого исполнения и напряжения);

**ВЛ** – воздушные линии электропередачи различного исполнения и различных классов напряжения;

**ПС** – подстанция трансформаторная;

**ГПП** – главная понизительная трансформаторная подстанция;

**КТП** – комплектная трансформаторная подстанция 6(10)/0,4 кВ;

**РУ** – высоковольтное распределительное устройство;

**РУНН** – распределительное устройство низкого (0,4 кВ) напряжения;

**РП** – распределительный пункт;

**АВР** – автоматическое включение резервного питания;

**БАВР** – быстродействующее автоматическое включение резервного питания;

**АПВ** – автоматическое повторное включение (в тексте речь об АПВ ВЛ);

**СД** – синхронный электродвигатель;

**АРВ** – автоматическое регулирование возбуждения СД;

**ИБП** – источник бесперебойного питания. В статических ИБП энергия накапливается в электрохимическом виде и затем вновь преобразуется в нужный вид специальными электронными преобразователями. В динамических ИБП энергия накапливается в кинетическом виде, а для обратного преобразования используется вращающийся генератор. Возможны комбинированные варианты;

**ДЭС** – дизельная электростанция;

**ГПЭС** – газопоршневая электростанция;

**ГТЭС** – газотурбинная электростанция.

## Литература

1. Правила устройства электроустановок 6 изд., 7 изд., действующие разделы.
2. Сушков В.В., Иванова Л.Б. Фрайштетер В.П. Оценка экономической эффективности мероприятий по повышению надежности электрических сетей нефтяных месторождений Западной Сибири. // Промышленная энергетика, 1989, № 7, -с. 7-9.
3. Бондаренко А. Надежность электроснабжения: проблемы и подходы // ЭнергоРынок. 2010, №1.
4. Папков Б.В., Шарыгин М.В., Крайнов С.П. Аспекты обеспечения надежности электроснабжения в условиях рынка // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, 2010, № 1(80), с. 176-184.

5. Овсейчук В.А. Обеспечение надежности электроснабжения в условиях рыночной экономики. //Новости ЭлектроТехники, 2011, № 1(67)
6. Концепция обеспечения надёжности в электроэнергетике. /Воропай Н. И., Ковалёв Г. Ф., Кучеров Ю. Н. и др. – М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. -212 с.
7. Биллinton Р., Аллан Р. Оценка надёжности электроэнергетических систем. Перевод с английского под редакцией Ю.А Фокина. М., Энергоатомиздат, 1988. -288 с.
8. Воротницкий В.В. Надёжность электроснабжения как инструмент регулирования отношений между поставщиками и потребителями энергии. //Энергия и Менеджмент. 2009. №3.
9. Сюсюкин А.И. Как оценить и оплатить надёжность электроснабжения потребителей электрической энергии. // Электрика, 2008, № 11 -с. 7–12.
10. ВОПРОС-ОТВЕТ. Приложение к журналу Новости ЭлектроТехники. [http://www.news.elteh.ru/aq\\_page/](http://www.news.elteh.ru/aq_page/) и <http://www.news.elteh.ru/aq/>
11. Новоселов Ю.Б., Кудряшов Р.А., Фрайштетер В.П. О необходимости пересмотра нормативно-технических документов по проектированию электроснабжения объектов нефтедобывающей промышленности Западной Сибири. //Энергетика в нефте- и газодобыче, вып. 2-3, 2003, -с. 18-21.
12. Методические указания по расчету уровня надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг для организации по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью и территориальных сетевых организаций. Утверждены приказом Минэнерго России от 14.10.2013 № 718.
13. Овсейчук В.А. Надёжность и качество электроснабжения потребителей. Обоснование нормирования // Новости ЭлектроТехники, 2013, № 3(81).
14. Сушков В.В., Новоселов Ю.Б., Фрайштетер В.П. Нормирование надёжности электроснабжения потребителей нефтяной промышленности Западной Сибири. //В кн. Методические вопросы исследования надёжности больших систем энергетики. Т.2 УрО АН СССР, г. Сыктывкар, 1991. -с. 22-30.
15. НТП ЭПП-94 Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования. 1-я редакция.
16. ВНТП 3-85 Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений. Дата введения 1986-03-01
17. СТО Газпром 2-6.2-149-2007 Категорийность электроприемников промышленных объектов ОАО «Газпром». Дата введения 2008-01-31.
18. ОАО «Газпром нефть» Методические указания. Определение категорийности электроприемников промышленных объектов Компании. Утвержден и введен в действие 03.06.2010.
19. Проект ГОСТ Р Обустройство месторождений нефти на суше. Технологическое проектирование. (проект, первая редакция), 2017. Данный документ находится в системе «Техэксперт: Нефтегазовый комплекс».
20. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей.

21. РД РБ 09110.20.660-02 Методические указания для определения категорийности по надежности электроснабжения потребителей. Минск, 2002.
22. Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям. (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2009 № 334).
23. ГОСТ Р 50571.5.56–2013/МЭК 60364-5-56:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы обеспечения безопасности.
24. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. Монография, Санкт-Петербург, ПЭИПК, 2003. - 4-е изд., перераб. и доп. -350 с.
25. Никулов И.И., Жуков В.А, Пупин В.М. Комплекс БАВР. Быстродействие повышает надежность электроснабжения // Новости ЭлектроТехники, 2012, № 4(76).
26. Мартыанов А.С., Фрайштетер В.П., Сушков В.В. Создание отказоустойчивой системы питания установок электроцентробежных насосов с частотно-регулируемым приводом на основе современных накопителей энергии, //Нефтяное хозяйство, 2017, №4, -с. 109-112.
27. СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятий.
28. Постановление правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию.
29. ГОСТ Р 50571.29-2009 (МЭК 60364-5-55:2008) Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование.
30. Карл Коттули Сравнение статических и динамических ИБП. Информационная статья [http://www.apc.com/salestools/dboy-78krze/dboy-78krze\\_r2\\_ru.pdf?sdirect=true](http://www.apc.com/salestools/dboy-78krze/dboy-78krze_r2_ru.pdf?sdirect=true)
31. Проект технического регламента «О безопасности электроснабжения». //Вести в электроэнергетике», 2007, № 2.
32. Сюсюкин А.И. О правовых и технических нормативных документах по оценке уровня надежности систем электроснабжения общего назначения. // ЭСКО. Энергетика и промышленность, 2013, № 9.
33. Информационный ресурс InfoElektrik.ru <http://infoelektrik.ru/nemnogo-osnov-elektrotehnik/kategoriya-elektrosnabzheniya.html>
34. Ассоциация «Росэлектромонтаж». Технический циркуляр № 18/2007 «О схемах электроснабжения центральных тепловых пунктов (ЦТП) и индивидуальных тепло-вых пунктов (ИТП) многоквартирных жилых домов и общественных зданий». //Шалыгин А.А. Технические циркуляры Ассоциации «Росэлектромонтаж» 2007 г. Дополнения к ПУЭ седьмого издания с комментариями разработчика, М., МИЭЭ, 2008. – 24 с.



**InWarm**<sup>TM</sup>  
*Keeping in Warm*

## УНИВЕРСАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ



### ПРОСТОТА МОНТАЖА

- Простота и высокая скорость монтажа
- Привлекательный внешний вид
- Высокая стойкость к внешним воздействиям



InWarm Wool

InWarm Foam

InWarm Flex

InWarm Reform

## ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС



141008, Московская область,  
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7  
Тел/факс: +7 495 627-72-55  
www.sst-em.ru, www.sst.ru  
email: info@sst-em.ru

Инжиниринговая компания «ССТЭнергомонтаж» — российский разработчик и поставщик систем электрообогрева и теплоизоляции для различных отраслей промышленности. «ССТЭнергомонтаж» входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии», которая является лидером российского рынка электрообогрева более 25 лет.

Мы предлагаем эффективные и современные теплоизоляционные материалы InWarm.







# Артерии жизни



**Н.Н. Хренков,**  
советник генерального директора  
ГК «ССТ», главный редактор  
журнала «Промышленный элек-  
трообогрев и электроотопление»,  
кандидат технических наук,  
действительный член АЭН РФ



Рис. 1 Мемориал  
«Разорванное кольцо».



**В** этом году исполняется 76 лет очень важной для блокадного Ленинграда даты. В 1942 году через Ладожское озеро под огнем противника были проложены силовые кабели и трубопровод для горючего, что было жизненно необходимо для блокированного города.

Поскольку я сам блокадник и был вывезен в марте 1942 на большую землю по льду Ладожского озера, то меня всегда интересовал ряд этапов блокадной истории, особенно те, что связаны с моей профессиональной деятельностью.

Я учился на электромеханическом факультете Ленинградского Политехнического института и получил специальность «электроизоляционная и кабельная техника». Практику проходил на заводе «Севкабель» и знал, что во время блокады на заводе в тяжелейших условиях был изготовлен и затем проложен силовой кабель по дну Ладоги, что позволило снабжать город электричеством от Волховской ГЭС.

Более подробное знакомство с этими событиями выявило много неизвестных мне ранее

фактов. Оказывается, объем работ по преодолению нарушенных связей был намного больше.

## Восстановление связи

[1,3] Сразу после установления блокады была нарушена и проводная связь. Оставалась только связь по радио. Но этот канал связи был плохо защищен и ненадежен. Требовалось установить проводную связь. Уже в сентябре 1941 года перед кабельщиками, их коллегами с завода «Электроаппарат», с завода имени Козицкого, перед военными и гражданскими связистами была поставлена задача проложить по дну озера кабель связи. Готового кабеля для прокладки под водой и необходимых материалов не было. По предложению главного инженера завода «Севкабель» Быкова Дмитрия Вениаминовича (впоследствии начальника Главкабеля и директора ВНИИ кабельной промышленности) решили изготовить из имевшихся на заводе полевых телефонных проводов четырехжильный кабель. Из-за дефицита времени на выполнение задания и отсутствия материалов исходные провода даже не скручивали, а при параллельной прокладке обмотали

прорезиненной тканевой лентой. Работники завода участвовали как в сращивании отдельных длин кабеля, так и в самой операции прокладки. К концу сентября эта самая первая линия проводной связи начала действовать [1].

В октябре на складах Балтийского флота нашли около 30 км морского бронированного кабеля. В проверке этого кабеля, в сращивании отдельных длин также участвовали специалисты «Севкабеля» Петр Иванович и Степан Иванович Вялышевы. В конце октября кабель был проложен и обеспечил более устойчивую связь Ленинграда с Москвой.

Для обеспечения большей надежности связи и с целью дублирования «Севкабелю» было поручено изготовить нормальный подводный кабель связи. В труднейших условиях первой блокадной зимы, при нехватке топлива, материалов и электроэнергии 30 км такого кабеля было изготовлено. С открытием в апреле 1942 года навигации этот кабель был вывезен на Ладогу, смонтирован и проложен параллельно действовавшей линии. Большое значение имела тщательная проверка качества кабеля, которую обеспечивала Татьяна Протопопова — начальник измерительной лаборатории. Оба телефонных кабеля всю войну работали безотказно.

## Электроснабжение

[1,2,4] В условиях блокады сразу же начались сложности с электроснабжением. Не хватало топлива для электростанций, бомбежки и обстрелы выводили из строя оборудование.

Блокада Ленинграда началась 8 сентября 1941 года. Помимо нехватки продовольствия, город сразу стал испытывать жесткий дефицит электроэнергии — была захвачена врагом Лесогорская ГЭС, по плотине Нижнесвирской ГЭС прошла линия фронта, Линии электропередач от Волховской ГЭС оказались на захваченной территории. Были потеряны и некоторые тепловые станции, а оставшиеся

в городе ТЭЦ-1 и ТЭЦ-5 испытывали жесточайший дефицит топлива. В итоге, город был практически обесточен — была остановлена подача электроэнергии в жилые кварталы, на насосные станции водопровода (соответственно, город остался без водоснабжения и канализации), были остановлены городской электрический транспорт и большинство заводов. Бесперебойно электроэнергией снабжались лишь хлебзаводы и здания управлений фронта и города. Каждый киловатт-час распределял лично секретарь ЦК Жданов. За весь февраль 1942 года в Ленинграде было выработано 7,5 млн. кВтч электроэнергии — меньше, чем в предвоенные годы вырабатывалось за день. Это означало фактическую энергетическую смерть города.

В 1941 году, когда немецкие войска вплотную подошли к Волховской ГЭС, оборудование станции было решено демонтировать и вывезти на Урал и в Среднюю Азию. Таким образом, электроснабжение осажденного Ленинграда с Волховской ГЭС также прекратилась.

Демонтаж оборудования произвели за рекордные сроки. Остались только два вспомогательных агрегата, которые питали железнодорожную станцию Волховстрой.

Между тем непрерывные артиллерийские обстрелы, голод и холод оставляли все меньше шансов жителям блокадного Ленинграда. 25 января 1942 года окончательно остановилось движение электротранспорта, прекратилась подача воды и света. В это время по предложению Алексея Косыгина — уполномоченного Государственного Комитета Обороны в Ленинграде — в Смольном принимается решение о восстановлении Волховской ГЭС.

В течение весны энергетики разрабатывают план реконструкции линий электропередач и прокладки кабеля через Ладожское озеро. Предусматривалось, что ЛЭП от Волховской ГЭС до Ленинграда будет состоять из



223,5 км воздушных линий (от Волховской ГЭС до мыса Кареджи на восточном берегу Ладожского озера и от мыса Осиновец на западном берегу до Ленинграда).

В том числе ЛЭП включала кабельную вставку из нескольких линий длиной 22,5 км каждая (из них 21,5 км по дну Ладожского озера), 3 подстанции (понижающую № 27 на мысе Кареджи, на восточном берегу озера и 2 повышающие в районе Осиновецкого маяка).

Проектировали ЛЭП инженеры Ленэнерго Г. А. Ходот, Н. И. Кустодиев, А. А. Вульф, Н. В. Большаков, В. А. Боровиков и др.

В это же время прибывают эшелоны с оборудованием Волховской электростанции, вывезенным ранее на Урал. Несмотря на все трудности, к концу мая 1942 года были смонтированы и опробованы на холостом ходу три гидроагрегата — № 2, 3 и 4. Однако, выработанную электроэнергию еще надо было как-то передать в осажденный город.

Уже в январе 1942 Военный совет Ленинградского фронта поручает заводу «Севкабель» изготовить необходимое количество медных проводов для воздушных частей ЛЭП и силовой кабель для подводной прокладки.

Из-за повреждения от бомбежки цеха горячей прокатки не работал прокатный стан. В феврале заводу выделили строго ограниченный лимит электроэнергии, что позволило оживить горячую прокатку и цех силовых кабелей. Из-за нехватки людей и невозможности в связи с этим обеспечить одновременную работу всех участков технологического процесса операции выполнялись бригадами поочередно.

В этих трудных условиях уже через месяц была изготовлена значительная часть заказанных проводов из остатков имевшейся на заводе катанки, а к концу марта запущен прокатный стан. Ввод прокатного стана и стана многократного волочения позволил прокатать и изготовить с апреля и до конца 1942 года свыше 480 тонн медных проводов для ЛЭП.

Еще в зимние месяцы началась подготовка к изготовлению силовых кабелей. Приводили в порядок крутильно-изолирующее и сушильно-пропиточное оборудование, свинцовый пресс и бронировочную машину. Требовалось изготовить около 140 км подводного силового кабеля, рассчитанного на 10 кВ. Производственными бригадами руководили мастера и бригадиры А.П. Десякин, Ф.Н. Скворцов, Д.М. Марков, М.И. Левченкова, Г.В. Гохлейтнер. Интересно, что из-за отсутствия на заводе специальной кабельной бумаги для изготовления изоляции в дело была пущена бумага с водяными знаками для печатания денег. Внешний вид кабеля показан на рис. 2 и свидетельствует, что кабель был выполнен на высоком профессиональном уровне. Первая партия готового кабеля была отгружена в июле, в августе еще 50 км, а полностью задание выполнено в первой половине октября. Работники завода принимали участие в прокладке кабелей через озеро.

Всего было проложено 5 параллельных ниток кабеля.

Каждая нитка кабеля сращивалась в единую бухту длиной 21,5 км, укладывавшуюся на баржу. Прокладывали кабель по дну ночью, чтобы избежать налетов авиации. За одну ночь проложили 4 нитки. Пятую нитку из-за шторма пришлось укладывать днем. На баржу, прокладывавшую кабель напали «юнкеры». Погиб капитан баржи П. Ивановский и еще 16 человек. Но на следующий день проложили и пятую нитку.

Блокадный кабель, поднятый со дна Ладожского озера после войны, служит до сих пор. Он проложен под тротуаром Невского проспекта и обеспечивает его освещение.

В связи с тем, что основные подготовительные работы были выполнены, решением Военного совета Ленинградского фронта от 7 августа 1942 года принято решение о строительстве линии электропередачи от Волховской ГЭС до Ленинграда. Строительство ЛЭП

вели работники предприятий Ленэнерго: Ленинградской высоковольтной сети (ЛВС), Ленинградской кабельной сети (ЛКС), электротрансформаторного завода, управления аварийно-восстановительных работ (УАВР) и др., а также работники заводов «Ильич» и «Электрик», личный состав 606-й роты связи Ленинградского фронта, моряки Ладожской военной флотилии, водолазы 27-го отряда ЭПРОН и работники Осиновецкого гидрографического отряда.

Руководил работами главный инженер Ленэнерго С.В. Усов (впоследствии профессор Политехнического института), прокладкой подводного кабеля — инженеры И. И. Ежов и Н. С. Туманов, строительством воздушных линий — инженеры Н. В. Севастьянов и Л. Д. Наумовский.

Несмотря на артобстрелы и налёты вражеской авиации, строительство ЛЭП заняло 45 дней (вместо 56, определённых решением Военного совета).

23 сентября 1942 Волховская ГЭС по ЛЭП подключена к системе Ленэнерго, энергетическая блокада Ленинграда была прорвана. 7 ноября 1942 электроэнергию получили около 3 тысяч жилых домов Ленинграда.

За счет того, что по подводному кабелю электроэнергия передавалась при недостаточно высоком напряжении (10 кВ) на этом участке терялось до 40 % электроэнергии. Чтобы избежать этих потерь Военный совет Ленинградского фронта 9 декабря 1942 принял решение о строительстве параллельной ледовой ЛЭП.

В январе 1943 г. — за 12 дней (руководители работ — инженеры В. Н. Ефимов и А. С. Петухов) была сооружена непосредственно по льду Ладожского озера дополнительная ЛЭП — «Ледовая линия» электропередачи напряжением 60 кВ и протяженностью 29,3 км. Строительство её велось одновременно со стороны восточного и западного берегов к середине озера. Провод подвешивали



Рис. 2 Внешний вид силового подводного «кабеля жизни» СКС 3 x 120 мм, на 10 кВ



Рис. 3 Подвеска проводов при строительстве ледовой ЛЭП

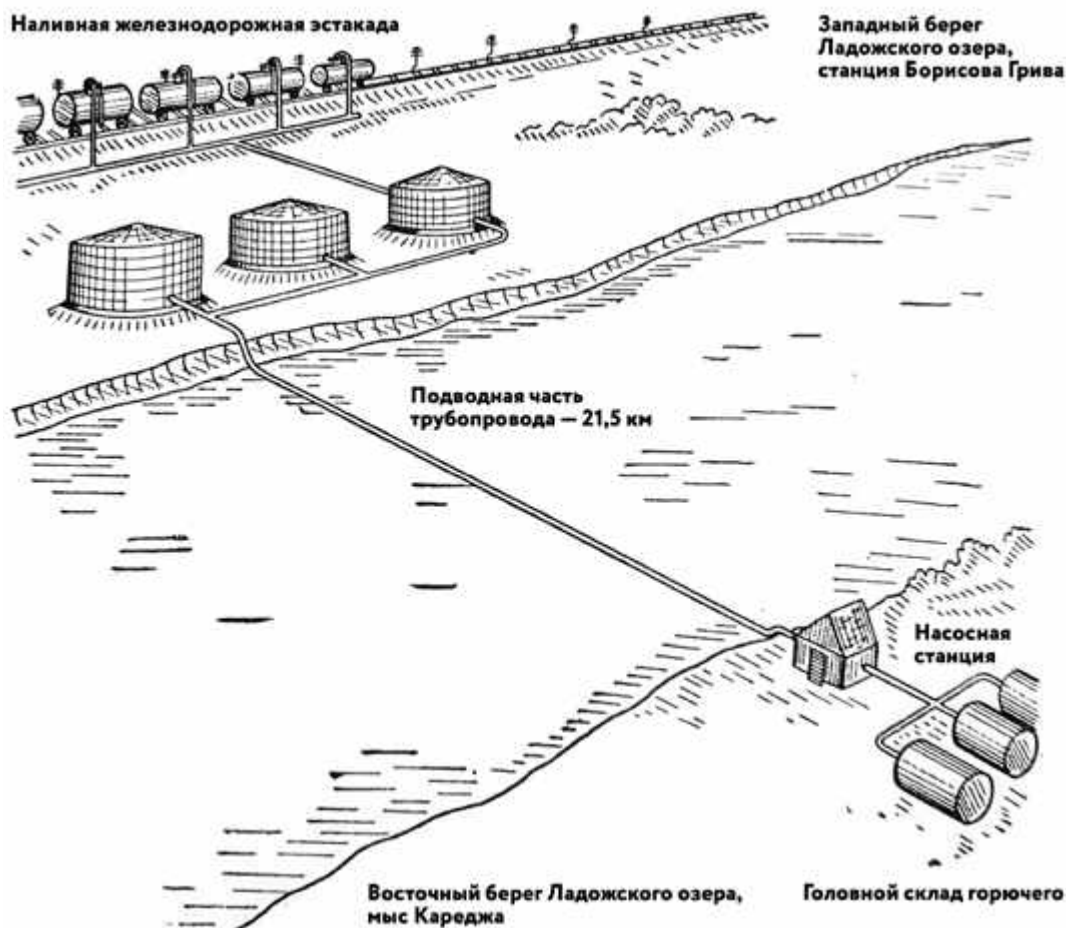
к деревянным облегченным П-образным опорам, пасынки которых вмораживали в лед (рис. 3).

Передача энергии по воздушной линии позволила повысить напряжение на выходе на западном побережье Ладоги до 60 кВ. Подача энергии Волховской ГЭС в Ленинград увеличилась в 2 раза; кабельная вставка и 3 подстанции поставлены в резерв, вновь введены в работу 21 марта 1943 после демонтажа ледовой ЛЭП.

«Ледовая линия» просуществовала 68 дней и была демонтирована в связи с таянием льда. Позже, в мае 1943 г. была сооружена высоковольтная линия электропередачи 110 кВ Волхов-Ленинград с переходом через Неву по сваям старого, разрушенного фашистами, железнодорожного моста у Шлиссельбурга.

За 122 суток функционирования ЛЭП с кабельной вставкой в Ленинград передано 37 млн. кВт·ч электроэнергии, за 68 суток работы ледовой линии — 30 млн. кВт·ч, по линиям 110 кВ с апреля 1943 и до конца 1944 — 404 млн. кВт·ч.

Рис. 4 Схема бензопровода через Ладожское озеро.



Работа ЛЭП позволила возобновить работу многих промышленных предприятий Ленинграда, расширить движение трамваев, дать свет в дома ленинградцев. В марте 1944 награждены орденами 60 участников строительства ЛЭП, медалями — 56.

## Продуктопровод

[5] К весне 1942 года горюче-смазочных материалов в Ленинграде оставалось не более, чем на 100 дней. Город, Ленинградский фронт и Балтийский флот остро нуждались в топливе.

25 апреля 1942 года Государственный комитет обороны принял постановление, по которому через Ладогу в течении 50 дней должен быть протянут трубопровод протяженностью

30 км, из которых более 20 км — по дну озера. Трубы, насосы и другое оборудование собирались отовсюду. Диаметр труб — всего 100 мм.

Трубы нашлись на Ижорском заводе, в непосредственной близости от линии фронта. Кладовщик, показывавший места их хранения, на одном из переходов был убит осколком разорвавшегося снаряда. С огромным трудом и человеческими потерями по ночам вывозили трубы к Ладоге.

Строительство началось 5 мая. Сварку труб в секции производили на берегу в кустах, под деревьями. Потом эти секции на поплавках катера вывозили на озеро, где они сваривались на специальном понтоне. Работа велась в основном по ночам. Место сварки



Рис. 5 «Дорога жизни»  
— машины идут по льду  
Ладожского озера.

накрывалось чем-то вроде палатки, чтобы вражеские наблюдатели не заметили вспышек.

После погружения бензопровода на дно озера водолазы обследовали всю линию. Тщательно проверили стыки во избежание протечки горючего. В конце концов, все было закончено 19 июня, и правительственная комиссия подписала акт приемки бензопровода в эксплуатацию, оценив работу всех участников стройки на «отлично». 20 июня 1942 года бензопровод начал подавать в осажденный Ленинград не менее 300 тонн бензина в сутки вплоть до прорыва блокады.

Подобных сооружений к 1942 году не было в мире, а тут пришлось вести трубопровод под авиабомбами и артобстрелами противника. (рис. 4)

С 24 мая по 3 декабря 1942 года суда Ладожской флотилии перевезли 55 тыс. т. топлива, а по трубопроводу поступило 32,6 тыс. т.

## Литература

1. М.А. Шитов. Северный кабельный. История Ленинградского производственного объединения «Севкабель». Л.: «Лениздат», 1979, 264 с.
2. А. Широкоград. Раскрыты тайны ленинградской блокады. Электронный ресурс «Военное обозрение. История» 29.01.2017
3. Л.М. Мартынов. Подводные магистрали Ладоги. Электронная газета «Волго-Невский проспект» 30.11. 20011
4. Груздев В. Б., Ежов В. А., Подвиг ленинградских энергетиков в годы блокады, «Вопросы истории», 1985, № 4
5. Т. Яковлева-Устинова. Артерия жизни для осажденного Ленинграда. «Трубопроводный транспорт нефти» 2017, май, с. 38 – 41.
6. Юбилей российской энергетики. Ленэнерго 125 лет. «Кабель-news» №2, 2011, с. 35 – 38.





# Николай Николаевич Хренков

Дата рождения – 10 февраля 1938 года, г. Москва.

10 февраля 2018 года главный редактор нашего журнала Николай Николаевич Хренков отметил свое 80-летие.

От лица всей российской индустрии электрообогрева поздравляем Николая Николаевича с юбилеем и желаем крепкого здоровья, новых научных достижений и творческих побед!

Николай Николаевич Хренков родился 10 февраля 1938 года в Москве.

Отец Николая Николаевича, Николай Матвеевич Хренков, до войны работал заместителем наркома боеприпасов. Перед войной, в 1940 году он был арестован, а в 1942 году расстрелян. Мать, Мария Васильевна была репрессирована и выслана из Москвы. В 1940 году маленького Колю перевозят в Ленинград, к сестре его матери. Во время Великой Отечественной войны вместе с родственниками по «Дороге жизни» он был эвакуирован на Кубань, где некоторое время пришлось жить в немецкой оккупации. В 1945 году Н.Н. Хренков вернулся в Ленинград и поступил в школу.

В городе на Неве Николай Николаевич закончил электромашиностроительный техникум, а в 1962 году Ленинградский политехнический институт по специальности «Кабельная и электроизоляционная техника».

После окончания института молодого специалиста распределили на работу в Особое конструкторское бюро кабельной промышленности (ОКБ КП) в подмосковный город Мытищи. Через несколько месяцев Н.Н. Хренков становится заместителем начальника цеха теплостойких миниатюрных кабелей по технологии. В этот период Николай Николаевич разработал ряд номограмм, применение которых позволило стандартизировать и унифицировать

режимы производства кабелей. Тогда же Н.Н. Хренков начинает заниматься преподавательской деятельностью: необходимо было обучать производственный персонал работе на новом оборудовании. Работая в цехе, Николай Николаевич знакомится со своей будущей супругой – Эллой Трофимовной. В 1965 году молодые люди сыграли свадьбу. Через несколько лет в семье Хренковых родились две дочери – Екатерина и Татьяна.

В 1968 году Н.Н. Хренков поступает в аспирантуру при Ленинградском политехническом институте.

В 1969 году переходит на работу в группу сверхпроводимости лаборатории радиочастотных кабелей.



Группа работала над созданием кабелей, которые предназначались для тарирования высотомеров летательных аппаратов. Там он начал заниматься исследованием свойств изоляционных материалов при сверхнизких температурах. Результаты исследований были изданы в виде справочника «Свойства фторполимеров при криогенных температурах». Тогда же научная работа Н.Н. Хренкова «Влияние резонансного поглощения на диэлектрические потери политетрафторэтилена при криогенных температурах и сверхвысоких частотах» вышла в авторитетном журнале «Электричество». Надо отметить, что в 60-70-ых годах 20 века публикация статьи в этом издании являлась весомой оценкой работы научным сообществом.

В 1972 году Николай Николаевич закончил аспирантуру при Ленинградском политехническом институте, а в 1974 году получил ученую степень кандидата технических наук. Тема кандидатской диссертации «Исследование и разработка материалов, конструкции и процессов изготовления сверхпроводящего высокочастотного миниатюрного кабеля». В 1975 году Н.Н. Хренков возглавил лабораторию миниатюрных радиочастотных кабелей ОКБ КП.

В 1981 - 1984 годах Николай Николаевич преподавал курс «Кабели связи» в Московском энергетическом институте. В 1983 году Н.Н. Хренков стал инициатором создания и возглавил отдел вычислительной техники ОКБ КП.

---

В 1972 году Николай Николаевич закончил аспирантуру при Ленинградском политехническом институте, а **в 1974 году получил ученую степень кандидата технических наук.** Тема кандидатской диссертации **«Исследование и разработка материалов, конструкции и процессов изготовления сверхпроводящего высокочастотного миниатюрного кабеля».**

---







В общей сложности Николай Николаевич проработал в ОКБ КП 25 лет.

С 1987 по 1991 год Николай Николаевич руководил отделом вычислительной техники ВНИИ кабельной промышленности. Н.Н. Хренков – один из авторов книги «Радиочастотные кабели», которая готовилась в течении 6 лет и была издана в 1990 году.

В 1991 году Николай Николаевич становится одним из основателей компании «Специальные системы и технологии». До 1996 года Н.Н. Хренков занимал должность главного инженера, с 1996 по 2010 – был техническим директором «ССТ». В 2011 году Николай Николаевич стал советником генерального директора «ССТ»

и главным редактором аналитического научно-технического журнала «Промышленный электрообогрев и электроотопление».

Н.Н. Хренков является действительным членом Академии электротехнических наук, ему присвоено почетное звание Доктор электротехники.

Николай Николаевич Хренков является соавтором 13 патентов и изобретений, 7 из которых относятся к теме электрообогрева.

Николай Николаевич является автором более 110 научных трудов и публикаций.

В 2011 году Н.Н. Хренков был награжден почетным Знаком Губернатора Московской области «За полезное».

---

**От всей души поздравляем Николая Николаевича с юбилеем!**







**Электрообогрев приямков доильных залов на молочно-товарных фермах/ Electrical heating of milking parlour pits on commercial dairy farms**

И. В. Гуроров, Ю. Миронова/  
I.V. Gutorov, Yu. Mironova

Статья продолжает цикл публикаций о применении систем электрообогрева на предприятиях агропромышленного комплекса и посвящена использованию систем электрического обогрева в доильных залах молочно-товарных ферм.

The article continues a series of publications on the application of electrical heating systems at enterprises of the agroindustrial complex and is devoted to the use of the electrical heating systems in milking parlours of commercial dairy farms.

**О категориях надежности электроснабжения на примере объектов нефтедобывающей промышленности/ On categories of reliability of the electric power supply as exemplified by objects of the oil production industry**

В.П. Фрайштетер/ V.P. Fraysteter

Статья является приглашением к обсуждению проблемы нормативного категорирования потребителей по степени надежности электроснабжения. В первой части статьи проведен анализ существующей системы категорирования электроприемников по надежности их электроснабжения. Наиболее подробно рассмотрено категорирование надежности электроснабжения электрооборудования объектов нефтегазодобычи. Показаны недостатки установленной ПУЭ классификации данных электроприемников по требуемой степени надёжности электроснабжения, отмечены проблемы и конфликты, связанные с различным пониманием и толкованием действующих норм ПУЭ. Обоснована необходимость и целесообразность пересмотра устаревших принципов и критериев, регулирующих надежность электроснабжения потребителей.

The article is an invitation to discuss a problem of normative categorization of electrical energy consumers by the degree of reliability of the power supply. In the first part of the paper, an analysis of the existing system of categorization of electric load using equipment by reliability of its power supply is provided. The categorization of reliability of electric power supply of electric equipment of oil production objects is considered in most depth. Disadvantages of the classification of the data of electric load using equipment by the required degree of reliability of the power supply, stated by the Electrical Installations Code, are shown. Problems and confusions related to different understanding and interpretation of the Electrical Installations Code regulations in force are noted. The need and viability to revise the outdated principles and criteria regulating reliability of electric power supply of electric load using equipment is justified.





### Артерии жизни/ Life arteries

Н.Н. Хренков/ N.N. Khrenkov

Статья посвящена событиям 1942 года, когда через Ладожское озеро под огнем противника были проложены кабели связи, силовые кабели и трубопровод для горючего, что было жизненно необходимо для блокированного фашистами Ленинграда.

The article is devoted to events of 1942 when communication cables, power cables and fuel pipeline were laid across the Ladoga Lake under enemy fire. That was life-saving for Leningrad blockaded by Nazis.



### Лучшие люди отрасли – Николай Николаевич Хренков/ The best people of industry – Nikolay Nikolayevich Khrenkov

В феврале 2018 года свой 80-летний юбилей отметил главный редактор нашего журнала, советник генерального директора ГК «ССТ», кандидат технических наук, действительный член Академии электротехнических наук РФ Николай Николаевич Хренков. В этом номере мы публикуем биографию Николая Николаевича, в которой отражены основные вехи его инженерной и научной деятельности.

In February 2018, the Chief-in-editor of our Magazine, Advisor of the SST Group General Director, Doctor in Technical Sciences, Full Member of the Academy of Electrotechnical Sciences of RF Nikolay Nikolayevich Khrenkov celebrated his 80th jubilee. In this issue, we publish the biography of Nikolay Nikolayevich where the key milestones of his engineering and scientific activities are shown.





# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ\*

## MASTERMAT



\* Для любых технологических процессов

**ФЛАНЦЕВЫЕ  
ПОГРУЖНЫЕ  
НАГРЕВАТЕЛИ**

**ПРОТОЧНЫЕ  
ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ**

**КАНАЛЬНЫЕ  
НАГРЕВАТЕЛИ  
ВОЗДУХА**

**НАГРЕВАТЕЛИ  
СО СМЕННЫМИ  
КАРТРИДЖАМИ**



**ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС**



141008, Московская область,  
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7  
Тел/факс: +7 495 627-72-55  
www.sst-em.ru, www.sst.ru  
email: info@sst-em.ru

Инжиниринговая компания «ССТЭнергомонтаж» — российский разработчик и поставщик систем электрообогрева и теплоизоляции для различных отраслей промышленности. «ССТЭнергомонтаж» входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии», которая является лидером российского рынка электрообогрева более 25 лет.

**Наши преимущества:**

- Комплексные решения электрообогрева «под ключ»
- Профессионализм и многолетний опыт
- Индивидуальный подход
- Техническая поддержка, консультирование и обучение
- Реализация проектов любой сложности в заданные сроки