



**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
СЕВЕРО-ЗАПАДА  
КОРПОРАТИВНЫЙ**

**КАТАЛОГ  
УЧАСТНИКОВ**



**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
СЕВЕРО-ЗАПАДА**



**ПРЕЗЕНТАЦИОННЫЙ ДЕНЬ**

**СИСТЕМЫ ПОСТОЯННОГО  
И ПЕРЕМЕННОГО  
ОПЕРАТИВНОГО ТОКА**

**14 июля 2016 года**  
**Санкт-Петербург**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР И ОРГАНИЗАТОР



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ООО «Научно-производственное предприятие «ЭКРА»</b> .....                                                                                                 | <b>3</b>  |
| Опыт и проблемы внедрения систем оперативного постоянного тока на энергетических объектах России.<br>Технические решения ООО «НПП «ЭКРА» для построения СОПТ |           |
| <b>ООО ПК «ЭлектроКонцепт»</b> .....                                                                                                                         | <b>26</b> |
| Оборудование и современные комплексные решения для СОПТ и СН подстанций                                                                                      |           |
| <b>ООО «Беннинг Пауэр Электроникс»</b> .....                                                                                                                 | <b>30</b> |
| О надежности оперативного тока как гарантии устойчивой работы РЗА подстанции                                                                                 |           |
| <b>ООО «Инженерно-техническая фирма «Лентурборемонт»</b> .....                                                                                               | <b>33</b> |
| Разработка, изготовление и ввод в эксплуатацию комплектных систем СОПТ.<br>Опыт реализации проектов на объектах ПАО «Россети»                                |           |
| <b>АО «Электронмаш»</b> .....                                                                                                                                | <b>40</b> |
| Системные решения в области СОПТ                                                                                                                             |           |
| <b>ООО «Алстрим Энерго»</b><br>(официальный представитель ООО «Промсвязьдизайн» в Северо-Западном ФО) .....                                                  | <b>47</b> |
| Система оперативного постоянного тока. Разработка и производство ООО «Промсвязьдизайн», Россия                                                               |           |
| <b>ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ»</b> .....                                                                                                                      | <b>55</b> |
| Разработка современных систем постоянного оперативного тока на базе АУОТ-М «Дубна»<br>и ПНЗП-М «Дубна»                                                       |           |
| <b>ОАО «НИПОМ»</b> .....                                                                                                                                     | <b>60</b> |
| Системы оперативного постоянного тока производства НИПОМ и применяемые новые разработки                                                                      |           |
| <b>ООО «Группа ЭНЭЛТ»</b> .....                                                                                                                              | <b>65</b> |
| Системы постоянного и переменного оперативного тока производства предприятий Группы ЭНЭЛТ                                                                    |           |
| <b>ООО «Завод Конвертор»</b> .....                                                                                                                           | <b>68</b> |
| Оборудование для систем оперативного постоянного и переменного тока                                                                                          |           |
| <b>ООО «Акку-Фертриб»</b> .....                                                                                                                              | <b>83</b> |
| Промышленные аккумуляторные батареи производства Рязанского аккумуляторного завода «Тангстоун».<br>Возможности и перспективы                                 |           |
| <b>ООО «Научно-производственное предприятие «Источник»</b> .....                                                                                             | <b>89</b> |
| Российский производитель аккумуляторных батарей для СОПТ, электрических станций и подстанций                                                                 |           |
| <b>ООО «Фирма «Источник»</b> .....                                                                                                                           | <b>93</b> |
| Шкафы оперативного тока и выпрямители.<br>Типовые решения построения систем оперативного постоянного тока:                                                   |           |

## ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

428003, Россия, Чувашская Республика,  
г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 3  
+7 (8352) 22-01-10, [ekra@ekra.ru](mailto:ekra@ekra.ru)

[www.ekra.ru](http://www.ekra.ru)

**ЭКРА** | **25** лет

### О КОМПАНИИ

**НПП «ЭКРА» осуществляет:**

- Проведение НИОКР.
- Выполнение проектных работ.
- Производство оборудования:
  - шкафов микропроцессорных устройств защиты и автоматики для электростанций мощностью 6–1200 МВт и подстанций напряжением 6–750 кВ;
  - средств организации АСУ ТП;
  - систем оперативного постоянного тока;
  - щитов собственных нужд 0,4 кВ;
  - нетиповых низковольтных комплектных устройств (НКУ);
  - систем плавного пуска высоковольтных электродвигателей напряжением 3, 6, 10, 15 кВ;
  - шкафов ВЧ-связи.
- Шеф-наладку оборудования на объекте.
- Обучение.
- Гарантийное и сервисное обслуживание.

ЭКРА осуществляет поставку полного комплекса оборудования для организации СОПТ:

- аккумуляторные батареи (АБ);
- зарядные устройства ЗПУ (тиристорного и транзисторного типа);
- устройства ввода и распределения (ЩПТ, ШОТЭ, ШРОТ, ШПОБР);
- система контроля сопротивления изоляции ЭКРА-СКИ;
- система мониторинга и связи с АСУТП;
- стабилизаторы СНПТ, DC/DC-конверторы ИППН и т.д.



## **ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ РОССИИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ООО «НПП «ЭКРА» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СОПТ**

ООО НПП «ЭКРА» занимается направлением СОПТ с 2005 года. Основные направления деятельности: проектирование, разработка, наладка и сопровождение производства шкафов для организации системы оперативного постоянного тока (СОПТ) для электростанций и подстанций, щитов собственных нужд (ЩСН) переменного тока, различных нетиповых НКУ, а также выполнение НИОКР различных электронных устройств для СОПТ и ЩСН.

Сегодня НПП «ЭКРА» выпускает более ста наименований шкафов, панелей и ящиков серии ШНЭ, в которых реализованы схемы вторичной коммутации для подстанций и станций.

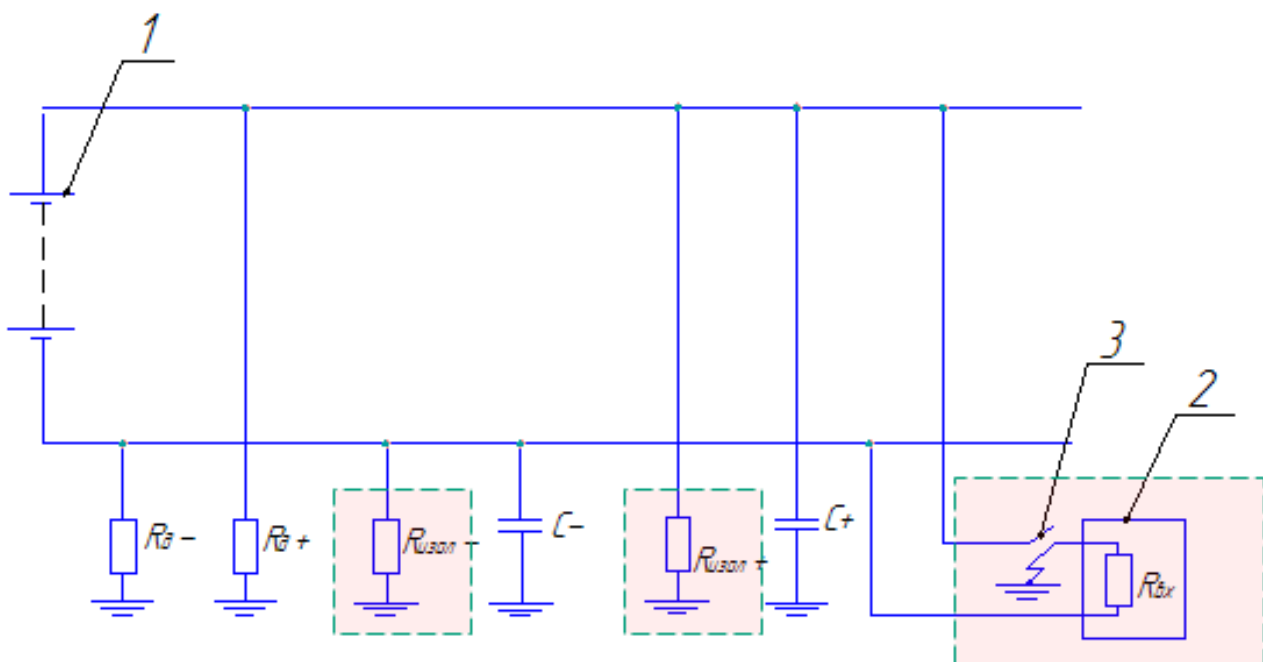
СОПТ производства ЭКРА имеет аттестацию в ПАО «Россети» и ФСК ЕЭС с 2009 года. Шкафы оперативного тока серии ШОТЭ включены в Реестр АК «ТРАНСНЕФТЬ».

Успешно выполнены поставки на объекты «РосАтома» (включая классы безопасности 4Н, 3Н и 2О), «РусГидро», «Транснефти», «Газпрома», «Роснефти», «Лукойла», «Сибур» и многие другие энергообъекты.

Как и многие производители СОПТ, ЭКРА в начале своего пути на рынке СОПТ применяла импортное решение фирмы Benderdo первых случаев аварийных ситуаций – ложных срабатываний устройств РЗА и ПА.

Проведенные исследования показывают, что в сети оперативного постоянного тока возможна ложная работа устройств РЗА и ПА без участия устройства контроля изоляции в режиме поиска поврежденного присоединения, например при замыкании положительного полюса сети на «землю» или замыкании на «землю» на участке «управляющий контакт – дискретный вход». Это происходит в случаях, когда в сети оперативного постоянного тока существует значительный перепад напряжений между полюсами сети и «землей».

Данное утверждение основывается на анализе схемы замещения СОПТ, где  $R_d$  – сопротивления резисторов, выполняющих функцию выравнивания напряжений полюсов сети относительно земли;  $R_{\text{изол}}$  – сопротивления изоляции, соответственно, положительного и отрицательного полюса СОПТ относительно «земли»;  $C$  – емкости полюсов соответственно положительного и отрицательного полюса СОПТ;  $R_{\text{вх}}$  – сопротивление обмотки реле повторителя, например газовой защиты, или дискретного входа (ДВ) микропроцессорного терминала; 1 – аккумуляторная батарея; 2, 3 – «сухие» контакты реле повторителя.



До замыкания на «землю» ДВ напряжение на положительном полюсе сети относительно «земли»:

$$U_+ = U_{\text{АБ}} \cdot (R_{\text{изол}+} // R_{d+}) / (R_{\text{изол}+} // R_{d+} + R_{\text{изол}-} // R_{d-}).$$

Напряжение на отрицательном полюсе сети относительно «земли»:

$$U_- = U_{\text{АБ}} \cdot (R_{\text{изол}-} // R_{d-}) / (R_{\text{изол}+} // R_{d+} + R_{\text{изол}-} // R_{d-}),$$

где  $U_{\text{АБ}}$  – напряжение на аккумуляторной батарее.

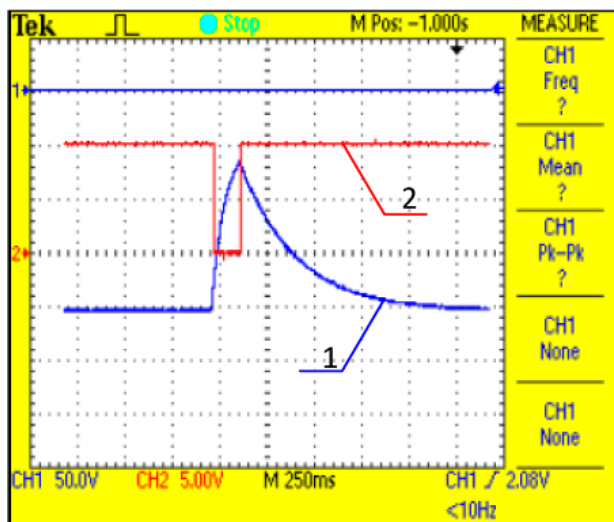
Чем меньше соотношение  $R_{d+} // R_{\text{изол}-}$ , тем меньше влияние сопротивлений изоляции на перекося напряжений на полюсах СОПТ. При напряжении на аккумуляторной батарее  $U_{\text{АБ}} = 1,1 \times U_i = 242$  В и сопротивлении изоляции полюсов, например,  $R_{\text{изол}+} = 100$  кОм,  $R_{\text{изол}-} \geq 10$  МОм, а также сопротивлении выравнивающих резисторов  $R_{d+} = R_{d-} = 200$  кОм, напряжение на положительном полюсе сети относительно «земли»  $U_+ = 60$  В, напряжение на отрицательном полюсе сети относительно «земли»  $U_- = 182$  В. Заметим, что сопротивление изоляции  $R_{\text{изол}+} = 100$  кОм обычно не сигнализируется.

При сопротивлении изоляции ДВ  $\geq 1$  МОм и разомкнутом ключе 3 напряжение на ДВ  $U_{ВХ} = 0$ . При замыкании на «землю» ДВ напряжение на входе в момент замыкания скачком увеличивается до значения 182 В (напряжения на отрицательном полюсе относительно «земли»), а затем с постоянной времени  $t = 2 \times (C_+ + C_-) \cdot (R_{\text{изол}+} // R_{ВХ} // R_{\text{изол}-} // R_{Д-} // R_{ВХ})$  уменьшается до величины:  $U_{ВХ} = U_{АБ} \cdot (R_{\text{изол}-} // R_{Д-} // R_{ВХ}) / (R_{\text{изол}+} // R_{Д+} + R_{\text{изол}-} // R_{Д-} // R_{ВХ})$

Например, при сопротивлении  $R_{ВХ} = 50$  кОм напряжение на ДВ после завершения переходного процесса составит  $U_{ВХ} = 82$  В. При емкости сети  $C = 10$  мкФ постоянная времени разряда составит  $t = 0,5$  с, что достаточно для ложного срабатывания ДВ. Например, через 50 мс после замыкания на землю ДВ напряжение на входе ДВ составит 170 В, при этом обычно максимальная задержка срабатывания составляет не более 20 мс.

Очевидно, что чем меньше величина выравнивающих резисторов, тем меньше перекося напряжений на полюсах сети при снижении сопротивления изоляции одного из полюсов, тем меньше величина напряжения на ДВ либо электромеханическом реле при замыкании его на «землю».

На рисунке приведены осциллограммы напряжения на ДВ относительно «земли» (1) и напряжения на выходе (2) платы микропроцессорного терминала РЗА при замыкании на «землю» ДВ при  $R_{\text{изол}+} = 100$  кОм,  $R_{\text{изол}-} \geq 10$  МОм,  $R_{Д+} = R_{Д-} = 200$  кОм,  $C = 10$  мкФ,  $U_{АБ} = 220$  В. Цена деления напряжения на ДВ – 50 В, цена деления напряжения на выходе МП РЗА – 5 В, цена деления времени – 250 мс. Как видно, при замыкании на «землю» на участке «управляющий контакт – дискретный вход» происходит ложное срабатывание ДВ.



При сопротивлении выравнивающих резисторов  $R_{Д+} = R_{Д-} = 10$  кОм и тех же величинах сопротивления изоляции и напряжении аккумуляторной батареи напряжение на ДВ в момент замыкания составит 110(115) В, что не приведет к ложному срабатыванию.

По результатам анализа существующих решений было обнаружено, что импортные и большинство отечественных систем СКИ являются высокоомными устройствами СКИ с внутренним сопротивлением более 10 кОм. Это приводит к возникновению недопустимого перекося напряжений на полю-

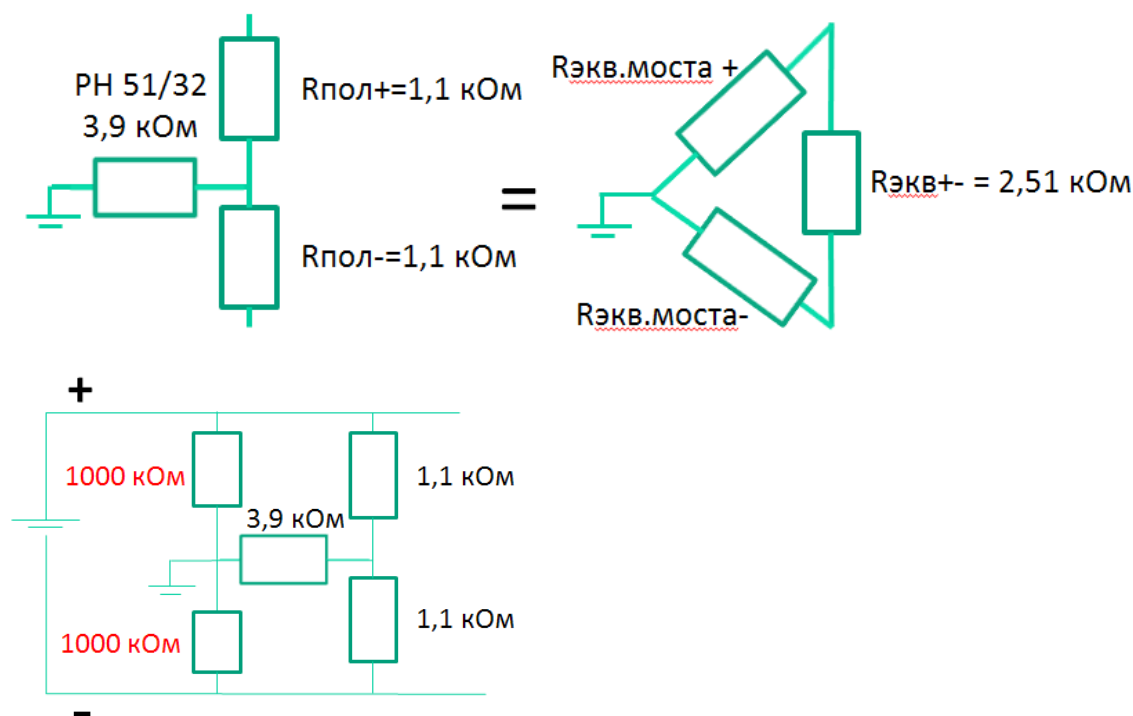
сах сети оперативного тока, что в ряде случаев приводит в авариям с серьезными последствиями. И таких недостатков не было у старых систем СКИ на базе Т-образного моста. Почему же?

Определим величину несимметрии напряжений полюсов шины оперативного тока (разность напряжений на полюсах шины оперативного тока относительно земли) (согласно определению по СТО 56947007-29.120.40.102-2011) или по другому перекося напряжений.

При применении традиционной схемы контроля изоляции на базе Т-образного моста с резисторами 1,1 кОм и реле напряжения РН51/32 (с эквивалентным внутренним сопротивлением 3,9 кОм)  $R_{\text{экв}+(-)}$  моста составит:

$$R_{\text{экв. моста}+} = R_{\text{экв. моста}-} = R_{\text{РН 51/32}} + R_{\text{пол}+} + \frac{R_{\text{РН 51/32}} \times R_{\text{пол}+}}{R_{\text{пол}-}} = 3,9 + 1,1 + \frac{3,9 \cdot 1,1}{1,1} = 8,9 \text{ кОм}.$$

Итого  $R_{\text{экв}}$  на каждый полюс составляет  $R_{\text{экв. моста}+} = R_{\text{экв. моста}-} = 8,9 \text{ кОм}$ .



Рассчитаем, каковы  $R_{\text{экв}}$  полюсов сети при использовании Т-образного моста при нормальном сопротивлении в 1 мОм и при наличии фидера со сниженным сопротивлением изоляции в 100 и 20 кОм:

При 1 мОм (эквивалентное сопротивление полюсов сети с хорошей изоляцией):

$$R_{\text{экв}+} = R_{\text{экв}-} = \frac{R_{\text{полюса сети}} \times R_{\text{экв}+}}{R_{\text{полюса сети}} + R_{\text{экв}+}} = \frac{1000 \times 8,9}{1000 + 8,9} = 8,82 \text{ кОм},$$

напряжение на полюсе + составит:

$$U_{+} = U_{-} = U_{(+ -)} \times \frac{R_{\text{экв}+}}{R_{\text{экв}-} + R_{\text{экв}+}} = 220 \times \frac{8,82}{8,82 + 8,82} = 110 \text{ В},$$

При наличии фидера со сниженным сопротивлением изоляции и  $R_{\text{нагрузки}+} = 100 \text{ кОм}$ :

$$R_{\text{экв}+} = \frac{100 \cdot 8,9}{100 + 8,9} = 8,17 \text{ кОм},$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 8,17 / (8,17 + 8,82) = 105,79 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 114,21 \text{ В}$ .

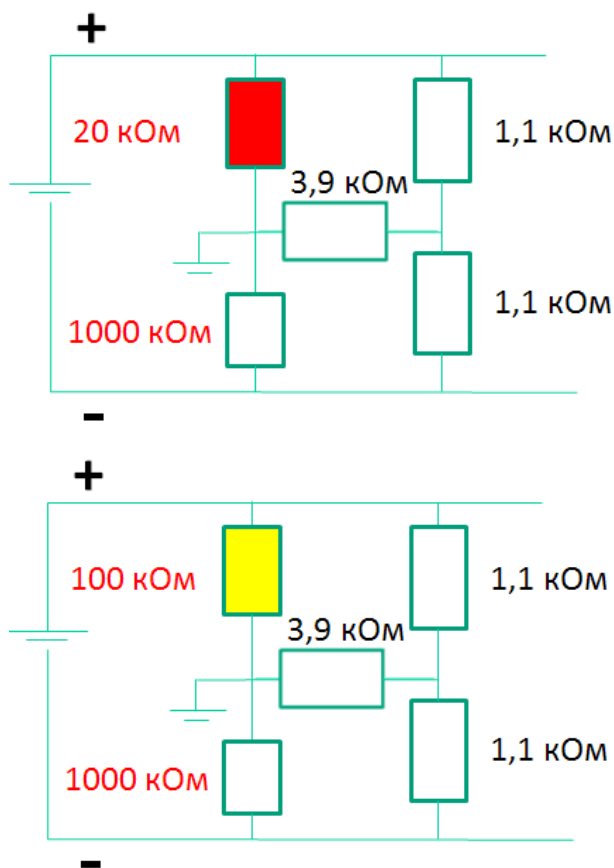
Перекас напряжений составит 8,42 В.

При наличии фидера со сниженным сопротивлением изоляции  $R_{\text{нагрузки}+} = 20 \text{ кОм}$  (критическое):

$$R_{\text{экв}+} = (20 \cdot 8,9) / (20 + 8,9) = 6,159 \text{ кОм},$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 6,159 / (6,159 + 8,82) = 90,46 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 129,54 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит 39,08 В.



При отсутствии вышеуказанного низкоомного традиционного Т-образного моста в сети СОПТ при наличии фидеров со сниженным сопротивлением изоляции перекас напряжения становится кратным и как пример составил бы:

При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 100 \text{ кОм}$ :

$$R_{\text{экв}+} = (100 \cdot 1000) / (100 + 1000) = 90,91 \text{ кОм},$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 90,91 / (90,91 + 1000) = 18,33 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 201,67 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит 183,34 В.

При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 20 \text{ кОм}$  (критическое):

$$R_{\text{экв}+} = (20 \cdot 1000) / (20 + 1000) = 19,61 \text{ кОм},$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 19,61 / (19,61 + 1000) = 4,23 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 215,77 \text{ В}$

Перекас напряжений составит 183,34 В.

Т.е. можно сделать вывод, что традиционный способ контроля изоляции на базе Т-образный мост позволяет исключить вероятность возникновения перекаса напряжений и нивелировать влияние возникновения фидера с пониженным сопротивлением изоляции.

Рассмотрим существующие системы *Bender*, *Микро-СПЗ*, *РК-13*, *HVRICM* и др.



У устройства **Bender IRDH575** внутреннее сопротивление каждого полюса составляет 360 кОм.

Таким образом, эквивалентное сопротивление каждого полюса при нормальной изоляции составит:

$$R_{\text{полюс}+} = R_{\text{полюс}-} = (360 \cdot 1000) / (360 + 1000) = 264,71 \text{ кОм.}$$

При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 100 \text{ кОм}$ :

$$R_{\text{экв}+} = (100 \cdot 264,71) / (100 + 264,71) = 72,58 \text{ кОм,}$$

напряжение на плюсе относительно земли составит:  $U_+ = 220 \cdot 72,58 / (72,58 + 264,71) = 47,34 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 172,66 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит **125,32 В!**

При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 20 \text{ кОм}$  (критическое):

$$R_{\text{экв}+} = (20 \cdot 264,71) / (20 + 264,71) = 18,60 \text{ кОм,}$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 18,60 / (18,60 + 264,71) = 14,44 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 205,56 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит **191,12 В!**

У устройства **Микро-СРЗ** внутреннее сопротивление каждого полюса составляет 200 кОм. Получаем:

$$R_{\text{полюс}+} = R_{\text{полюс}-} = (200 \cdot 1000) / (200 + 1000) = 166,67 \text{ кОм.}$$

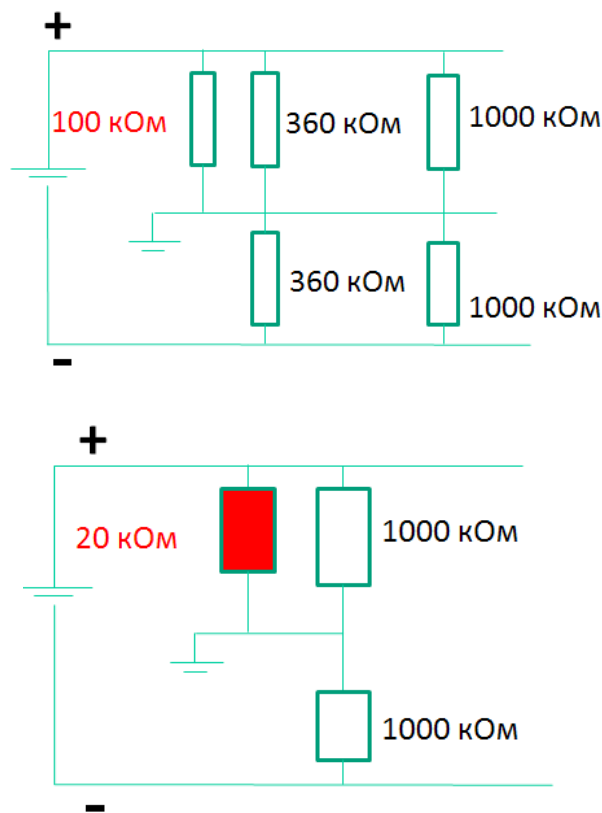
При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 20 \text{ кОм}$  (критическое):

$$R_{\text{экв}+} = (20 \cdot 166,67) / (20 + 166,67) = 17,86 \text{ кОм,}$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_+ = 220 \cdot 17,86 / (17,86 + 166,67) = 21,29 \text{ В}$ , на минусе  $U_- = 198,71 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит **177,42 В!**

У устройства **РК-11/13** внутреннее сопротивление каждого полюса составляет 100 кОм. Получаем:



$$R_{\text{полюс}+} = R_{\text{полюс}-} = (100 \cdot 1000) / (100 + 1000) = 90,91 \text{ кОм.}$$

При сопротивлении фидера на положительном полюсе  $R_{\text{нагрузки}+} = 20 \text{ кОм}$  (критическое):

$$R_{\text{ЭКВ}+} = (20 \cdot 90,91) / (20 + 90,91) = 16,39 \text{ кОм,}$$

напряжение на плюсе относительно земли составит  $U_{+} = 220 \cdot 16,39 / (16,39 + 90,91) = 33,61 \text{ В}$ , на минусе  $U_{-} = 186,39 \text{ В}$ .

Перекас напряжений составит **152,78 В!**

Как показывают расчеты, большинство систем только благодаря тому, что их терминалы (головные устройства) имеют высокое внутреннее сопротивление, способны вызвать недопустимый перекас напряжений.

Необходимо обеспечить возможность совместной работы с эквивалентом стандартной схемы контроля изоляции на основе Т-образного моста сопротивлений и реле РН51/32.

Это позволит исключить вероятность ложной работы устройств РЗА и противоаварийной автоматики при таких случаях, как замыкание дискретного входа или входа промежуточного реле на землю.

К сожалению, предлагаемые на рынке устройства СКИ не позволяют обеспечить одновременную совместную работу с традиционной схемой контроля изоляции на базе Т-образного моста.

Применяются разные ухищрения, когда две системы СКИ работают по очереди, когда с помощью ключа отключается стационарная автоматическая СКИ и включается Т-образный мост (низкая надежность такого способа ставит под сомнение такое решение).

Необходимость использования низкоомных балансирующих резисторов не более 10 кОм обоснована рядом статей наших специалистов и сторонних экспертов.

В 2007 году ООО НПП «ЭКРА» было принято решение взять лучшее от традиционной схемы контроля изоляции и разработать свою собственную систему. Так начались исследования в данной области.

Техническое задание на разработку системы были написаны при участии «РосАтома» и были изначально с максимально высокими требованиями к СКИ.

Требовалось обеспечить работу СКИ в сетях с большой емкостью до 200 мкФ, с диапазоном задаваемых уставок сопротивлений полюсов от 0 до 1000 кОм, а для присоединений – от 0 до 100 кОм. И результатом стало устройство ЭКРА-СКИ, которое на сегодня имеет референс более 150 успешных внедрений (о нем мы подробнее расскажем позже).

Внутреннее сопротивление ЭКРА-СКИ составляет всего 8,8 кОм (как у Т-образного моста). Соответственно, даже при наличии поврежденного фидера со сниженным сопротивлением изоляции 20 кОм перекас напряжений составит не более 40 В.

В технических требованиях к устройствам СКИ следует однозначно прописывать требование отсутствия ложных срабатываний РЗА, а именно за счет не превышения величины перекаса напряжений за рамки допустимых при любых состояниях системы СКИ:

- в рабочем состоянии (режиме поиска);
- в заблокированном состоянии или когда отключено.

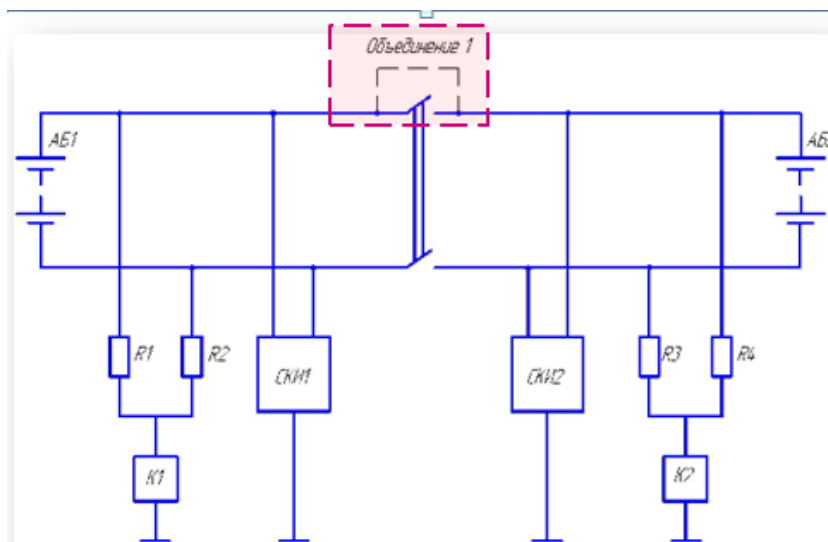
при предельно селективно-определяемом сопротивлении изоляции не менее 20 кОм.

Часто в требованиях прописывают при 1 МОм – т.е. при хорошей изоляции, при которой СКИ с сопротивлением выше 10 кОм обеспечивает отсутствие ложных срабатываний – но в итоге мы получаем мину замедленного действия!

Для понимания процессов, происходящих в сети СОПТ, необходимо требовать от производителя предоставлять протоколы испытаний с осциллограммами напряжений полюсов при работе СКИ во всех режимах работы (в том числе и при заблокированном состоянии).

К сожалению, другие производители СКИ не хотят предоставлять такие данные. Вопрос – почему?

Необходимо проводить испытания СОПТ/ЩПТ/ШОТ и т.д. с соответствующей СКИ непосредственно при приемке оборудования и вводе в эксплуатацию. Мы готовы помочь с составлением критериев приемки и видов испытаний (ПМИ) чтобы максимально исключить вероятность возникновения аварий.



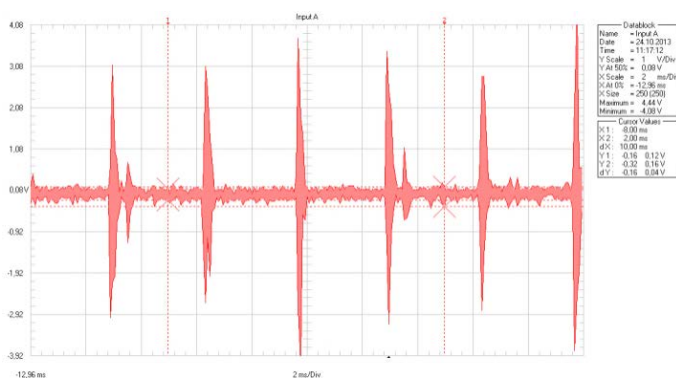
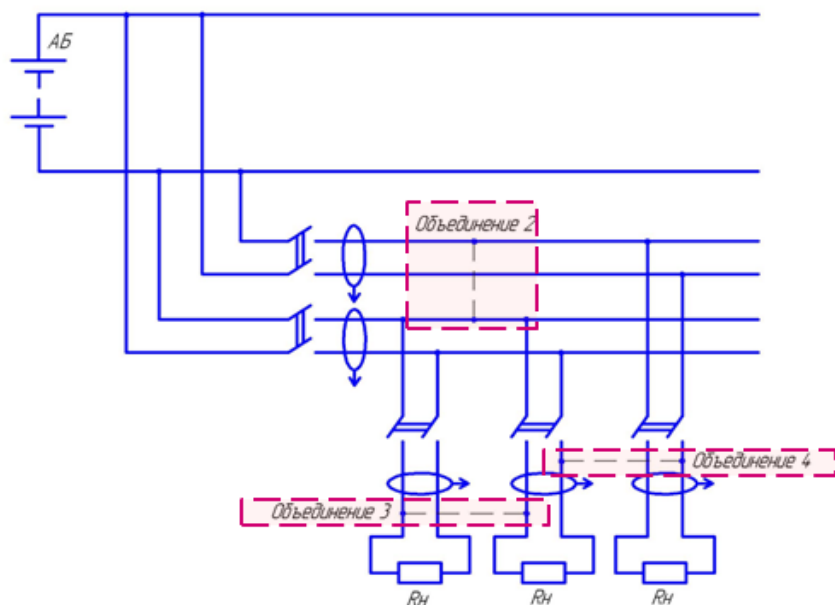
Опыт внедрения ЭКРА-СКИ на энергообъектах России показывает, что в процессе эксплуатации сети оперативного постоянного тока с традиционной схемой контроля изоляции на основе Т-моста резисторов и реле типа РН51/32 возникает проблема накопления ошибок при монтаже оборудования оперативным персоналом (гальванические объединения между аккумуляторными батареями, несколькими секциями внутри щита или несколькими нагрузками), которые невозможно определить при старой (традиционной) схеме контроля изоляции (при ручном поиске замыканий на землю).

Эти ошибки не только могут привести к аварии на ЩПТ, но и мешают работе ЭКРА-СКИ.

При объединении аккумуляторных батарей системы контроля изоляций СКИ1 и СКИ2 начинают влиять друг на друга, при этом показания меняются при каждом измерении, возможен перекося напряжений на полюсах одной аккумуляторной батареи при работе системы контроля изоляции другой аккумуляторной батареи, а также некорректная работа реле контроля симметрии аккумуляторных батарей.

При объединении полюсов между секциями или нагрузками в присоединениях возникают «кольцевые» токи, не связанных с повреждением изоляции. Это приводит к некорректным показаниям со-

противления изоляции по присоединениям, когда сопротивление изоляции по отдельным присоединениям оказываются меньше, чем сопротивление изоляции всей сети оперативного постоянного тока.



Нахождение мест гальванического объединения является непростой задачей, требующей решения в соответствии с СТО ОАО «ФСК ЕЭС» «Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования».

При наличии «кольцевых» токов в СОПТ система контроля изоляции ЭКРА-СКИ определяет сопротивление всей сети СОПТ как хорошую, а по проблемным присоединениям – как плохую (т.е. выявляет наличие «кольцевых» токов).

Наличие в системе ЭКРА-СКИ чувствительных датчиков дифференциальных токов позволяет найти ошибки в присоединениях СОПТ, которые не были найдены ранее при эксплуатации, и снизить вероятность аварий в СОПТ.

В процессе наладки систем контроля изоляции ЭКРА-СКИ на некоторых объектах выявилось наличие в СОПТ переменных дифференциальных токов в присоединениях. Эти токи связаны с применением некоторых типов тиристорных зарядно-подзарядных устройств с повышенным уровнем пульсации, а также с ошибками при прокладке кабелей в СОПТ, когда положительный токопровод одной нагрузки лежит рядом с отрицательным токопроводом другой нагрузки. При этом форма дифференциального тока в присоединениях имеет переменную составляющую 300 Гц, величина которого достигает в импульсе несколько сотен миллиампер. Такой дифференциальный ток не связан с сопротивлением изоляции и может быть определен как помеха. Форма кривой этой помехи и ее величина отличаются от тех, которые регламентированы, например стандартом ОАО «ФСК ЕЭС».

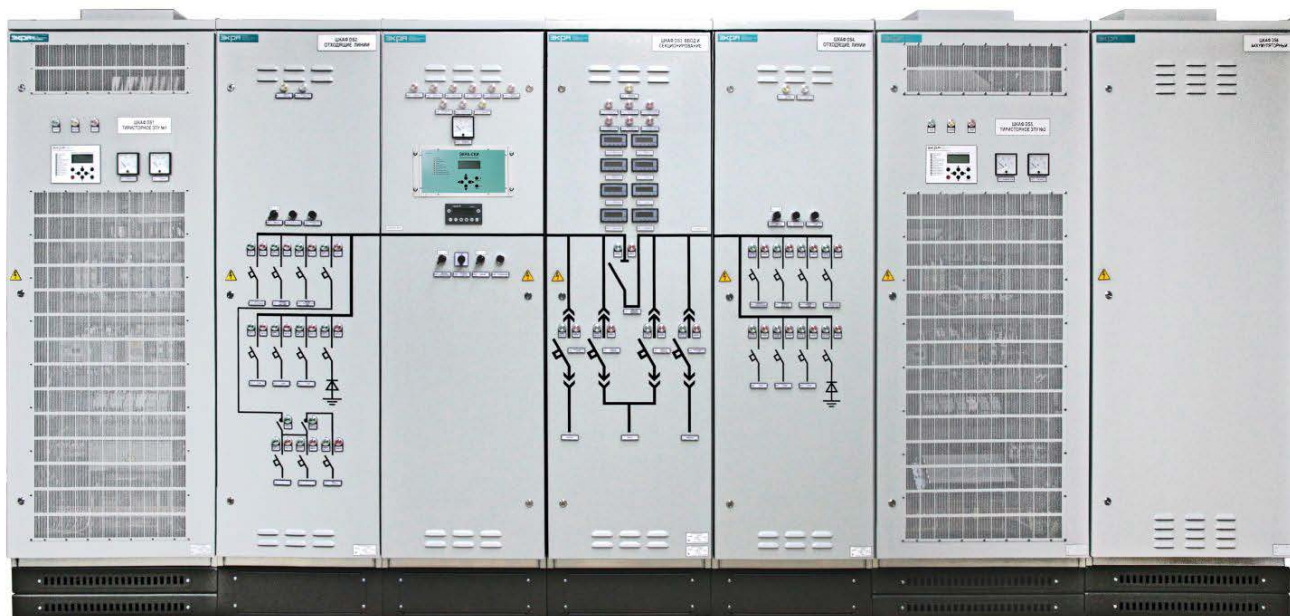
К сожалению, до сих пор нет должного понимания значимости решения вопросов связанных с контролем изоляции сети СОПТ. Для устранения пробелов и проведения обучения сотрудников и клиентов разработан испытательный стенд с устройствами ЭКРА-СКИ. На нем проводится моделирование различных схем подключения нагрузок в СОПТ с двумя АБ, двумя ЩПТ, двумя секциями, двумя удаленными ШРОТ. Разработана программа обучения специалистов для проведения обслуживания системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ, по которой предлагается пройти обучение наладочным и эксплуатирующим организациям, производителям систем оперативного постоянного тока. Также приглашаются специалисты проектных институтов и сотрудников всех заинтересованных организаций.

Более подробная информация будет выложена на официальном портале [nki.ekra.ru](http://nki.ekra.ru) и на [ekra-ski.ru](http://ekra-ski.ru).



## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ООО НПП «ЭКРА» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СОПТ

### Щиты постоянного тока



*Щит постоянного тока с системой контроля изоляции ЭКРА-СКИ и тиристорными ЗПУ.*



*Щит постоянного тока вид без дверей.*

С самого начала своего создания коллектив компании принимал активное участие в обсуждении отечественных стандартов и нормативных документов в области СОПТ для ОАО «ФСК ЕЭС», ГК «РосАтом» и «РусГидро». Благодаря этому приобретенному неоценимому опыту (в том числе) и опираясь на потребности заказчиков и современные требования по увеличению безопасности и надежности функционирования оборудования СОПТ ведущими специалистами компании разработаны типовые решения ЩПТ для подстанций и электростанций, ШОТЭ, ШРОТ, ШПОБР и ЩСН, которые позволяют реализовать СОПТ любой степени сложности. Шкафы выполняются по типовым схемам, согласованным с проектной организацией, и по индивидуальным схемам заказчика, согласованным с предприятием-изготовителем.

### Зарядно-подзарядные устройства



Одним из главных направлений разработок компании являются зарядно-подзарядные устройства, которые подразделяются на тиристорные зарядно-питающие и транзисторные зарядно-подзарядные устройства.

Тиристорные ЗПУ имеют шкафное исполнение, естественное охлаждение, диапазон исполнений по выходному току от 16 до 1200 А, а по напряжению от 12 до 950 В.

Оба типа зарядных устройств выполнены в соответствии с последними требованиями, такими как низкий уровень пульсаций (не более 0,5%) и высокая точность поддержания выходного напряжения (не хуже 0,5%), что обеспечивает большой срок службы аккумуляторных батарей..

Зарядные устройства прошли аттестацию в ПАО «Россети» и ПАО «ГАЗПРОМ».

Зарядные устройства могут выполняться в одноканальном и двухканальном исполнении (что позволяет им работать с аккумуляторными батареями, имеющими дополнительные или «хвостовые» элементы).

### **Особенности и преимущества тиристорных ЗПУ**

- Зарядные устройства имеют полностью цифровую систему управления, что обеспечивает стабильные характеристики. Ввод уставок и выбор режимов работы осуществляется только через цифровой пульт управления, а не с помощью переменных резисторов, доступ к которым обычно требуется осуществлять внутри зарядного устройства.
- Применяется естественное воздушное охлаждение (отсутствуют вентиляторы) во всем диапазоне нагрузок и при 5% перегрузке, без ограничения по длительности, что особенно актуально при эксплуатации в загрязненной атмосфере.
- По умолчанию имеется встроенный WEB-интерфейс, позволяющий организовать при отсутствии АСУ дистанционный мониторинг состояния ЗПУ на обычном компьютере без применения дополнительного программного обеспечения.
- Зарядное устройство интегрируется в единую информационную сеть с остальными элементами СОПТ.
- Имеется функция ограничения тока заряда АБ на безопасном уровне.
- Имеется функция термокомпенсации напряжения подзаряда АБ.
- Низкий уровень пульсаций (<0,5%) и высокая точность стабилизации напряжения (<0,5%) позволяют обеспечить питание нагрузки и при отсутствии АБ.
- Сейсмостойкость до 9 баллов по MSK-64.

Транзисторные модульные ЗПУ изготавливаются в двух исполнениях ЗПУ-10П с принудительным охлаждением и ЗПУ-10Е с естественным охлаждением.

### **Особенности ЗПУ-10:**

- Преобразователь, построенный на базе мостового инвертора с фазовым регулированием и мягкой коммутацией силовых IGBT- транзисторов.
- Аналого-цифровая система управления высокочастотным преобразователем.
- Встроенная система мониторинга режимов работы ЗПУ, дистанционное управление;
- Резервирование системы: полное резервирование «горячее, холодное», частичное, система N+1.



Система управления ЗПУ-10 обеспечивает следующие виды защит:

- защита от полной разрядки (отсоединитель аккумулятора);
- дистанционная электронная блокировка выхода ЗПУ;
- сигнализация пониженного напряжения в присоединённом ЗПУ (Контроль входного (сетевое) и выходного напряжения);
- постоянный мониторинг параметров ЗПУ в реальном времени;
- защита от перегрева зарядного устройства;
- контроль исправности зарядного устройства;
- индикация токовой нагрузки и режима холостого хода.

## DC/DC-КОНВЕРТОРЫ ИППН-220



DC/DC-конверторы ИППН-220 – стабилизатор напряжения с гальванической развязкой.

Основные функции DC/DC-конверторов:

- изменение уровня напряжения постоянного тока;
- гальваническая развязка между сетью постоянного тока и нагрузкой;
- защита нагрузки от электромагнитных воздействий со стороны сети постоянного тока.

Модули имеют универсальный вход, т.е. работают от сетей переменного и постоянного тока.

Необходимая мощность обеспечивается за счет параллельного включения дополнительных модулей. Общий ток нагрузки распределяется по модулям ведущим контроллером.

Модули ИППН также применяются для питания цепей электромагнитной блокировки разъединителей.

Модули ИППН имеют встроенные конденсаторы, обеспечивающие надежное срабатывание коммутационной аппаратуры питаемых потребителей при токах КЗ. Необходимо ставить параллельно выходу ИППН батарею конденсаторов.

## СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ ПОВЫШАЮЩЕГО ТИПА СНПТ



Стабилизатор напряжения повышающего типа (СНПТ) предназначен для поддержки напряжения в сети постоянного тока при разряде аккумуляторной батареи (АБ).

Режимы работы:

- стабилизация напряжения;
- байпас.

Преимущества:

- Более надежные компоненты: пленочные конденсаторы, более мощные полупроводники.
- Встроенная цепь заряда конденсаторов.
- Горячая замена модуля без отключения всей системы.
- Активное распределение нагрузки между модулями.
- Возможность изменения задания выходного напряжения с лицевой панели модуля либо с контроллера управления системой СНПТ (шина CAN).
- Фильтры ЭМС.
- Возможность работы модуля как отдельный источник питания с возможностью изменения задания выходного напряжения.

## СИСТЕМА КОНТРОЛИРУЕМОГО РАЗРЯДА

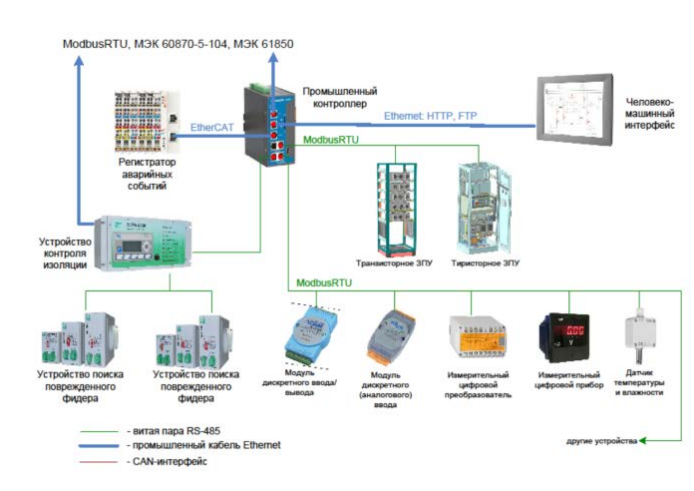


Система контролируемого разряда (СКР) предназначена для проведения разряда аккумуляторной батареи (АБ) с целью определения ее емкости. Также есть возможность проводить разряд с постоянной потребляемой мощностью (что позволяет оценить время автономной работы от АБ) и на постоянное сопротивление.

СКР является переносным устройством и не требует работ по установке и креплению к полу.

В 2016 году завершается разработка инверторов большой мощности для электростанций.

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И СВЯЗИ С АСУТП

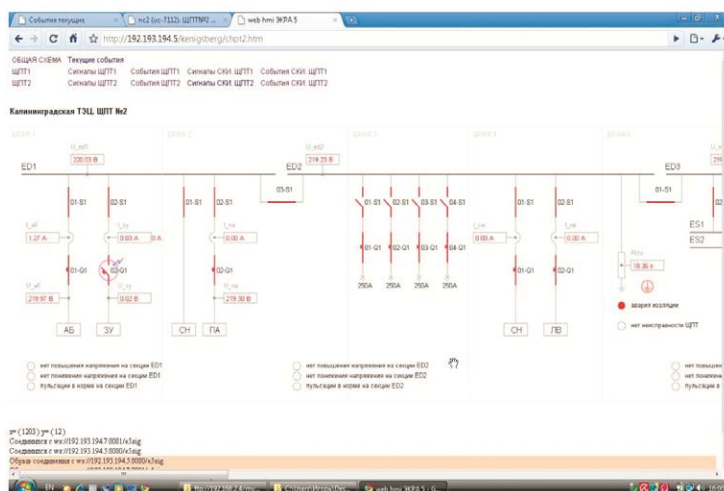


Система мониторинга и связи с АСУТП охватывает все устройства, входящие в состав СОПТ и ЩСН. Она является неотъемлемым атрибутом современных систем.

Система мониторинга обеспечивает следующие функции:

- сбор и обработка информации о состоянии коммутационного, защитного оборудования (автоматические выключатели, рубильники, предохранители, реле и др.), а также о токах и напряжениях в главных цепях СОПТ и ЩСН;
- регистрация и осциллографирование аварийных событий;
- обмен информацией с «интеллектуальными» устройствами внутри СОПТ и ЩСН (системы контроля изоляции, зарядные устройства и др.);
- управление оборудованием СОПТ и ЩСН;
- связь с АСУТП (прием команд и передача информации).

Связь с АСУТП может осуществляться через интерфейсы связи RS-485, Ethernet (основной интерфейс), радиоканал GSM и с помощью протоколов связи Modbus RTU, Modbus TCP, МЭК 61870-5-104, МЭК 61850 (MMS).



## Решение ООО НПП «ЭКРА» по СОПТ и контролю изоляции в сетях оперативного постоянного тока



Терминал СКИ



Устройство ПКИ



Датчики ДДТ

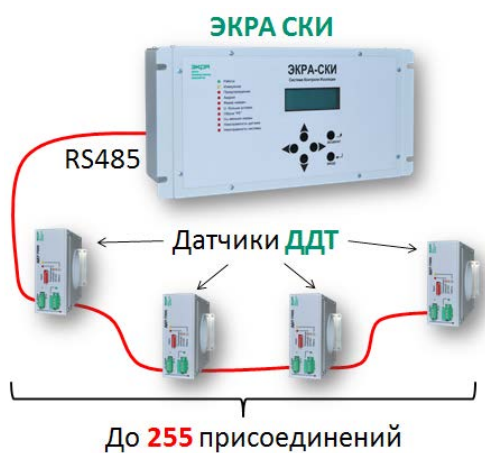


РКИЗ

### Назначение:

- Контроль сопротивлений изоляции каждого полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли».
- Автоматическое определение присоединений с поврежденной изоляцией (включая симметричное) без отключения потребителей от сети.

Новое поколение систем контроля изоляции серии ЭКРА-СКИ объединяет сильные стороны компании «ЭКРА» в инновационных продуктах контроля изоляции сети постоянного тока.



### Основные преимущества ЭКРА-СКИ

- Не вызывает ложной работы устройств РЗА и ПА.
- Совместная работа с традиционной схемой контроля изоляции на базе Т-образного моста.
- Работа в сетях с большой емкостью (до 200 мкФ!).
- Низкий уровень перекоса напряжений (не более 30 В).
- Определение симметричных коротких замыканий на землю.
- Подключение к головному устройству до 255 датчиков.
- Совместная работа нескольких систем и их взаимное резервирование.
- Возможность снять осциллограммы напряжений как на полюсах сети, так и с отходящих линий (с каждого датчика).
- Удобный интерфейс.
- Светодиоды индикации.
- Наличие архива событий.
- Связь с верхним уровнем АСУ ТП по протоколу МЭК 60870-5-104.
- Выявление ошибок присоединений и «колец» в сети СОПТ.
- Время цикла измерений сопротивления изоляции полюсов сети не более 8 секунд.
- Время цикла измерений сопротивления всех присоединений не более 30 секунд.

### Функциональные возможности:

- Автоматический сбор информации о сопротивлении изоляции всей сети и отдельных присоединений.
- Отображение на дисплее значений сопротивлений изоляции сети и отдельных присоединений.
- Отображение на дисплее величины емкости сети и напряжений на полюсах сети относительно «земли».
- Сигнализация о повреждении изоляции полюсов сети, состоянии системы контроля изоляции, выбранном режиме контроля изоляции на дисплее.

С 2009 года ЭКРА-СКИ внедрена более чем на 120 объектах. Изготовлено более 200 комплектов ЭКРА-СКИ и 8000 датчиков.

Переносное устройство контроля сопротивления изоляции ЭКРА-ПКИ работает совместно с ЭКРА-СКИ. Время измерения 10 секунд

Особенностью устройства ЭКРА-ПКИ является то, что устройство позволяет контролировать изоляцию присоединений не только с несимметричным, но и с симметричным нарушением изоляции.

Для более простых решений (там, где не требуется применение пофидерной системы контроля изоляции) предлагается использование ЭКРА-ПКИ совместно с терминалом ЭКРА-СКИ или реле контроля изоляции ЭКРА-КИ или РКИЭ.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОДУКЦИИ ЭКРА

### Надежность и гибкость применения

- Данные шкафы поставляются как устройства, прошедшие типовые испытания. Перед поставкой они проходят все необходимые электрические и механические проверки.
- Применение типовых решений и узлов облегчает установку новых функциональных блоков.

### Непрерывность электропитания

- Контроль температуры, токов и напряжений, сопротивления изоляции полюсов и отходящих фидеров и др. параметров, отслеживание событий, резервирование N+1 обеспечивает надежное бесперебойное питание ответственных потребителей.

### Безопасность персонала и оборудования

- Горячее отключение модулей ЗПУ-10 под нагрузкой обеспечивает безопасность ремонта и замены вышедших из строя модулей ЗПУ-10.
- Гарантированная безопасность персонала и оборудования возникновения неисправности.

### Стойкость к самым сложным условиям

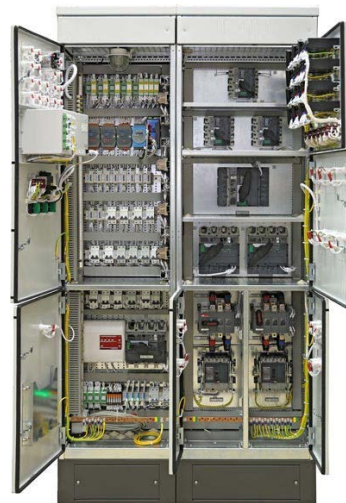
- Сейсмостойкое исполнение (опция).
- Система обогрева для исключения появления конденсата (опция).
- Принудительная вентиляция ШОТ, работающих при окружающей температуре более 45°C.

### Высочайшие требования к контролю качества

- Непрерывный контроль в испытательных лабораториях ЭКРА.
- Прохождение испытаний по самым жестким требованиям и стандартам. В ходе типовых испытаний проверяется:
  - превышение температуры;
  - диэлектрические свойства;
  - прочность при коротком замыкании;
  - эффективность цепи защиты;
  - зазоры и пути утечки;
  - механическая работоспособность;
  - степень защиты.

### Высокая степень интеллектуализации оборудования

- Интеграция с любой АСУ ТП.
- Все оборудование объединяется в единую информационную сеть.
- Поддержка протоколов Modbus RTU/TCP; МЭК 60870-5-104 (по умолчанию), МЭК 61850(MMS).
- Реализация Web-интерфейса.



## ПЕРСПЕКТИВЫ

На протяжении нескольких лет в ООО НПП «ЭКРА» одновременно с проектированием и производством НКУ ведется активная разработка преобразовательной техники и различных систем контроля и автоматики для обеспечения полного комплекса поставки систем собственных нужд постоянного тока и переменного тока подстанций и электростанций.

Все устройства разработки не только решают свои основные задачи, но также обеспечивают оперативный персонал информацией о своем текущем состоянии (причем дистанционно), а также позволяют предупредить о возможных авариях.

Специалисты предприятия поддерживают связь с клиентами, оказывают техническую поддержку по вопросам наладки, ввода в эксплуатацию и обслуживания. Проводится обучение эксплуатирующего персонала на объекте.

Взаимодействие опытных и молодых сотрудников в этом коллективе даёт хороший результат – постоянно растущее шкафное производство, новые высокоинтеллектуальные разработки и высокое качество выпускаемого оборудования.

Выпускаемые устройства, постоянно совершенствуются и модернизируются, чтобы соответствовать новым требованиям со стороны заказчиков. Приобретая системы оперативного тока и щиты собственных нужд разработки отдела НКУ, заказчик получает полнофункциональные законченные решения.



## ООО ПК «ЭЛЕКТРОКОНЦЕПТ»

Россия, 141240, Московская обл., Пушкинский р-н,  
г. Пушкино, мкр. Мамонтовка, ул. Центральная, д. 2, пом. 11  
Тел./факс: +7 (383) 362-12-25

info@vtzp.ru

**www.vtzip.ru**



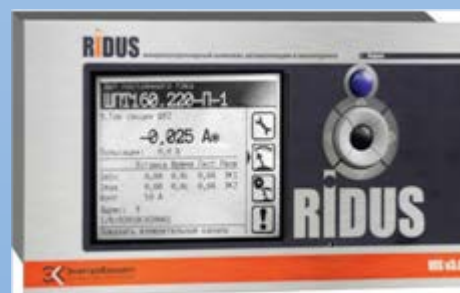
### О КОМПАНИИ

Производственная компания «ЭлектроКонцепт» была основана в 2008 году и занимается разработкой и производством электротехнического оборудования собственных нужд электрических станций и подстанций 35–750 кВ.

Специалистами нашей компании разработан комплекс «Интеллектуальные собственные нужды», составляющими которого является следующее оборудование:

- аккумуляторные герметизированные энергетические модули серии АГЭМ со сроком службы 20 лет и встроенной системой контроля и диагностики (СКИД);
- современные зарядно-подзарядные устройства серии ВТЗП с цифровой системой управления;
- высоконадежные щиты постоянного тока;
- щиты собственных нужд 0,4 кВ с высокой степенью секционирования и безопасности;
- программно-аппаратный комплекс RIDUS для мониторинга и управления оборудованием СОПТ и СН и интеграции в АСУ ТП;
- система контроля поиска снижения изоляции RIDUSISO.

Все оборудование ПК «ЭлектроКонцепт» производится высококвалифицированными специалистами на базе нашего предприятия в г. Новосибирске, аттестовано в ПАО «Россети» и эксплуатируется на многих энергетических объектах таких компаний как «Лукойл», «Газпром», «Роснефть», ПС 35–500 кВ «ФСК ЕЭС» и «Россетей», гидростанциях «РусГидро», электростанциях «ТГК» и «ОГК», «Мосэнерго», «МОЭСК», атомных электростанциях «Концерн Росэнергоатом», а также на различных промышленных объектах и добывающих предприятиях.



## ОБОРУДОВАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОПТ И СН ПОДСТАНЦИЙ

**Щиты постоянного тока** на 110 и 220 В / 80–1250 А выполняются на основе современных надежных защитно-коммутационных аппаратов.

**Автоматизация и мониторинг** ЩПТ реализованы на базе микроконтроллерного комплекса **РИДУС**.

В 2015 году **МКА РИДУС** пополнился стационарной и переносной системами контроля изоляции и поиска утечки на землю.

Утечки на землю в системах питания оперативного постоянного тока (СОПТ) могут стать причинами различных видов аварий. Замыкание на землю может вызывать ложную работу или отказ защит, создавая угрозу для нормального функционирования системы передачи и распределения электроэнергии. Протекание тока между полюсами и землей должно быть предотвращено как можно быстрее, т.к. процесс может развиваться лавинообразно. Из-за сложных и динамичных характеристик систем постоянного тока, часто очень сложно определить место утечки.

Стационарная система **РИДУС СКИ** предназначена для непрерывного контроля сопротивления изоляции кабельных линий относительно «земли» и автоматического поиска линии со сниженным сопротивлением изоляции. Для локализации и поиска места утечки используется переносной комплект **РИДУС ПКИ**.

### Особенности и преимущества СКИ и ПКИ РИДУС

- Мостовая схема (отсутствие инъекции в сеть постоянного тока, балансировка напряжения полюсов относительно земли).
- Определение при «симметричной земле» и «закольцованной» схеме.
- Быстрая и устойчивая работа, в том числе с емкостями до 250 мкФ.
- Определение фидера с утечкой с сопротивлением изоляции до 200 кОм.
- Поиск места утечки на землю в кабеле с указанием направления поиска.



- Измерение переменной составляющей в сети постоянного тока.
- Режим амперметра.
- Измерение напряжения относительно земли.
- Графическое отображение сигналов.

Основным источником питания СОПТ являются **зарядно-подзарядные выпрямители серии ВТЗП** производства ПК «Электроконцепт» – надежные и хорошо зарекомендовавшие себя на сотнях подстанций и электростанций устройства. Применение МКА РИДСУ в ВТЗП позволило существенно расширить функционал данной серии выпрямителей.

Также на базе ВТЗП производятся **комплектные установки постоянного оперативного тока УОТ**, имеющие полный набор функций, отвечающий требованиям к СОПТ норм и стандартов ПАО «Россети».

Наиболее компактные комплектные установки выполняют на базе **модульных выпрямителей транзисторного типа с естественным охлаждением УОТ-М**. В линейке устройств предусмотрен вариант с размещением батареи 220 В емкостью до 92 А·ч в отдельном отсеке в основном шкафу установки.

В качестве резервного источника питания СОПТ комплектуются **аккумуляторными батареями** различного типа. ПК «Электроконцепт» производит **аккумуляторные энергетические герметизированные модули – АГЭМ**, представляющие собой полностью необслуживаемые аккумуляторы, интегрированные в модули 12 В. Конструкция модуля АГЭМ представляет собой часть интегрированного стеллажа сейсмостойкого исполнения.

Для повышения надежности и своевременного выявления проблем, батареи на базе модулей АГЭМ комплектуются **системой поэлементного контроля и диагностики СКИД АБ**, обеспечивающей непрерывный контроль основных параметров элементов в различных режимах работы, условий эксплуатации, и сигнализируют при обнаружении отклонений или неполадок.

Кроме комплекса оборудования для СОПТ, ПК «Электроконцепт» производит **щиты серии ВРУ 0,4 кВ для питания собственных нужд** объектов энергетики.



Отличительные черты данного оборудования:

- высокая надежность, обеспечиваемая внутренним секционированием уровня 3b в стандартном исполнении;
- безопасность для обслуживающего и эксплуатационного персонала – отсутствие незащищенных токопроводящих частей, доступных при открывании дверей шкафов ВРУ;
- использование высококачественных современных защитно-коммутационных аппаратов ведущих российских и зарубежных производителей.

## ООО «БЕННИНГ ПАУЭР ЭЛЕКТРОНИКС»

Россия, 142000, Московская область,  
г. Домодедово, микрорайон Северный,  
владение «Беннинг», строение 1  
тел.: +7 (985) 784-36-30

[www.benning.ru](http://www.benning.ru)

# БЕННИНГ

### О КОМПАНИИ

Подмосковная компания «Беннинг Пауэр Электроникс» почти два десятилетия известна как разработчик и производитель систем бесперебойного электропитания для различных технологических объектов.

Проект локализации нашего производства в России был реализован еще до того, как импортозамещение стало национальной программой, когда в октябре 2013 года был введен в эксплуатацию Домодедовский завод «Беннинг Пауэр Электроникс», рассчитанный на выпуск практически всей гаммы электротехнического оборудования «Беннинг» в соответствии с российскими стандартами.

Завод расположен на юге Московской области, в промышленной зоне Домодедово Северное. На участке площадью 1,1 Га возведено новое здание, производственные мощности которого занимают более 4500 м<sup>2</sup> и полностью оснащены современной инженерной инфраструктурой.

Домодедовский завод выпускает агрегаты, которые эксплуатируются энергетическими службами крупнейших нефтегазовых и химических предприятий, работают на объектах энергетики, транспорта и обороны России.

В настоящее время производство вышло на полную мощность и предлагает полный комплекс услуг в сфере создания систем электропитания: разработка, проектирование, производство и поставка оборудования, монтаж и ввод в эксплуатацию, обучение персонала заказчика, гарантийное и сервисное обслуживание оборудования.



*Выпрямитель Тиротроник*



*Щит постоянного тока серии VF*



*Система оперативного  
постоянного тока Тиросот-М*

## **О НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА КАК ГАРАНТИИ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ РЗА ПОДСТАНЦИИ**

Домодедовский завод электротехнического оборудования «Беннинг» известен как разработчик и производитель систем бесперебойного электропитания и оперативного тока различных технологических объектов, включая и силовые подстанции энергосети России.

Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) являются одним из важнейших элементов подстанций, так как качество и надежность питания всего комплекса её защит и управления определяют способность подстанции выполнять свои функции. Развитие технологии современных микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) подстанций ведет к появлению новых требований как к самим подстанциям, так и к системам оперативного тока, что влечет за собой изменение их конструктивных и функциональных особенностей.

В данном докладе рассматриваются неотъемлемые части систем оперативного тока – выпрямительные устройства, а также критерии их выбора при проектировании оптимальной структуры СОПТ современной подстанции.

Наличие большого числа требовательных к качеству и надежности питания микропроцессорных устройств РЗА предъявляет особые требования к оперативному току. СОПТ является элементарной базовой ячейкой, встраиваемой в общую систему защит подстанции и сети в целом.

Требования к СОПТ определяются типом используемых аккумуляторных батарей и параметрами наиболее важных потребителей и зависят, в первую очередь, от входящих в их состав зарядно-выпрямительных устройств. При этом выбор технологии применяемых выпрямителей остается за проектной организацией и однозначным образом в нормативных документах не конкретизирован.

В настоящее время существуют три основных вида выпрямителей, каждый из которых может быть использован в СОПТ с учетом особенностей конкретного проекта:

- тиристорные выпрямители;
- импульсные выпрямители с высокочастотным преобразованием;
- выпрямители на базе IGBT-транзисторов.

### **Тиристорные выпрямители**

Наиболее распространенные тиристорные выпрямители зарекомендовали себя как надежные и простые в эксплуатации, обеспечивают должную устойчивость к внешним воздействиям, имеют естественное охлаждение. Несмотря на такие недостатки, как большие габариты, искажение синусоидальности питающей сети, высокие пульсации и низкий КПД, данные выпрямители все еще сохраняют конкурентоспособность и широко востребованы.

### **Импульсные выпрямители**

Импульсные выпрямители представляют собой двухступенчатое устройство с преобразованием выпрямленного напряжения сети в высоковольтное импульсное с последующим выпрямлением. Плюсом схемы являются высокие статическая стабилизация и динамические параметры, КПД более 90%, компактные размеры.

Компания «БЕННИНГ» специально для использования в усложненных условиях разработала новую серию модульных выпрямительных систем с конвекционным охлаждением, в их составе нет вентиляторов. Посторонние вещества и пыль не могут активно проникать внутрь, в отличие от приборов с принудительным охлаждением, что используется при критических условиях окружающей среды.

### **Выпрямители на базе IGBT-транзисторов**

Другая инновационная технология выпрямителей – их построение на базе IGBT-транзисторов. При всей схожести импульсной и IGBT-технологий, области их применения различаются: так, первую целесообразно применять при мощностях единичного преобразователя до 5-10 кВт, то есть в типоразмерах модульных преобразователей. IGBT-технология более востребована при больших мощностях. Данная технология позволяет организовать режим рекуперации с возвратом в сеть энергии разряда батареи при ее тестировании. Недостатки – это высокие стоимость и термонагруженность отдельных узлов установки, что ужесточает требования к системе охлаждения.

### **ВЫБОР СОПТ**

Для обеспечения бесперебойной и качественной работы систем управления объекта необходимо ответственно подойти к выбору СОПТ, основываясь на преимуществах и недостатках представленных выше систем, учитывая как характеристики систем, так и надежность оборудования, беря во внимание опыт использования, наличие необходимых сертификатов и репутацию производителя.

С учетом изложенного и в связи с тем, что нормы технологического проектирования определяет понятие и условия применения децентрализованных СОПТ, это позволило создать компактную систему ТИРОСОТ-М, объединяющую в едином конструктиве выпрямители, батарею, инверторы и распределительные панели с системой контроля.

Географический масштаб, условия эксплуатации и удаленность объектов потребовали применить модульный принцип построения такой СОПТ на базе компактных выпрямителей и модульных инверторов, что позволяет легко производить увеличение выходной мощности и установку резервных модулей (резерв N+1, N+2 и т.д.) даже без отключения оборудования (исполнение hot-plug и plug-and-play). Кроме того, для резервного питания оборудования технологической связи, устройств контроля, сигнализации и различных вспомогательных устройств система может быть дополнена DC/DC преобразователями, что обеспечит и режим полной гальванической развязки и резервирования для питания цепей оперативной блокировки разъединителей.

Рассмотрены схемотехнические решения, обеспечивающие надежность срабатывания защитных аппаратов, предложен соответствующий расчет с выполнением требований селективного отключения от сверхтоков.

Специалисты завода «БЕННИНГ» предлагают собственную отечественную разработку типового шкафа гарантированного питания на базе модульных преобразователей применительно к сетевым объектам, которое используется для обеспечения бесперебойным питанием постоянным и переменным током ответственных потребителей подстанции.

## ООО «ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИРМА «ЛЕНТУРБОРЕМОНТ»

Россия, 191036, г. Санкт-Петербург,  
Невский пр., д. 109, лит. А, пом. 3-Н  
Тел.: +7 (812) 536-98-68, [lenturbo@yandex.ru](mailto:lenturbo@yandex.ru)

[www.lenturbo.ru](http://www.lenturbo.ru)



### О КОМПАНИИ

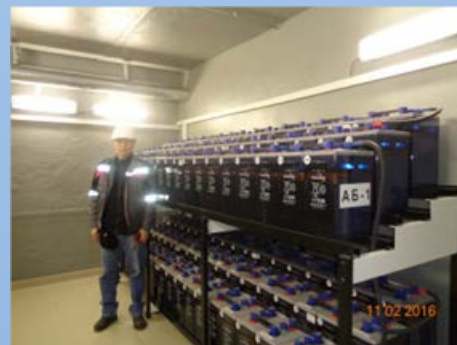
«Инженерно-техническая фирма «Лентурборемонт» успешно работает в области энергетики с 1996 года. За это время наше предприятие завоевало доверие заказчиков как в России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Последние 10 лет электротехнический отдел нашего предприятия успешно выполняет «под ключ» работы по проектированию, изготовлению электрооборудования (ЩПТ, ЩСН и ВЗА нашего производства аттестованы для применения на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети»), монтажу, пуско-наладке и вводу в эксплуатацию на объектах ФСК ЕЭС, ТГК-1, ТГК-2, «Фортум», «РусГидро», «Ленэнерго» и др.

Мы активно внедряем передовые технологии, которые обеспечивают нашим заказчикам эффективные и надежные решения при оптимальном соотношении цена/качество.

Наличие у нас необходимых ресурсов и многолетний успешный опыт по проектированию, изготовлению, монтажу и наладке систем СОПТ, ЩСН 0,4 кВ и бесперебойного питания позволяет уверенно и ответственно говорить о наших возможностях для успешной реализации задачи любой степени сложности.

Сотрудники нашего предприятия с 2010 г. приглашены ФСК ЕЭС в рабочую группу по доработке и внедрению стандартов СОПТ.



## **РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ КОМПЛЕКТНЫХ СИСТЕМ СОПТ. ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ НА ОБЪЕКТАХ ПАО «РОССЕТИ»**

В годовых объемах реализации ИТФ «Лентурборемонт» по объектам энергетики в РФ и странам ближнего и дальнего зарубежья работа электротехнического отдела занимает не очень большую долю. Однако за последние 10 лет отдел успешно выполнил «под ключ» частичную или полную замену АБ, СОПТ, ЩСН и ДГУ на нескольких десятках объектов.

### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД И ПРИМЕРЫ ОБЪЕКТОВ**

Наиболее интересными и сложными являются работы по последовательной цепочке «проектирование – изготовление оборудования – комплектация материалами – СМР/ПНР – ввод в эксплуатацию» следующих электроподстанций:

- ПС 330 кВ «Выходной» (АБ, ВЗА – 2 шт., ЩПТ, ЩСН 600 А) – монтаж с технологической АБ, установка СОПТ и ЩСН на месте старого оборудования;
- ПС 750 кВ «Новобрянская» (АБ – 2 шт., ВЗА – 4 шт., ЩПТ – 2 шт., ЩАВ – 5 шт.) – монтаж с технологической АБ, установка ЩПТ на месте старого оборудования;
- ПС 220 кВ «Медвежьегорск» (АБ, ВЗА – 2 шт., ЩПТ) – монтаж с технологической АБ, установка СОПТ на месте старого оборудования;
- ПС 220 кВ «Суоярви» (АБ, ВЗА – 2 шт., ЩПТ, ИБП связи) – монтаж с технологической АБ, установка СОПТ на месте старого оборудования;
- ПС 220 кВ «Ляскеля» (АБ, ВЗА, ЩПТ) – монтаж с технологической АБ;
- ПС 220 кВ «Сортавала» (АБ, ВЗА, ЩПТ, ИБП связи) – монтаж с технологической АБ, установка СОПТ на месте старого оборудования;
- ПС 330 кВ «Псков» (контейнерный дизель-генератор 630 кВА, УПП для насосов и компрессоров, АВР 1000 А) – установка на месте старого оборудования;
- ПС 220 кВ «Шангалы» (АБ, ВЗА, ЩПТ, ЩСН 800 А) – монтаж с технологической АБ, установка СОПТ и ЩСН на месте старого оборудования;
- ПС 220 кВ «Вельск» (контейнерная АБ, ВЗА – 2 шт., ЩПТ) – монтаж с технологической АБ;
- Саратовская ГЭС (АБ, ВЗА – 4 шт., ЩПТ – 2 шт., УСНПТ 600А – 2 шт.) – работа в условиях действующей гидростанции, установка на месте старого оборудования;
- ПС 330 кВ «Юго-Западная» (АБ – 2 шт., ВЗА – 4 шт., ЩПТ – 2 шт., ЩАВ – 2 шт., ЩСН 1000 А, 10 кВ – 17 ячеек) – монтаж с технологической АБ, установка ЩСН на месте старого оборудования, сопряжение с существующей ДГУ;
- ПС 330 кВ «Апатиты» – в работе (АБ – 2 шт., ВЗА – 4 шт., ЩПТ – 2 шт., ЩАВ – 2 шт., ЩСН 1000 А) – монтаж с технологической АБ, установка ЩСН на месте старого оборудования, сопряжение с существующей ДГУ.

## СЕРТИФИКАЦИЯ И АТТЕСТАЦИЯ

Оборудование ЩПТ и ЩСН нашего производства аттестовано для применения на объектах ОАО «Россети» в 2012 г. На предприятии действуют системы сертификации ИСО 9001 (СМК), ИСО 14001 (Экологии), «ЭнСертико» и СРО на ПИР и СМР/ПНР для особоопасных объектов.

С 2010 г. наши специалисты приглашены в рабочую группу ФСК ЕЭС по доработке и внедрению стандартов СОПТ по проектированию, разработке и выбору оборудования АБ, ВЗА, ЩПТ и УСНПТ.

В марте-апреле 2016 г. проведены очередные периодические испытания и получены сертификаты ТР ТС на оборудование ЩПТ и ЩСН нашего производства.

Основой для успешной реализации наших проектов являются:

1. Использование современных схемотехнических решений на базе отечественных и импортных устройств и компонентов, которые прошли тщательную проверку и имеют успешный опыт эксплуатации на объектах энергетики в регионе (более 60 объектов).
2. Инженерные расчеты и проектные решения, которые подтверждают соответствие технических параметров и потребительских свойств наших систем ОПТ и ЩСН современным требованиям надежности и условиям эксплуатации на электрических подстанциях с микропроцессорными защитами (в т.ч. современные меры по ЭМС и импульсной защите от перенапряжений).
3. Конструктивное взаимодействие со всеми участниками производственного процесса в ходе подготовки и выполнения работ «под ключ».

Наличие необходимых ресурсов и многолетний успешный опыт нашей фирмы по проектированию, изготовлению, монтажу и наладке систем ОПТ, ЩСН 0,4 кВ, ДГУ и бесперебойного питания позволяет уверенно и ответственно говорить о наших возможностях для успешной реализации задачи любой степени сложности.

## ОСОБЕННОСТИ СОПТ ИТФ «ЛЕНТУРБОРЕМОНТ»

СОПТ производства ИТФ «Лентурборемонт» представляет из себя комплектную систему на базе современных отечественных и импортных комплектующих, модулей и блоков, предназначенных для работы на постоянном токе. Все комплектующие сертифицированы и соответствуют требованиям безопасности и экологии.

В состав комплектных СОПТ, как правило, входит следующее оборудование, материалы и комплектующие:

**АБ** – аккумуляторные батареи увеличенного ресурса, предназначенные для режима толковых токов с отбором большой мощности (используем более 15 лет);

**ВЗА** – модульные выпрямительно-зарядные агрегаты с ВЧ-преобразованием сетевого напряжения (используем более 10 лет);

**ЩПТ-К** – модульные щиты постоянного тока с микропроцессорным контролем и управлением (изготавливаем 10 лет);

**ЩАВ (ЩРОТ)** – выносные щиты автоматических выключателей;

**УСНПТ** – модульные динамические стабилизаторы (конверторы) напряжения с ВЧ-преобразованием напряжения постоянного тока (опция);

**Выпрямители питания блокировки разъединителей** на базе модулей с ВЧ-преобразованием сетевого напряжения (опция);

**Временная (технологическая) АБ** для выполнения работ без отключения оперативного тока – имущество Подрядчика, в поставку не входит;

**Временная (технологическая) система СОПТ-В** для выполнения работ без отключения оперативного тока – имущество Подрядчика, в поставку не входит;

**Комплектные системы** приточно-вытяжной вентиляции, рабочего и аварийного освещения и электрического автоматизированного отопления аккумуляторного помещения, эл/щит питания этих систем;

**Кабельно-проводниковая продукция;**

**ЗИП, инструменты и оснастка** для эксплуатации и технического обслуживания.

По безопасности, конструкции, комплектации, схемотехнике СОПТ-К соответствует актуальным требованиям государственной и отраслевой нормативно-технической документации, что подтверждается фактами аттестации и сертификации оборудования.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА СОПТ**

### **Гибкие решения**

- любые варианты схем СОПТ-К;
- конфигурация под конкретный объект;
- сопряжение существующего оборудования с новым;
- применение прикладных программ расчета.

### **Свободная элементная база**

Применяется продукция ABB, Schneider Electric, Wago, Bender, НПО «Вибратор», OEZ, «Энергосоюз» и проч.

### **Свободные габариты и компоновка**

Новые панели, уличные и навесные панели и дискретное наращивание мощности размещаются на месте демонтируемого оборудования, обеспечивается доустановка элементов панелей и блоков без отключения систем для развития систем СОПТ.

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

За 10 лет эксплуатации наших СОПТ на объектах ФСК ЕЭС отработана схемотехника и локализован состав оборудования, комплектующих и электроустановочных изделий.

По параметру низкой надежности и высокой стоимости из состава оборудования СОПТ-К исключены модули фирм Convertronic и PowerInnovation .

При непосредственном участии НПО «Вибратор» (С.-Петербург) успешно проведена доработка ПО и системы питания регистраторов аварийных событий тип Regigraf.

Слабым звеном являются преобразователи тока и напряжения производства «Энергосоюз» (Беларусь) по критерию надежности, предохранители-разъединители ОЕЗ по критерию долговечности и щитовые индикаторы Circutor по большим срокам поставок.

**Надежность, ремонтпригодность и простота эксплуатации наших СОПТ** подтверждается повторными заказами полных комплектов СОПТ и отдельного оборудования для реконструкции в условиях действующих электроподстанций.

**Надежность выпрямительно-зарядных агрегатов (ВЗА) и динамических стабилизаторов сетевого напряжения (УСНПТ)** обеспечивается их модульной структурой и работой с автоматическим делением нагрузки в условиях низкого качества сетевого напряжения и плохой ЭМО. Системы ВЗА и УСНПТ сохраняют работоспособность при отказе любого модуля или группы модулей, которые могут быть быстро отремонтированы в нашем сервисном центре или самостоятельно.

Для примера: вес модуля ВЗА мощностью 2,75 кВт составляет на более 2,5 кг.

При стандартном гарантийном сроке на наше оборудование СОПТ (36 месяцев) за указанный период все ремонты и восстановление оборудования производятся бесплатно.

**Для исключения ошибок персонала, локализации неисправностей и анализа событий и аварий** СОПТ оборудования системами сигнализации и мониторинга:

- местная сигнализация по мнемосхеме на светодиодах с отражением состояния и положения всех защитно-коммутационных аппаратов;
- местная индикация напряжений и токов на лицевой панели ЩПТ, ВЗА, ЩАВ (ШРОТ);
- местная индикация на регистраторе аварийных событий – графики и диаграммы напряжения, токов и Изоляции и дискретных событий;
- дистанционная индикация на панели ЦС;
- дистанционная индикация на АРМ дежурного и/или АСУ ТП по стандартному протоколу обмена.

Возможный состав сигналов и их информативность существенно превышают отраслевые требования и ограничиваются исключительно пропускной способностью системы АСУ ТП/ССПИ.

## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

По причинам технологических сложностей изготовления, малых объемов закупок и жесткой конкуренции до настоящего времени затруднительно отказаться от следующих импортных комплектующих и оборудования:

- модули для ВЗА и УСНПТ, т.к. отечественные изделия имеются только на 48, 60 и 110 В<sub>dc</sub>. На 220 В<sub>dc</sub> мощность ограничена несколькими киловаттами;
- автоматические 2-х полюсные выключатели постоянного тока на диапазон 4-63 А с разными характеристиками;
- разъемы, клеммы.

Надеемся, что в ближайшее время отечественные компании освоят серийное производство аккумуляторных батарей для толчковых токов с ресурсом не менее 20 лет.

Каркасы, рамы, крепеж и прочие конструктивные элементы в силу необходимого «свободного размера» оборудования СОПТ подбираются у отечественных изготовителей, которые работают по лицензиям компаний Rittal, ABB, Schneider Electric.

## СТОИМОСТЬ

Соотношение стоимости отдельных компонентов и оборудования в составе комплектной СОПТ:

- АБ – 30%;
- ЩПТ и ЩАВ – 40%;
- ВЗА (2 шт.) – 25%;
- ЗИП и приборы – 5%.

Стоимость работ проектированию, изготовлению и СМР/ПНР на объекте:

- ПИР и конструкторская документация – 2%;
- СОПТ-К (по п. 8.1) – 73%;
- материалы (кабель) – 10%;
- СМР/ПНР – 15%.

Дорогостоящие опции в составе СОПТ-К:

- пофидерный контроль сопротивления Bender стационарный ;
- переносное устройство контроля сопротивления Bender;
- применение АБ с дополнительными элементами;
- применение плавких рубильников-предохранителей на малые токи.

## ГАРАНТИЯ И СЕРВИС

Гарантийный период на оборудование комплектных СОПТ составляет 36 месяцев с даты ввода оборудования в эксплуатацию.

Гарантийные обязательства обеспечены работой сервисного центра ИТФ «Лентурборемонт» и «горячей линией».

При пусконаладке и вводе оборудования в эксплуатацию обязательно проводится техническое обучение персонала Заказчика и передаются все инструкции, техописания и программное обеспечение на оборудование и системы.

В активе сервисного центра имеются реализованные договора на постгарантийное обслуживание оборудования СОПТ (настройка модулей) и аккумуляторных батарей (определение фактического ресурса).

## ИСПЫТАНИЯ И ПРОВЕРКИ

На предприятии действует система управления качеством и сертификация, обеспечивающая контроль и управление качеством на всех этапах разработки, комплектации, изготовления и приемосдаточных испытаний оборудования и систем:

- система менеджмента качества, подтвержденная сертификатом ИСО 9001;
- система сертификации «ЭнСертико» на разработку, изготовление, ремонт и поставки оборудования для объектов энергетики;
- система сертификации на соответствие требованиям безопасности по Техническому Регламенту Таможенного Союза (ТР ТС);
- участие в СРО по проектированию, строительно-монтажным и пусконаладочным работам с электротехническим оборудованием на особоопасных объектах.

На объектах монтажа проводятся пусконаладочные испытания в объеме предусмотренном действующей отраслевой НТД. По факту успешного завершения и приемки оборудования и работ оборудование СОПТ ставится на гарантию.

Основные заказчики «под ключ» систем СОПТ, ЩСН и ДГУ нашего производства:

- ПАО «ФСК ЕЭС»;
- ПАО «РусГидро»;
- ОАО «ТГК-1»;
- ОАО «Интер РАО – Электрогенерация»;
- ОАО «Фортум».

## АО «ЭЛЕКТРОНМАШ»

Россия, 194292, Санкт-Петербург,  
3-й Верхний пер., д. 12, лит. А  
Тел. /факс: +7 (812) 702-12-62  
elm@electronmash.ru

**www.electronmash.ru**



### О КОМПАНИИ

АО «Электронмаш» – современное промышленное предприятие, разрабатывающее и предоставляющее заказчикам системные решения в области электроснабжения и автоматизации производства.

Виды деятельности компании: проектирование и разработка оборудования для систем электроснабжения и автоматизации; производство и комплексная поставка оборудования, средств автоматизации и программного обеспечения; функции генерального подрядчика при строительстве энергетических объектов; шеф-монтажные, монтажные и пуско-наладочные работы на объекте заказчика; гарантийное и постгарантийное обслуживание поставленного оборудования.

#### Продукция компании:

- комплектные трансформаторные подстанции напряжением до 35 кВ внутренней и наружной установки;
- комплектные распределительные устройства «Элтима» напряжением 6(10) кВ и «Элтима+» напряжением 35 кВ;
- низковольтные комплектные устройства «Ассоль»;
- системы оперативного постоянного тока «ExOnSys»;
- частотно-регулируемые электроприводы и устройства плавного пуска электродвигателей напряжением 0,4 и 6(10) кВ;
- щиты, шкафы, и станции управления и автоматики.

Высокая надежность оборудования и качество сервисного обслуживания АО «Электронмаш» оценено такими крупными предприятиями как ПАО «Сибур Холдинг», ГТЦ ПАО «Газпром», ПАО «ТАТНЕФТЬ», ПАО «Газпромнефть-МНПЗ», ООО «Газпромнефть-ОНПЗ», ПАО «Сургутнефтегаз», АО «Лукойл-АИК», ПАО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ООО «Новатэк-Усть-Луга», ПАО «Акрон», ПАО «Ковдорский ГОК», ПАО «МХК «ЕвроХим»», ПАО «Ленэнерго», Челябинская ГРЭС, ООО «Нижевартовский ГПК», АО «Северо-Западная Фосфорная Компания» и многими другими.



## СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ СОПТ

Системы оперативного постоянного тока «ExOnSys» разработаны и производятся с учётом всех государственных и отраслевых стандартов и являются комплексным системным решением для обеспечения гарантированного питания постоянным током энергетического и промышленного оборудования.

**Система «ExOnSys»** является масштабируемой в зависимости от номинального тока сборных шин. В её состав входят четыре серии:

- Серия S – шкаф оперативного тока «ExOn». Применение – небольшие подстанции 35 кВ, а также промышленные предприятия.
- Серия M – номинальный ток сборных шин до 160 А. Применение – подстанции 110 кВ.
- Серия L – номинальный ток сборных шин до 250 А. Применение – подстанции 110 кВ и выше.
- Серия XL – номинальный ток сборных шин до 630 А. Применение – подстанции 220 кВ и выше, а также объекты генерации



**СОПТ «ExOnSys» серии S** – шкаф оперативного тока «ExOn» – представляет из себя децентрализованную систему оперативного постоянного тока.

ШОТ «ExOn» функционально разделён на три отсека:

- Отсек с силовым преобразовательным оборудованием.
- Вводно-распределительный отсек.
- Отсек с аккумуляторной батареей.

В перечень типовых схем главных цепей шкафа вошли схемы с явным и неявным АВР, а также схемы с одной и двумя секциями.

Рекомендуемая мощность зарядно-выпрямительных устройств шкафа – до 60 А.

Модули, применяемые в ШОТ «ExOn», имеют линейку мощностей 5 А, 10 А, 20 А и 40 А естественно-го и принудительного охлаждения.

Вводно-распределительная часть СОПТ строится на предохранителях и автоматических выключателях в зависимости от требований опросного листа.

Применяемые аккумуляторные батареи – герметизированные, необслуживаемые, технологии GEL, AGM.

ШОТ «ExOn» оснащён собственной системой мониторинга и управления, в состав функций которой входит:

- Управление зарядно-выпрямительными модулями.
- Пофидерный контроль изоляции.
- Мониторинг и управление коммутационными аппаратами вводно-распределительной части.
- Контроль аккумуляторной батареи.
- Связь с АСУ ТП посредством цифровых интерфейсов и дискретных сигналов.

ШОТ «ExOn» является идеальным решением для небольших подстанций до 35 кВ и энергетических объектов промышленных предприятий.



**СОПТ «ExOnSys» серии М** – централизованная система оперативного постоянного тока с номинальным током сборных шин до 160 А. Благодаря уникальным конструкторским изысканиям «ExOnSys»–М является самым компактным техническим решением среди аналогов с тем же набором функционала.

В состав системы входят:

- Один или два щита постоянного тока.
- Два или четыре независимых зарядно-выпрямительных устройства.
- Аккумуляторная батарея, расположенная в шкафу либо на стеллаже.

Типовые схемы главных цепей включают в себя схемы как с разделением на шинки управления и шинки питания, так и схемы без разделения. Ввод и секционирование выполняется либо на базе унифицированных шкафов ввода секционирования и распределения, либо как отдельная функциональная единица – шкаф ввода и секционирования. Для защиты аккумуляторной батареи в отдельных схемах предусмотрен шкаф блока предохранителей, располагаемый в непосредственной близости к аккумуляторной батарее.

Для организации мониторинга и управления СОПТ предусмотрена штатная система. Также по требованию заказчика устанавливается и программируется любая другая промышленная система мониторинга параметров: АББ, Siemens, Bender и т.п.

СОПТ «ExOnSys» серии М является идеальным решением для реконструируемых и вновь строящихся подстанций до 110 кВ.

Благодаря своей компактности система удачно вписывается в проекты с ограничениями по габаритам помещения, отведённого под оперативный постоянный ток.



**СОПТ «ExOnSys» серии L** – централизованная система оперативного постоянного тока с номинальным током сборных шин до 250 А.

Ввиду большой мощности системы в отдельную функциональную единицу выведен унифицированный шкаф мониторинга и управления. Типовые схемы главных цепей щита постоянного тока включают одно- и двухсекционные шкафы ввода и секционирования и односекционные шкафы отходящих линий. Предусмотрена возможность организации системы оперативного постоянного тока с аккумуляторной батареей с хвостовыми элементами.

СОПТ «ExOnSys» серии L является наилучшим решением для реконструируемых и вновь строящихся подстанций 110 кВ и выше.



**СОПТ «ExOnSys» серии XL** – централизованная система оперативного постоянного тока с номинальным током сборных шин до 630 А.

Типовые схемы главных цепей щита постоянного тока включают односекционные шкафы ввода и секционирования и односекционные шкафы отходящих линий.

СОПТ «ExOnSys» серии XL является наилучшим решением для реконструируемых и вновь строящихся подстанций 220 кВ и выше, а также для объектов генерации.

В состав каждой системы оперативного тока входят зарядно-выпрямительные устройства. Техническими условиями на СОПТ предусмотрено использование как ЗВУ собственного производства компании, так и преобразователей сторонних производителей.



**Зарядно-выпрямительные устройства «ExOnChar»** производства АО «Электонмаш» – это модульные преобразователи транзисторного типа с высокими показателями по энергоэффективности и электромагнитной совместимости.

Линейка мощностей ЗВУ «ExOnChar» представлена устройствами с номинальным выходным током до 400 А. При этом устройства с номинальным выходным током до 100 А включительно имеют естественное охлаждение.

ЗВУ «ExOnChar» отвечает всем требованиям государственных и отраслевых стандартов на функционал и значения технических параметров:

- КПД свыше 95%.
- Пульсации меньше 0,2%.
- Коэффициент мощности свыше 0,8.

Два ЗВУ «ExOnChar» имеют возможность параллельной работы на одну нагрузку с симметричным делением тока. Дисбаланс тока при параллельной работе меньше 3%. ЗВУ «ExOnChar» – самостоятельное изделие и может поставляться на объект как в составе СОПТ «ExOnSys», так и отдельно для нужд стороннего производителя СОПТ.

**В системах оперативного постоянного тока «ExOnSys»** реализован весь известный на сегодняшний день набор опций:

- По требованию заказчика на фасаде ЩПТ могут быть установлены:
  - Мнемосхема.
  - Цифровые и стрелочные измерительные приборы.
  - Дисплей системы мониторинга.
- Опции согласно опросного листа:
  - Организация системы заземления.
  - Организация охлаждения зарядно-выпрямительных устройств.
  - Организация системы ввод кабелей снизу или сверху.
  - Наличие шинки мигающего света (ШМС).
  - Наличие блока аварийного освещения (БАО).
  - Наличие диодной защиты от импульсных перенапряжений.
  - Наличие системы мониторинга состояния оперативного тока.
  - Наличие независимых расцепителей автоматических выключателей.
  - Наличие световой индикации состояния коммутационных аппаратов.
  - Наличие блока ограничения напряжения шинок управления.
  - Наличие защиты от глубокого разряда батареи.

**Особенности конструкции СОПТ «ExOnSys»:**

- Система выполняется из шкафов модульного конструктива.
- Система состоит из отдельных транспортных секций полной заводской готовности.
- Применение унифицированных относительно мощностного диапазона модульных конструкторских решений.
- Отсутствие сварки при изготовлении корпуса.
- Возможность как одностороннего, так и двустороннего обслуживания.
- Ввод кабелей сверху и снизу.
- Применяются шины из высококачественной твердой бескислородной электротехнической меди.
- Возможность формирования шинной магистрали любой конфигурации.

**Преимущества СОПТ «ExOnSys»:**

- Соответствие требованиям основных отраслевых и государственных стандартов.
- Отсутствие ограничений в применении относительно величины и мощности энергообъекта.
- Применение современной элементной базы ведущих производителей.
- Широкий диапазон номинальных входных и выходных параметров.
- Высокие показатели безопасности и ЭМС.
- Отсутствие ограничений в применяемой элементной базе.
- Возможность использования микропроцессорной, силовой и коммутационной аппаратуры как иностранных так и отечественных производителей.
- Широкий набор опциональных параметров.
- Наличие проверенной временем базы типовых проектных и конструкторских решений, призванной облегчить и ускорить проектирование и разработку.

Для проектных организаций на сегодняшний день подходит к завершению разработка автоматизированной системы проектирования CadEL СОПТ. Она позволит в кратчайшие сроки разработать систему оперативного постоянного тока, наиболее отвечающую требованиям заказчика. Выходными документами CadEL СОПТ будут являться не только заполненные проектные и опросные листы, но и ориентировочная стоимость заложенного в проект оборудования.

На тот период, пока модуль CadEL СОПТ находится в разработке, выпущен интерактивный опросный лист в формате pdf, в котором скомпилирован наиболее полный перечень параметров, необходимый заводу-изготовителю для подготовки технико-коммерческого предложения и дальнейшего производства.

Специалистами АО «Электронмаш» были систематизированы и проанализированы все требования и пожелания со стороны заказчиков к системам оперативного постоянного тока. На основании проведенного анализа была осуществлена полная переработка линейки шкафов и щитов постоянного тока.

Применяемые технические решения позволили унифицировать схемотехнические и конструктивные узлы относительно мощностного диапазона, а также заложить базис для оперативного текущего и будущего перехода на комплектующие отечественного производителя.

СОПТ «ExOnSys», поставляемое АО «Электронмаш», требует минимального обслуживания, что достигается применением в его составе высоконадежных комплектующих и необслуживаемых контактных соединений.

На сегодняшний день СОПТ «ExOnSys» производства АО «Электронмаш» является единственной серийно выпускаемой системой, для которой нет ограничений в применении относительно величины и мощности энергетического объекта.

## ООО «АЛСТРИМ ЭНЕРГО»

(официальный представитель ООО «Промсвязьдизайн»  
в Северо-Западном ФО)

Россия, 197374, г. Санкт-Петербург,  
ул. Мебельная, д. 12, корп.1  
Тел.: + 7 (812) 320-86-66

[www.alstream.ru](http://www.alstream.ru)



## ООО «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН»

Россия, 123103, г. Москва,  
пр. Маршала Жукова, д. 76, корп. 2

[www.promsd.ru](http://www.promsd.ru)



### О КОМПАНИИ

**ООО «Алстрим Энерго»** основано в 1994 году для организации в Северо-Западном регионе центра по выполнению проектов любой степени сложности в области телекоммуникаций и энергетики с использованием самых передовых технологий.

Компания является официальным представителем ООО «Промсвязьдизайн» в Северо-Западном ФО.

На базе компании открыт сервис-центр, который осуществляет гарантийный и послегарантийный ремонт оборудования.

Также в структуре ГК «Алстрим» выделяются такие направления деятельности, как:

- Разработка и производство систем для заземления энергетических и промышленных объектов под торговой маркой ШИП.
- Услуги по проектированию, внедрению и техническому сопровождению телекоммуникационной инфраструктуры и всех видов современных слаботочных сетей.
- Разработка и внедрение решений по тестированию и мониторингу оптических линий связи.



**ООО «Промсвязьдизайн»** – крупнейший российский разработчик и производитель электропитающего оборудования. Оборудование изготавливается на Юрьев-Польском заводе «Промсвязь» – предприятии с 85-летней историей. Продукция успешно эксплуатируется на объектах телекоммуникационной, нефтегазовой, энергетической и транспортной отраслей промышленности. Система менеджмента сертифицирована по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

**Основная номенклатура продукции:**

- устройства электропитания связи 48/60 В;
- устройства инверторные цифровые;
- системы оперативного постоянного тока;
- устройства контроля разряда и заряда аккумуляторов;
- устройства дистанционного электропитания;
- стойки стабилизаторов постоянного напряжения;
- стойки универсальные электропитающие;
- устройства электропитания светового ограждения мачт;
- шкафы вводно-распределительные постоянного и переменного тока;
- сейсмостойкие устройства электропитания;
- контроллеры электропитающих установок.



## **СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА. РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН», РОССИЯ**

ООО «Промсвязьдизайн» – крупнейший российский разработчик и производитель электропитающего оборудования. Оборудование изготавливается на Юрьев-Польском заводе «Промсвязь» – предприятии с 85-летней историей. Наше оборудование успешно эксплуатируется на объектах телекоммуникационной, нефтегазовой, энергетической и транспортной отраслей промышленности.

Сегодня «Промсвязьдизайн» – это высокотехнологичное производство полного цикла, начиная от металлообработки, поверхностного монтажа печатных плат, до сборки, проверки и технической поддержки сложных систем электропитания. На площади 7,5 га находятся 14 производственных корпусов, оснащенных современным оборудованием, складские помещения, лаборатории для научной и исследовательской работы. Численность персонала составляет около 850 человек.

Система менеджмента сертифицирована по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

Основная номенклатура нашей продукции:

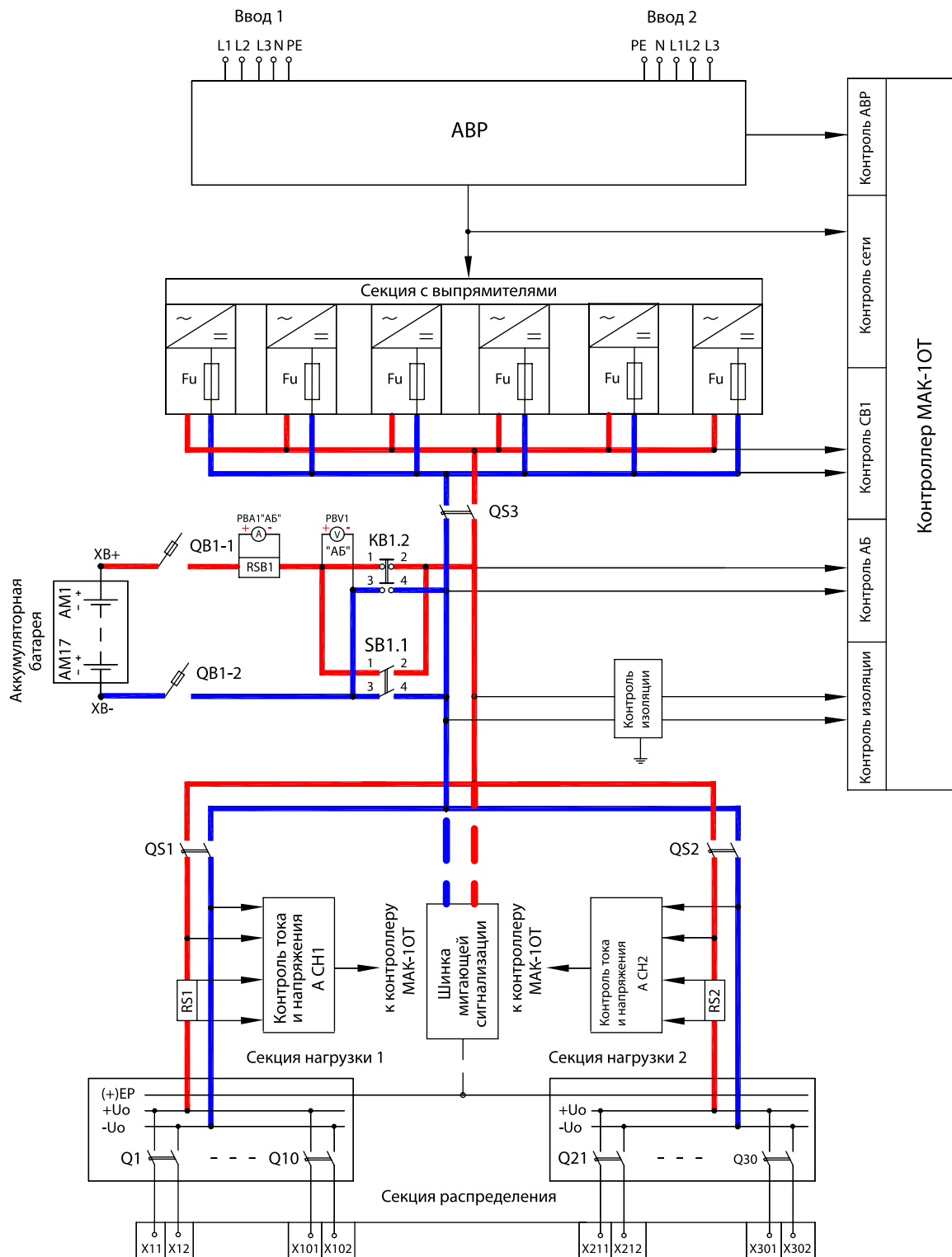
- устройства электропитания связи;
- устройства инверторные цифровые;
- системы оперативного постоянного тока;
- устройства контроля разряда и заряда аккумуляторов;
- устройства дистанционного электропитания;
- стойки стабилизаторов постоянного напряжения;
- щиты вводно-распределительные постоянного и переменного тока;
- сейсмостойкие устройства электропитания;
- программное обеспечение мониторинга.

Компания «Промсвязьдизайн» обладает необходимыми ресурсами для изготовления высококачественного и надежного оборудования. Поставляемое оборудование имеет все необходимые сертификаты и свидетельства, а также положительные отзывы служб эксплуатации.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОПТ ПРОИЗВОДСТВА «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН»**

Система оперативного постоянного тока модульного типа серии СОПТ предназначена для электропитания цепей управления, автоматики, аварийного освещения, сигнализации и защиты трансформаторных подстанций, объектов электросети и других электроустановок постоянным током номинального напряжения 110 В и 220 В.

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СОПТ



Структурная схема СОПТ

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПТ «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН»

|                                                                                                                             |                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Номинальное входное напряжение, В                                                                                           | 380 <sup>+122</sup> <sub>-242</sub> / 220 <sup>+70</sup> <sub>-140</sub> |
| Диапазон входной частоты, Гц                                                                                                | 45...65                                                                  |
| Номинальное выходное напряжение, В                                                                                          | 220                                                                      |
| Диапазон регулирования выходного напряжения, В                                                                              | 183–245/260                                                              |
| Минимальный выходной ток, А                                                                                                 | 0                                                                        |
| Максимальный выходной ток, А                                                                                                | 160                                                                      |
| Питание толковых нагрузок током в % от $I_{ном}$ без отбора тока от АБ                                                      | 105                                                                      |
| Номинальный выходной ток одного выпрямительного модуля, А                                                                   | 7                                                                        |
| Установившееся отклонение выходного напряжения, %                                                                           | ±0,5                                                                     |
| Пульсация выходного напряжения (от пика до пика переменной составляющей) от установленного значения напряжения, не более, % | ±0,25                                                                    |
| Коэффициент мощности, не менее                                                                                              | 0,98                                                                     |
| КПД, не менее                                                                                                               | 0,92                                                                     |
| Средняя наработка на отказ, не менее, ч (система/выпрямительный модуль)                                                     | 400 000/120 000                                                          |
| Средний срок службы, лет, не менее                                                                                          | 20                                                                       |
| Периодичность технического обслуживания, не более                                                                           | 1 раз в 3 года                                                           |
| Тип транзисторов                                                                                                            | MOSFET                                                                   |
| Сейсмостойкость                                                                                                             | 9 баллов MSK-64                                                          |
| Температура окружающей среды, °C                                                                                            | +1... +40<br>(по заказу: –25... +45)                                     |
| Класс защиты корпуса                                                                                                        | IP 21                                                                    |
| Охлаждение                                                                                                                  | естественное                                                             |
| Эквивалентный уровень акустических шумов, создаваемый системой на расстоянии 1 м, дБА, не более                             | 35                                                                       |

Как следует из представленной таблицы, технические показатели выпрямительного модуля системы оперативного тока соответствуют лучшим мировым образцам, а по ряду параметров превышают их:

- максимально широкий диапазон входного напряжения на рынке: от 138 В до 502 В при подключении к трехфазной сети номиналом 380 В;
- пульсация выходного напряжения, точность поддержания выходного напряжения – на уровне лучших мировых производителей.

Кроме того, к достоинствам СОПТ «Промсвязьдизайн» можно отнести:

- Естественное (конвекционное) охлаждение выпрямительных модулей «горячего» включения.
- Выпрямительные модули выполнены на современной импортной элементной базе ведущих мировых производителей (применяются транзисторы MOSFET производства International Rectifier (VISHAY), STMicroelectronics, конденсаторы Nippon Chemi-Con).
- Преобразование ведется на высокой частоте, что позволило уменьшить габаритные размеры выпрямительного модуля.
- Используется схема полномостового квазирезонансного преобразователя с фазовым сдвигом, обеспечивающая «мягкую» коммутацию транзисторов, а, следовательно, минимальные динамические потери на транзисторе и максимальный КПД.
- Ввод оборудования в эксплуатацию осуществляется квалифицированными специалистами заказчика, при этом гарантийные обязательства производителя сохраняются в полном объеме.

Если рассматривать СОПТ «Промсвязьдизайн» с позиции эксплуатирующей организации, можно отметить следующее.

#### **Надёжность оборудования обеспечивается:**

- модульной конструкцией выпрямительных устройств, с возможностью резервирования;
- самостоятельной работой выпрямительных модулей без управляющего контроллера;
- использованием конвекционного охлаждения выпрямительных модулей;
- защитой выпрямителей от тока короткого замыкания по входу и выходу;
- защитой выходных цепей выпрямителя в случае выхода из строя компонентов выпрямительного модуля;
- защитой от перегрева.

В процессе эксплуатации СОПТ не требует специального технического обслуживания.

Один раз в три года, либо согласно локального норматива, можно проверять надежность крепления проводников в разъемах, болтовых соединениях, обеспыливать оборудование.

#### **Безопасная эксплуатация оборудования**

- В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала все металлические части изделий, входящих в состав СОПТ и не находящихся под напряжением, соединены с каркасом СОПТ, который должен заземляться на месте эксплуатации. Для этой цели имеется болт заземления в нижней части каркаса. Обслуживающим персоналом периодически должна производиться проверка надежности мест соединений панелей и заглушек с болтом заземления.
- В целях исключения несанкционированного изменения настроек параметров СОПТ соответствующие пункты меню контроллера защищены паролем, коммутационные аппараты размещены за дверью, закрывающейся на ключ.

### Оценка удобства (эргономичности)

- Удобство эксплуатации обеспечивается «горячим» включением модулей – то есть подключением выпрямительных модулей к сети и нагрузке без предварительного снятия напряжения.
- Ввод оборудования в эксплуатацию заключается в подключении к питающей сети, нагрузке и батарее и производится силами квалифицированного электротехнического персонала заказчика (гарантия производителя при этом сохраняется).
- По требованию заказчика обеспечивается удаленное изменение параметров выпрямителей с персонального компьютера по сети.

### Импортозамещение

Конструкторский отдел «Промсвязьдизайн», отделы силовой электроники и цифровой техники, отдел снабжения следят за ситуацией на рынке и в случае появления новых отечественных комплектующих прорабатывают возможность их применения в производимом оборудовании для снижения его себестоимости.

### Экономическая составляющая

Цена СОПТ производства «Промсвязьдизайн» конкурентоспособная. Эксплуатационные затраты отсутствуют.

### Стоимость дополнительных опций

Автоматический ввод резерва, защита корпуса IP, устройство контроля дискретных вводов, устройство поэлементного контроля батареи, Modbus-адаптер, пофидерный контроль изоляции, регистратор аварийных событий, стабилизатор напряжения, блок аварийного освещения, реле мигающего света, сейсмостойкое исполнение оборудования предоставляются по запросу согласно прайс-листа.

### Сроки и условия гарантийного и постгарантийного обслуживания

1 год – стандартно (3 года – по согласованию).

При использовании резервирования выпрямительных модулей по принципу «n+1», сроки устранения неисправности на объекте сводятся к времени снятия-установки модуля, функциональность СОПТа при этом полностью сохраняется.

Предприятие «Промсвязьдизайн» прошло аттестацию на соответствие положениям стандарта ИСО 9001 в 2010 году. Завод «Юрьев-Польский завод «Промсвязь» подтвердил соответствие стандарту ИСО 9001 в 2015 году.

### ОСНОВНЫМИ ПАРТНЕРАМИ ООО «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН» ЯВЛЯЮТСЯ:

Минобороны, ФСО, ФСБ, ПАО «Газпром», ПАО «РЖД», ГУП «Московский метрополитен», ПАО «Россети», ПАО «Ростелеком», ПАО «МТС», ПАО «МГТС», ОАО «МТТ», ПАО «ВымпелКом», ПАО «Лукойл», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «АК «Транснефть», ПАО АНК «Башнефть».

### **ПРЕИМУЩЕСТВА ООО «ПРОМСВЯЗЬДИЗАЙН»:**

- Собственная разработка – наличие интеллектуальной базы для разработки современных систем электропитания.
- Разработка уникальных устройств.
- Собственное производство – наличие полной технической базы для производства современных систем электропитания.
- Изготовление оборудования по техническим требованиям заказчика – оборудование ориентировано на российские условия эксплуатации.
- Дилерская сеть и сервисные центры по всей России.
- Склад готовой продукции и ЗИП в России.
- Минимальные сроки поставки.

## ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ»

141981, Московская обл., г. Дубна, ул. Школьная, д. 10а  
Тел./факс: +7 (496) 212-39-93  
techno@dubna.ru

**www.technocomplekt.ru**

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКТОВАНИЯ  

**ТЕХНОКОМПЛЕКТ**  
 ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

### О КОМПАНИИ

ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ» является одним из лидеров отечественной индустрии в разработке и производстве современных систем гарантированного электропитания и их элементов для различных объектов электроэнергетики.

Наше лидерство базируется на безупречном профессионализме и социальной ответственности успешного бизнеса.

Думая об успехе наших партнеров и клиентов, мы стремимся к поступательному развитию бизнеса, к количественному и качественному росту нашей клиентской базы, развитию технологий, новому качеству обслуживания.

Для достижения целей непрерывного развития мы применяем инновации во всех сферах деятельности: от технологий производственных процессов до инструментов современного менеджмента – применяя инновации, мы делаем нашу продукцию и наши услуги качественнее и доступнее.

Наш принцип – работать лучше рынка и добиваться наилучшего результата для своих партнеров и клиентов.

Направления деятельности:

- Разработка и производство современных систем постоянного оперативного тока и их элементов для объектов электроэнергетики.
- Разработка и производство высоковольтных ячеек комплектных распределительных устройств 6, 10 кВ.
- Научно-исследовательские и опытно-конструкторские изыскания в области силовых полупроводниковых технологий.
- Проектирование вновь сооружаемых и реконструируемых объектов энергетики.



- Строительство и реконструкция объектов электросетевого хозяйства (выполнение строительно-монтажных и пусконаладочных работ).
- Комплексное техническое комплектование (поставка полного спектра электротехнической продукции).

## **РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА НА БАЗЕ АУОТ-М «ДУБНА» И ПНЗП-М «ДУБНА»**

Компания ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ» более 15 лет занимается разработкой, производством, поставкой и сервисным обслуживанием электротехнического оборудования. Основанная в 1996 году в г. Дубна компания аккумулировала уникальный интеллектуальный потенциал легендарного наукограда страны, создала современное высокотехнологичное производство, сформировала дилерскую сеть.

Наша главная стратегическая цель в этой области – формирование эффективной и сплоченной команды, готовой к выполнению задач любой сложности, которая, действуя совместно, добивается выдающихся результатов. Сегодня на предприятии работает около 250 высококвалифицированных специалистов, способных решать самые сложные и нетривиальные задачи.

Разработка и широкое использование инновационных технологий в производственной деятельности компании обеспечили ее лидирующие позиции на рынке силовых полупроводниковых технологий, а независимый внутренний производственный цикл predetermined безусловные ценовые и качественные конкурентные преимущества производимой продукции.

Конкурентоспособность нашей продукции обусловлена высокими показателями надежности, адаптацией технических решений к требованиям клиентов, минимальными сроками производства и поставок, оптимальными схемами гарантийного и постгарантийного обслуживания.

### **ЗАРЯДНО-ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ АУОТ-М «ДУБНА» И СЕРИИ ПНЗП-М «ДУБНА»**

В течение многих лет лидерами продаж можно выделить системы оперативного постоянного тока, выполненные с применением зарядно-подзарядных устройств серии АУОТ-М «Дубна» и ПНЗП-М «Дубна».

Аппараты управления оперативным током АУОТ-М «Дубна» предназначены для:

- надежного питания электроприемников постоянного тока;
- питания цепей защиты, автоматики и телемеханики, аппаратуры дистанционного управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- заряда и подзаряда обслуживаемых и необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (АБ) различных типов и технологий изготовления, подключаемых отдельно или в буферном режиме с нагрузкой;
- включения привода высоковольтного выключателя.

Изделие имеет два ввода питания переменного тока (основной и резервный), коммутируемых на преобразовательную часть устройства с помощью блока автоматического ввода резерва (АВР).

Преобразовательная часть включает в себя два взаиморезервируемых преобразовательных блока. Каждый преобразовательный блок состоит из входного трехфазного выпрямителя, сглаживающего фильтра, инвертора, высокочастотного трансформатора, выходного выпрямителя и LC-фильтра.

Оба блока находятся под синхронным управлением единой системы управления, которая в зависимости от заданных пользователем режимов либо включает в работу один из блоков, либо обеспечивает их совместное включение на общий выход. Высокочастотные трансформаторы в составе преобразователя обеспечивают гальваническую развязку между вводами питания переменного тока и выходом агрегата.

При одновременной работе преобразовательных блоков обеспечивается автоматический выбор и переключение на режим с большим приоритетом:

- питание преобразовательных блоков от основной питающей сети;
- питание преобразовательных блоков от резервной питающей сети.

При запрете одновременной работы преобразовательных блоков, в зависимости от наличия напряжений основной и резервной питающих сетей и исправности преобразовательных блоков, обеспечивается автоматический выбор и переключение на режим с наибольшим приоритетом:

- питание основного преобразовательного блока от основной питающей сети;
- питание резервного преобразовательного блока от основной питающей сети.

Напряжение питающей сети через блок АВР поступает на неуправляемый трехфазный выпрямитель, с выхода которого постоянное напряжение через сглаживающий фильтр подается для питания инвертора. Инвертор выполнен на основе IGBT-транзисторов, коммутирующих напряжение с частотой около 10 кГц. Нагрузкой инвертора является первичная обмотка трансформатора. Напряжение с вторичной обмотки выпрямляется диодами выходного ВЧ-выпрямителя и через выходной LC-фильтр поступает на выход устройства. Общая система управления, построенная на высокопроизводительном микроконтроллере, обеспечивает контроль, управление и различные защиты как самого агрегата, так и буферно подключенной АБ.

Для контроля и мониторинга параметров АБ АУОТ-М «Дубна» комплектуется датчиком тока, устанавливаемом в цепи АБ, а также датчиком температуры АБ для обеспечения термокомпенсации напряжения подзаряда. Помимо технологических функций система управления обеспечивает интерфейсные функции для встраивания агрегата в системы АСУ ТП.

Основное отличие преобразователя напряжения серии ПНЗП-М «Дубна» от аппарата АУОТ-М «Дубна» заключается в отсутствии функции АВР, наличием одного ввода питающей сети, меньшими габаритами, наличием одного силового блока.

В 2015 году в стандартные исполнения АУОТ-М «Дубна» и ПНЗП-М «Дубна» инженеры-разработчики внесли ряд существенных усовершенствований. Температурный диапазон по желанию заказчика может быть расширен от  $-20$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Исполнение агрегатов по степени защиты в стандартном исполнении достигло IP51. Система управления (СУ) будет выполняться на новой аппаратной платформе, что позволит повысить быстродействие системы управления, точность измерения и поддержания выходных параметров, а также тока заряда аккумуляторных батарей. Объем Flash-памяти СУ теперь позволяет хранить до 2500 событий, диапазон измерения сопротивления изоляции расширен до 150 кОм. Кроме того, в протоколе состояний теперь регистрируются не только возникшие аварии, но и все изменения состояния аппарата (пуск, стоп, изменение методов заряда и др.), введены интерфейс Ethernet и GSM-связь. Добавлены функции тестирования емкости и внутреннего сопротивления АБ. Одним словом, эти аппараты стали еще лучше, надежнее и функциональнее.

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ КМСОТ-М «ДУБНА»**

Для контроля состояния и режимов функционирования систем оперативного постоянного тока особое внимание уделяется системам мониторинга и контроля. Внедрение систем мониторинга и контроля СОПТ позволяет в значительной степени сократить затраты времени, связанные с восстановлением СОПТ, что приводит к увеличению общего показателя надежности системы.

Система мониторинга и контроля КМСОТ-М «Дубна» (комплекс мониторинга систем оперативного тока), предлагаемая ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ», основана на применении особых технических решений и выгодно отличается от аналогов широкой функциональностью, обеспечивающей возможность контроля всех ключевых параметров СОПТ, а также простотой конструктивных, аппаратных и программных решений и, как следствие, возможностью интеграции в любые СОПТ.

КМСОТ-М «Дубна» позволяет отслеживать состояние, а также ресурс коммутационных аппаратов и выполнять обработку иных дискретных сигналов, вести измерение параметров токов и напряжений в контролируемых точках СОПТ, проводить вычисления вторичных параметров, характеризующих состояние и заблаговременно информировать о предаварийных режимах работы системы.

Функциональными особенностями КМСОТ-М «Дубна» являются:

- возможность работы в сетях, имеющих большую протяженность;
- интеллектуальный алгоритм измерительного воздействия, снижающий вероятность ложного срабатывания;
- возможность корректных измерений сопротивления изоляции сети по полюсам и полного сопротивления изоляции присоединений при любом снижении сопротивления изоляции.

## ОАО «НИПОМ»

Россия, 606007, Нижегородская область, г. Дзержинск,  
ул. Зеленая, д. 10  
Тел.: +7 (800) 100-43-44 многоканальный  
**www.nipom.ru**

**НИПОМ**  
ЭНЕРГИЯ ДОВЕРИЯ

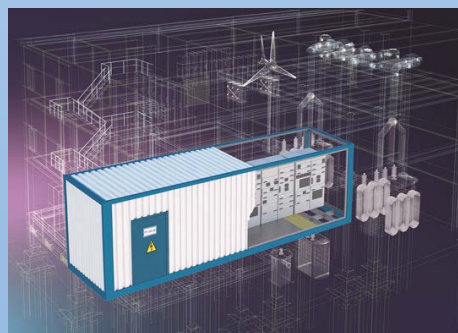
### О КОМПАНИИ

Компания осуществляет управление полным процессом строительства, реконструкции и модернизации объекта – от обследования и проектирования до ввода в эксплуатацию и сервисного обслуживания.

НИПОМ выполняет проектирование электроснабжения промышленных и гражданских объектов на напряжение до 220 кВ.

Направления деятельности компании:

- Инжиниринг.
- Производство электротехнического оборудования.
- Производство модульного оборудования.



## **СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРОИЗВОДСТВА НИПОМ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ**

Научно-технический потенциал компании ведет свое начало с 50-х годов прошлого века, когда в составе оборонного предприятия работала группа специалистов по автоматизации технологических процессов производства взрывоопасных веществ.

Компания НИПОМ работает на рынке электроэнергетики уже 15 лет. Общая площадь предприятия 64000 м<sup>2</sup>, в том числе 18500 м<sup>2</sup> производственных площадей. Численность персонала – 400 человек.

Технические, кадровые и инженерные ресурсы компании позволяют предлагать заказчикам комплексные решения на уровне генерального подрядчика – от проектирования до поставки и монтажа оборудования на объекте.

В проекты вовлекаются оборудование производства НИПОМ, а также наших партнеров, услуги выполняются силами нашей компании или с привлечением субподрядчиков.

География проектов НИПОМ охватывает практически все регионы России, а также страны ближнего зарубежья – Казахстан, Украину, Узбекистан, Литву. НИПОМ работает во всех ключевых отраслях российской промышленности и имеет опыт поставок для ведущих российских компаний – «Газпром», «Роснефть», «Холдинг МРСК», «РосАтом», «РусГидро», «Транснефть» и других.

В структуре компании:

- Научно-исследовательские центры.
- Инжиниринговая компания.
- Завод по производству электрооборудования полного цикла – от листообработки металла до проверочных испытаний и наладки готового оборудования.
- Завод по производству модульных конструкций, где изготавливаются оболочки для подстанций и производится их окончательный монтаж перед отправкой заказчику.

Номенклатура продукции НИПОМ достаточно широка и присутствует практически во всех звеньях общей системы электроснабжения. Низковольтное, средневольтное оборудование, комплектные трансформаторные подстанции участвуют в системах распределения электроэнергии для различных потребителей – на объектах генерации, главных распределительных подстанциях сетей, на промышленных предприятиях, объектах транспортной инфраструктуры, в жилых и административных комплексах.

Системы постоянного тока обеспечивают безопасность электроснабжения наиболее ответственных потребителей сетевых и промышленных объектов. Цифровые системы возбуждения регулируют работу высоковольтных синхронных электродвигателей на производствах добывающей, перерабатывающей и других отраслей. Комплексные услуги компании рассчитаны на заказчиков всех указанных секторов.

На сегодняшний день низковольтное оборудование выпускается в двух разных конструктивах. Свободно конфигурируемая система НКУ «Freeson» на базе конструктива собственного производства –

F4 (для токов до 6300 А) и на базе лицензионного унифицированного конструктива – SIVACON S8 фирмы Siemens AG (до 7000 А).

Исполнение соответствует требованиям атомной промышленности, морского судостроения, сейсмостойкости (до 9 баллов).

Оборудование, предназначенное для систем постоянного тока:

- выпрямители зарядно-подзарядные (ВЗП);
- щиты постоянного тока (ЩПТ).

## УСТРОЙСТВА ГАРАНТИРОВАННОГО ПИТАНИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Системы гарантированного питания предназначены для обеспечения бесперебойным питанием потребителей постоянного тока.

В состав систем постоянного тока входят: щиты постоянного тока и зарядно-подзарядные устройства собственной разработки, аккумуляторные батареи различных ведущих российских и зарубежных производителей.

**Зарядно-подзарядное устройство** выполняет функции заряда и подзаряда, контроля состояния аккумуляторной батареи, питания потребителей постоянного тока, контроля напряжения.

Преимущества зарядно-подзарядных устройств, производства НИПОМ:

- расширенный допустимый диапазон колебаний входного напряжения без перехода системы постоянного тока на питание от аккумуляторной батареи;
- сохранение работоспособности при неполнофазных режимах переменного напряжения питания;
- стабилизация напряжения на нагрузке, в том числе в режимах ускоренного и уравнивающего заряда и разряда аккумуляторной батареи;
- ограждение системы постоянного тока от влияния провалов импульсных помех и других нарушений качества сетевого напряжения;
- контроль цепи и состояния АБ;
- термокомпенсация напряжения поддерживающего заряда.

Всероссийской организацией качества НИПОМ награжден дипломом за высокий уровень качества **щитов постоянного тока 220 В, 110 В, 24 В.**

Данные щиты рассчитаны на токи до 1600 А и в базовой комплектации оснащены устройством контроля изоляции отходящих фидеров собственной разработки – МИРС. Данная система позволяет непрерывно в автоматическом режиме контролировать величину сопротивления изоляции всех фидеров независимо от длины кабеля и сечения. Одно устройство обеспечивает контроль до 128 фидеров. Щиты оснащены сенсорной панелью, которая отображает мнемосхему оборудования и все его основные параметры, выдает информацию о состоянии коммутационных аппаратов, сохраняет журнал событий.

Преимуществами щитов являются:

- непрерывный микропроцессорный мониторинг сопротивления изоляции системы шин в целом и каждого отходящего фидера;
- микропроцессорный контроль параметров;

- высокая точность контроля тока подзаряда аккумуляторной батареи;
- контроль отклонений и срабатывания защит;
- регистрация и архивирование событий;
- связь с АСУ ТП верхнего уровня (цифровой канал).

Системы гарантированного питания постоянным током могут комплектоваться стабилизаторами напряжения, реле максимального тока и менеджером АБ собственной разработки.

**Устройства стабилизации напряжения** применяемые в системах постоянного тока, обеспечивают:

- стабилизацию выходного напряжения на заданном уровне путем как понижения, так и повышения входного напряжения;
- защиту АБ от разряда ниже установленного предела;
- ограничение тока короткого замыкания при аварии в системе СПТ для обеспечения селективного отключения аппаратов защиты; прямое подключение АБ к системе СПТ в случае неисправности устройства.

**Реле максимального тока** предназначены для:

- выполнения селективной защиты, максимальной токовой защиты при применении в качестве защитных аппаратов участков сети в комплекте с автоматическими выключателями;
- контроля величины токов защищаемых цепей;
- контроля положения автоматического выключателя.

Также реле имеет систему самодиагностики неисправности и возможность передачи информации в АСУ верхнего уровня.

Применение **менеджера АБ** в составе СПТ обеспечивает:

- функции полного обслуживания и защиту АБ;
- электропитание потребителей стабилизированным напряжением при потере внешнего электропитания;
- возможность применения любого типа АБ;
- выбора оптимального количества элементов и емкость АБ;
- имеет функция защиты АБ от глубокого разряда.

Щиты постоянного тока могут комплектоваться дополнительным **переносным измерителем изоляции фидеров**, предназначенном для:

- поиска фидера с поврежденной изоляцией путем измерения сопротивления изоляции этого фидера (работа совместно с МИРС-НТ);
- поиска фидера с поврежденной изоляцией путем измерения тока утечки через поврежденную изоляцию (работа без МИРС-НТ).

### **Шкаф оперативного тока универсальный микропроцессорный ШОТ-УМ**

Шкаф оперативного тока предназначен для применения в качестве источника питания и комплектного устройства распределения постоянного оперативного тока для электрических станций, подстанций, закрытых распределительных устройств и обеспечивает:

- бесперебойное питание потребителей стабилизированным напряжением;
- защиту цепей потребителей;
- подзаряд аккумуляторных батарей;

- контроль состояния АБ (перегрев АБ, симметрия АБ, целостность цепи АБ);
- индикацию параметров системы оперативного постоянного тока (СОПТ);
- сигнализацию о выходе параметров СОПТ за пределы допустимых значений;
- контроль изоляции шин и фидеров потребителей электроэнергии (опция);
- защиту АБ от глубокого разряда (опция).

Щиты постоянного тока и выпрямители зарядно-подзарядные НИПОМ имеют аттестацию ФСК ЕЭС и могут поставляться на все объекты сетевого комплекса МРСК.

Компания НИПОМ имеет длительный опыт поставок щитов постоянного тока в комплекте с щитами собственных нужд для подстанций филиала «Тулэнерго» МРСК Центра и Приволжья. Несколько десятков подстанций оснащены оборудованием НИПОМ и за время эксплуатации получили только положительные отзывы от заказчика.

В сегменте генерирующих и сетевых компаний есть референции комплексных поставок для объектов «РусГидро» – «Нижегородской ГЭС», каскада «Кубанских ГЭС». Оборудование и услуги поставлялись для «Киришской ГРЭС» ОГК-6, «Ермаковской ГРЭС» в Казахстан для Евроазиатской энергетической корпорации.

## ООО «ГРУППА ЭНЭЛТ»

Россия, 111250, г. Москва,  
Проезд Завода Серп и Молот, д. 6, офис 1  
**www.enelt.com**



### О КОМПАНИИ

Компания «Группа ЭНЭЛТ» создана в 2007 году, чтобы объединить усилия профессионалов в области электротехники и бесперебойного электропитания. Название компании отражает основные направления деятельности: самые современные и качественные решения для энергетики, электротехники и коммуникаций.

Мы предлагаем:

- системы бесперебойного электропитания;
- системы постоянного тока;
- системы переменного тока;
- свинцово-кислотные аккумуляторные батареи;
- литий-ионные аккумуляторные батареи;
- аккумуляторные переключатели;
- распределительные щиты постоянного тока;
- системы мониторинга;
- климатические шкафы;
- электротехнические шкафы,

а также все, что можно создать на основе оборудования из этого перечня: от проекта до монтажа с использованием широких возможностей собственных производственных предприятий в Москве и Казани.

Компания имеет холдинговую структуру с филиалами на территории России, Белоруссии и Казахстана.

Нашими заказчиками уже стали такие компании, как МО-ЭСК, «Ленэнерго», «Волжская ТГК», «Татэнерго», РАО ЭС Востока, «Сахаэнерго», «Оборонэнерго», «Белэнерго», МГТС, МТС, «Мегафон», «Волгателеком», «Уралкалий», НЛМК, и многие другие.

Тот факт, что за короткий срок мы получили доверие лидеров своих отраслей, подтверждает – мы на верном пути.



## **СИСТЕМЫ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ГРУППЫ ЭНЭЛТ**

### **СХЕМЫ СОПТ ДЛЯ ПС 35–500 кВ**

Системы постоянного тока, требующие непосредственного присутствия дежурного персонала на электрической подстанции и его мгновенного вмешательства в случае нештатной ситуации, уходят в прошлое. На смену старым панелям с ограниченным функционалом и открытыми токоведущими частями, приходят высокоинтеллектуальные и безопасные системы, позволяющие сделать электрические подстанции необслуживаемыми. А при необходимости вмешательства персонала система максимально обеспечит его безопасность.

Группа ЭНЭЛТ предлагает ряд современных типовых решений для проектирования щитов постоянного тока, которые в сочетании с параллельно подключенными аккумуляторными батареями и зарядно-подзарядными выпрямителями образуют системы для бесперебойного питания оборудования электростанций постоянным током. Наш актуальный каталог позволяет оперативно выбрать одно из нескольких решений по организации СОПТ и определиться с необходимыми габаритными размерами ЩПТ.

При создании действующего каталога разработок, сотрудники компании учли все замечания и пожелания специалистов ведущих проектных институтов, монтажно-наладочных организаций и служб эксплуатации энергообъектов, накопленные за многолетнюю работу группы ЭНЭЛТ.

На данный момент ГК ЭНЭЛТ использует в своих решениях ряд схем СОПТ (систем оперативного постоянного тока) для подстанций напряжением от 35 до 500 кВ:

- Традиционная схема построения.
- Схема № 1 с разделением нагрузок.
- Схема № 2 с разделением нагрузок (с выделением «чистой» и «грязной» зон).
- Схема с компенсацией напряжения.
- Типовая схема СОПТ для подстанций 35 кВ.
- Типовая схема СОПТ для подстанций 110 кВ.
- Типовая схема СОПТ для подстанций 220–500 кВ.

Отдельно следует отметить схему СОПТ с автоматическим контролем изоляции. Устройство контроля изоляции A-ISOMETER серии IRDH575 осуществляет текущий контроль сопротивления изоляции ЩПТ. Данное устройство является универсальным для сетей постоянного напряжения.

### **ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЩПТ УСТРОЙСТВА**

В докладе рассмотрены:

- Однолинейная схема ЩПТ ПС 110 кВ и примеры реализации щитов постоянного тока 110 кВ.
- Однолинейная схема ЩПТ ПС 35 кВ и примеры реализации щитов постоянного тока 35 кВ.

ЩПТ предлагаемые компанией, полностью соответствуют стандарту ПАО «ФСК ЕЭС» СО 153-34.20.122-2006 «Нормы технологического проектирования подстанций с высшим напряжением 35–750 кВ». В ЩПТ применены схемотехнические решения, которые отвечают современным требо-

ваниям, что позволяет улучшить эксплуатационную надежность и уменьшить время реакции оперативного персонала на изменение состояния системы постоянного тока.

## **ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ГРУППОЙ ЭНЭЛТ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА:**

- аккумуляторные батареи;
- зарядно-выпрямительные устройства;
- щиты постоянного тока.

В докладе подробно рассмотрены конструктивные особенности и преимущества АКБ, используемых в СОПТ от группы ЭНЭЛТ. Перечислены факторы, влияющие на эксплуатационную надежность АКБ, а также требования, соблюдение которых обеспечит сохранение заявленного производителем АКБ срока службы. Основные требования к ЗВУ с точки зрения эксплуатации аккумуляторов: стабилизация напряжения, соответствие характеристик заряда емкости и типу АКБ, наличие автоматической коррекции напряжения, подзаряда в зависимости от температуры, наличие блока защиты от глубокого разряда, наличие системы защиты от повышенного напряжения, наличие системы контроля симметрии АКБ.

В визуальной части доклада приведены требования к зарядно-выпрямительному устройству, влияющие на эксплуатационный срок: соотношение значений стабилизации напряжения и пульсации выходного напряжения.

## **РЕШЕНИЯ И АППАРАТУРА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ГК ЭНЭЛТ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЩСН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Щит собственных нужд (ЩСН) предназначен для питания оборудования электроэнергией в системах собственных нужд (освещение, обогрев, приводы выключателей, маслососы и др.) переменным током подстанций и электростанций.

Функционально щит собственных нужд состоит из шкафов ввода, шкафа секционирования с блоком АВР и шкафов распределения. ЩСН от компании ЭНЭЛТ собираются в шкафах как собственного производства, так и известных марок: Rittal, Schneider Electric и т. д. Для удобства пользователя ЩСН имеют возможность как одностороннего, так и двухстороннего обслуживания.

Конструкция ЩСН предусматривает установку автоматических выключателей с ручным приводом, с выносной рукояткой, электрическим дистанционным приводом. Вводные и секционные автоматические выключатели используются, как правило, выкатного исполнения, фидерные – втычного и фиксированного. Автоматические выключатели оснащаются дополнительными контактами аварийного срабатывания и контактом положения (вкл./выкл.) для диспетчеризации.

Группа компаний ЭНЭЛТ предлагает целый ряд систем постоянного и переменного оперативного тока собственного производства. Наши разработки отвечают самым современным требованиям к электропитанию и позволяют решать широкий спектр задач.

## ООО «ЗАВОД КОНВЕРТОР»

Россия, 115093, г. Москва, ул. Серпуховская Б., д. 30,  
строение 3, офис 6.

Тел.: +7 (495) 640-32-50, 781-04-19

[www.converter-power.ru](http://www.converter-power.ru)



### О КОМПАНИИ

«Завод Конвертор» — производитель электротехнического оборудования для систем оперативного постоянного тока и собственных нужд переменного тока 0,4 кВ.

Специалистами компании разрабатывается, конструируется и производится оборудование для систем собственных нужд электрических станций и подстанций, включая зарядно-подзарядные устройства, стабилизаторы напряжения постоянного тока, щиты постоянного тока типа ЩПТ и переменного тока типа ЩСН.

Применение микропроцессорных систем управления и контроля позволяет связать в единое целое системы собственных нужд постоянного и переменного тока, объединить их с АСУ энергообъекта.

Изготавливаемое оборудование аттестовано ПАО «Россети» и рекомендовано для применения ведущими производителями аккумуляторных батарей.



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Завод Конвертор был основан более 25 лет назад выходцами из всесоюзного научно-исследовательского института «Электропривод». В коллектив завода вошли ведущие специалисты в области разработки и изготовления электротехнического оборудования для энергетики, имеющие за плечами несколько десятилетий работы в этой отрасли.

Поэтому «Завод Конвертор» является не только производственной фирмой, но и компанией с сильным коллективом инженеров-разработчиков. Все выпускаемые заводом изделия являются продуктами собственной разработки.

За годы работы нами были созданы и выпускаются несколько основных типов электротехнического оборудования, а именно:

- устройства для систем постоянного и переменного тока собственных нужд электрических станций и подстанций, районных тепловых станций, тяговых подстанций;
- устройства для автономных систем питания постоянного тока;
- устройства для электролиза воды и гальваники;
- низковольтные комплектные распределительные устройства переменного и постоянного тока;
- устройства зарядно-подзарядные для аккумуляторных батарей;
- устройства автоматики и телемеханики.

Все это оборудование можно разбить на три группы:

1. Преобразовательная техника.
2. Щитовое оборудование.
3. Средства автоматики.

Практически нет крупного энергообъекта в России, где не работало бы оборудование, произведенное на «Заводе Конвертор». В прошлом году было осуществлено около 200 поставок, в том числе около 400 зарядно-подзарядных устройств, более 50 стабилизаторов, порядка 80 щитов постоянного и переменного тока.

Системы оперативного постоянного тока и щиты собственных нужд являются как раз теми объектами, где применяются все три группы выпускаемого заводом оборудования.



Рис. 1. Устройство УЗП.



Рис. 2. Устройства УЗП-М.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

### Зарядно-подзарядное устройство

Самым массовым изделием является зарядно-подзарядное устройство УЗП.

В настоящее время в эксплуатации на различных энергетических объектах находится несколько тысяч таких устройств.

Устройства УЗП выпускаются двух видов – тиристорное и транзисторное.

Тиристорные зарядно-подзарядные устройства – это классические выпрямители, выполненные по схеме полностью управляемого моста, т.е. по схеме Ларионова. Они выпускаются на токи 63, 100, 160, 200, 250 и 320 А.

Транзисторные зарядно-подзарядные устройства – это инверторные выпрямители со звеном высокой частоты. В качестве силовых элементов в них используются IGBT-модули. Транзисторные УЗП выпускаются на токи от 40 до 400 А. Устройство УЗП-М является уникальным устройством, которое по своим техническим параметрам превосходит не только отечественные, но и импортные устройства.

Все зарядно-подзарядные устройства имеют естественное охлаждение.

Устройства УЗП аттестованы ПАО «Россети» для работы на подстанциях. Оба типа устройств имеют практически одинаковые технические характеристики, обеспечивают все режимы эксплуатации аккумуляторной батареи.

Применение микропроцессорного управления позволило реализовать удобный интерфейс, различные защиты и сервисные функции, такие как:

1. Большой диапазон регулировки выходного напряжения – от 10 до 130-140% от номинального выходного напряжения.
2. Контроль целостности цепи аккумуляторной батареи.
3. Изменение напряжения подзаряда в зависимости от температуры в помещении аккумуляторной батареи.
4. Трехступенчатый заряд любым методом согласно DIN41773, то есть IU, U, IUI.
5. Включение вентиляции в помещении аккумуляторной батареи в режиме заряда и автоматический вывод из работы устройства при отсутствии вентиляции.
6. Защита от различных видов неисправностей, в том числе и коротких замыканий в нагрузке, как металлических, так и через переходное сопротивление.
7. В устройстве предусмотрена индикация выходного напряжения, тока, температуры в помещении аккумуляторной батареи, напряжения дополнительных элементов, уставок в режиме заряда и подзаряда, расшифровка причины неисправности.
8. Все уставки можно изменять при работе в любом режиме.
9. УЗП могут встраиваться в систему АСУ.

Интересно сравнить тиристорные и транзисторные зарядно-подзарядные устройства. Так как многие параметры зарядно-подзарядных устройств у большинства производителей является закрытой информацией, этот анализ будет сделан на сравнении выпускаемых «Заводом Конвертор» тиристорных устройств типа УЗП и транзисторных устройств типа УЗП-М.

## **Стоимость**

Стоимость транзисторного модуля на 40 А ниже стоимости аналогичного по мощности тиристорного. Это связано с отсутствием в транзисторном устройстве сетевого трансформатора, стоимость которого равна практически половине цены устройства. Стоимость транзисторного устройства на 80 А немного ниже тиристорного устройства на 100 А. При дальнейшем увеличении тока стоимость транзисторного устройства становится дороже тиристорного. Это связано с тем, что стоимость транзисторного устройства практически прямо пропорционально количеству установленных модулей. Для тиристорного моноблочного устройства удельная стоимость уменьшается при увеличении номинального тока.

## **Надежность**

Надежность тиристорных устройств выше надежности транзисторных устройств. Это связано со значительно большей надежностью и перегрузочной способностью тиристорных, как полупроводниковых приборов по сравнению с высокочастотными транзисторами и частотными диодами, которые используются в транзисторных устройствах. Перегрузочная способность силовых приборов – очень важный параметр, так как возможны перегрузки, возникающие в динамических режимах и при перенапряжениях в сети питания. В транзисторных устройствах приходится ставить специальные ограничители импульсных перенапряжений для снижения влияния низкого качества питающей сети, так как транзистор находится на стороне высокого напряжения, до понижающего трансформатора, а не наоборот, как в тиристорном устройстве. Количество силовых приборов и микроэлектроники у транзисторного устройства пропорционально количеству модулей, следовательно, суммарная надеж-

ность транзисторного устройства снижается с увеличением номинального тока устройства. У тиристорного моноблочного устройства количество элементов в силовой части и система управления не зависят от номинального тока, и его надежность практически одинакова для всех мощностей. Анализ выпущенных нами устройств УЗП показывает почти полное отсутствие отказов в силовой части тиристорных устройств.

### **Динамические характеристики**

Транзисторные зарядно-подзарядные устройства имеют частоту преобразования 10–15 кГц, что позволяет получить значительно лучшие динамические характеристики, чем у тиристорных устройств, работающих на частоте 300 Гц. Так, коэффициент пульсаций у транзисторного устройства УЗП-М менее 0,1%, у тиристорного УЗП – 0,5%.

### **Энергетические характеристики**

Коэффициент мощности и КПД транзисторного устройства лучше, чем у тиристорного. Транзисторное устройство оказывает меньшее влияние на питающую сеть.

### **Массогабаритные характеристики**

Так как в транзисторных устройствах отсутствует сетевой низкочастотный трансформатор, они имеют значительно лучшие массогабаритные характеристики, чем тиристорные устройства.

### **Ремонтопригодность**

Сложность современных зарядно-подзарядных устройств практически не позволяет ремонтировать их на объекте эксплуатации. Единственное, что можно сделать, это заменить тиристор. В тиристорном устройстве неисправная система управления, выполненная на одной плате, меняется целиком. В транзисторном устройстве необходимо менять весь модуль.

### **Модульность**

Модульность транзисторных устройств связана с невозможностью создать устройства на большой ток. Однако при этом повышается надежность зарядно-подзарядного устройства, так как выход из строя одного или даже нескольких модулей не приводит к выходу из строя всего устройства. Но это можно обеспечить, если у модульного устройства будет минимальное количество общих узлов, выход из строя которых приводит к выходу из строя всего зарядно-подзарядного устройства. Если количество таких узлов еще можно минимизировать, то общий для всех модулей корпус всегда остается, и возгорание одного модуля может привести к потере всего устройства. Таким образом, нельзя ограничиться одним зарядно-подзарядным устройством на батарею. Всегда необходимо иметь возможность подключить резервное зарядно-подзарядное устройство, которое может быть даже одно на несколько батарей.

### **Варианты применения**

Исходя из стоимостных и технических характеристик зарядно-подзарядных устройств, на настоящее время наиболее оптимальным является вариант использования на токи до 80 А транзисторных устройств, а на токи от 120 А — тиристорных. При токах от 80 до 120 А могут использоваться как транзисторные, так и тиристорные зарядно-подзарядные устройства.



Рис. 3. Блок БП-60-10.

## БЛОКИ ПОДЗАРЯДА

Для подзаряда дополнительных элементов выпускаются два блока подзаряда БП-60-1 на ток до 1 А и блок БП-60-10 на ток до 10 А. Оба блока имеют диапазон изменения выходного напряжения от 2 до 60 В.

Блок на 1 А питается от сети переменного напряжения 220 В, блок на 10 А питается от основной части аккумуляторной батареи, он не имеет гальванической развязки и хвост батареи должен находиться в «-», т.е. как принято в энергетике.

Для заряда дополнительных элементов аккумуляторной батареи предлагается использовать устройства УЗП, которые благодаря большому диапазону регулирования могут зарядить практически любой «хвост». Также на базе блока транзисторного устройства УЗП-М выпускается специальный блок зарядно-подзарядный для дополнительных элементов на ток 60 А с напряжением от 2 до 100 В.



Рис. 4. Устройство разрядное УР.

## Устройства разрядные

При эксплуатации аккумуляторной батареи необходимо знать ее реальную емкость. Единственным способом определения ее является контрольный разряд.

Для контрольного разряда аккумуляторной батареи «За-водом Конвертор» выпускается устройства разрядные УР-120 и УР-200, которые разряжают аккумуляторную батарею стабилизированным током. Этот ток лежит в диапазоне от нескольких ампер до 120 А или 200 А.

На дисплее устройства отслеживается напряжение на батарее, время разряда, количество отданных батарей ампер. часов. Разряд автоматически может прекратиться, если выставлено время разряда, минимальное напряжение на батареи или ампер.часы.



Рис. 5. Устройство УТСП-М.

### Стабилизаторы напряжения

Другим изделием преобразовательной техники, которое широко используется в системах оперативного постоянного тока, является стабилизатор напряжения аккумуляторной батареи УТСП. Стабилизаторы выпускаются на токи от 100 до 1000 А. На малые токи устройства предназначены для подстанций, на большие – для электростанций. У специалистов «Завода Конвертор» очень большой опыт разработки и изготовления таких устройств, первые устройства были введены в эксплуатацию еще в начале 90-х годов. В настоящее время эти устройства установлены почти на всех крупных энергообъектах.

С 2008 г. выпускается транзисторная модификация стабилизатора, которая изготавливается на современной импортной элементной базе, по многим своим техническим параметрам УТСП превосходит известные мировые аналоги. Самое пристальное внимание при разработке было уделено надежности этих устройств. Подтвержденная опытом эксплуатации наработка на отказ для тиристорного стабилизатора составляла почти 500 000 часов. Для новой модификации, которую мы выпускаем с 2008 г., этих данных нет, т.к. не было ни одного отказа, хотя в эксплуатации находится более сотни устройств.

Особенностью силовой схемы устройства УТСП является то, что между батареей и нагрузкой располагаются только несколько параллельно соединенных диодов и дроссель. Тем самым исключается возможность потери постоянного тока при любой неисправности в УТСП. При этом УТСП может пропустить через себя практически любой ток короткого замыкания аккумуляторной батареи за время срабатывания селективной защиты.

Устройство УТСП устанавливается между аккумуляторной батареей и щитом постоянного тока. Главное достоинство применения УТСП – это то, что на шинах щита постоянного тока всегда требуется напряжение – 230-235 В с точностью до 0,5%. Это напряжение не зависит от степени разряда аккумуляторной батареи и толчка тока в нагрузке. Другим достоинством является отсутствие хвостовых элементов в аккумуляторной батарее. Так же можно значительно уменьшить сечение отходящего от щита кабеля. КПД устройства составляет 98,8%.

Многие конкуренты пытались и сейчас пытаются повторить устройство УТСП, но до сих пор он остается лучшим в своем классе.

## ЩИТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Важным направлением производственной деятельности «Завода Конвертор» является разработка щитового оборудования, особенно щитов постоянного тока.

Заводом выпускается большой спектр щитов постоянного тока для подстанций и для станций. Все выпускаемые щиты полностью соответствуют требованиям, предъявляемым ПАО «Россети».



Рис. 6. Щит постоянного тока.

Согласно требованиям ФСК система оперативного постоянного тока должна иметь три уровня защит: верхний, средний, нижний. Обычно в состав щита постоянного тока входит верхний и средний уровень защит. Нижний уровень, как правило, в состав щита не входит и выполняется в виде шкафов распределения постоянного тока, которые устанавливаются обычно рядом со шкафами с релейной защиты и другими приемниками постоянного тока.

Кроме того, щит постоянного тока должен содержать систему мониторинга и контроля изоляции.

В зависимости от типа подстанции система оперативного постоянного тока может быть с одной или двумя аккумуляторными батареями.

Эти щиты состоят из шкафа ввода и шкафов распределения. Шкаф ввода может быть выполнен в виде навесного ящика или напольного шкафа.

## Шкаф ввода

Шкаф ввода в виде навесного ящика или блок предохранителей устанавливается рядом с помещением аккумуляторной батареи. Блок состоит из двух пластмассовых ящиков, в которых расположены, соответственно, предохранители плюсового и минусового полюсов аккумуляторной батареи. От блока с предохранителями к каждой секции щита идет защищенный кабель. В блоке располагается также датчик напряжения и тока, устройство контроля симметрии аккумуляторной батареи, входящие в систему мониторинга щита постоянного тока. В отдельных случаях (когда неудобно разместить блок предохранителей) вместо него изготавливается шкаф ввода, который устанавливается либо рядом с шкафами среднего уровня или в другом удобном месте.



Рис. 7. Блок предохранителей.

## Шкаф распределения

Шкаф распределения среднего уровня (СУ) образует секцию щита постоянного тока. Шкаф СУ состоит из:

- вводного и секционного рубильников;
- фидерных выключателей, образующих одну или несколько секций;
- блока аварийного освещения;
- элементов системы мониторинга щита постоянного тока.



Рис. 8. Устройство «мигающего света» ППБ.

В качестве защитной коммутационной аппаратуры в шкафу СУ используются выключатели-предохранители – мультиблоки. Все фидеры подключены к устройству автоматического определения фидера с пониженной изоляции.

Контроль напряжения на шинах секции осуществляется вольтметром, расположенным на двери шкафа и модулем UI, сигнал которого поступает в микропроцессорную систему щита постоянного тока. Контроль тока секции осуществляется также модулем UI.

В шкафу СУ может быть установлен прерыватель питания и сформирована шинка «мигающего света». В шкафу имеется защита от перенапряжений и обратного напряжения на шинах секции.

Шкаф выполнен в виде напольного шкафа одностороннего или двухстороннего обслуживания с габаритами 2200х600х600 мм, возможны и другие габариты. Степень защиты – IP31.

Между шинами разных АБ предусмотрена связь через два последовательных рубильника с предохранителями, разнесенными по разным шкафам.

Сложность системы СОПТ с одной аккумуляторной батареей заключается в том, что для ускоренного заряда АБ требуется повышенное напряжение, которым нельзя запитывать нагрузку.

Есть несколько способов решения этой задачи, но все они имеют свои недостатки.

1. Самое простое решение – заряжать батарею таким напряжением на элемент, чтобы на шинах щита постоянного тока не было завышенного напряжения. Это просто, но не всегда возможно.
2. Второй способ – применение стабилизатора. В этом случае мы можем маневрировать количеством элементов при выборе аккумуляторной батареи. Так, при заряде напряжением 2,4 В на элемент батарея должна состоять из 100 элементов.
3. Отпайка от 98-го или 100-го элементов. Очень плохой вариант решения проблемы, так как это приводит к значительному усложнению схемы, сложности заряда со 101 по 104 банки АБ и не отвечает концепции ПАО «Россети», которая требует уменьшить количество отпайек от батареи и упростить силовую схему.
4. Еще один вариант – применение противозащитных элементов. В качестве противозащитных элементов используются диоды, прямое падение напряжения на которых уменьшает напряжение, поступающее от батареи на щит. Недостаток этого варианта связан с наличием самих противозащитных элементов, т.е. неидеальных диодов, которые при коротком замыкании в нагрузке могут выйти из строя. Тем не менее, этот вариант является наиболее предпочтительным и распространенным.

Помимо щитов постоянного тока для системы СОПТ, «Завод Конвертор» изготавливает шкафы с автоматическими выключателями (ЩРОТы) и шкафы питания оперативной блокировки.

## СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ

Все щиты постоянного тока комплектуются системой мониторинга. Для этих целей была специально разработана микропроцессорная система автоматики (МСА).

МСА имеет модульный принцип построения, позволяющий легко подстраивать ее к любой структуре щита и наращивать ее при реконструкции.

МСА имеет следующий состав:

1. Блок сервера МСА.
2. Блок управления и индикации.

3. Сетевые модули UI.
  4. Сетевые модули SW.
  5. Сетевой модуль ISO.
  6. Модуль контроля симметрии АБ.
- К МСА подключены устройства УЗП и УТСП.



Рис. 9. Шкаф ШРОТ.

Блок сервера представляет собой микропроцессорное электронное устройство, осуществляющее сбор и анализ информации всех сетевых модулей и зарядно-подзарядных устройств, входящих в конфигурацию системы МСА.

Блок управления и индикации включает в себя многофункциональный четырёхстрочный жидкокристаллический дисплей и четырёхкнопочную панель управления. Кнопками панели управления осуществляется ввод и изменение уставок, настройка сервера, часов реального времени, сетевые настройки. Блок управления и индикации располагается на двери одного из шкафов щита постоянного тока.



Рис. 10. Блок управления и индикации МСА.

Модуль UI – модуль оперативного измерения текущего напряжения и тока с возможностью задания уставок для выявления аварийного события. Важной особенностью модуля является возможность осциллографирования и архивации измеренных данных во время аварии для последующего анализа аварийной ситуации. Модуль UI по сути является осциллографом с двумя гальванически развязанными каналами, каналом тока и каналом напряжения. При возникновении неисправности в системе СОПТа модуль UI записывает ток и напряжение 1 секунду до аварии. 1 секунду после аварии с шагом 1 миллисекунда.



Рис. 11. Модуль UI

Модуль SW – модуль анализа состояния коммутационной аппаратуры, в том числе анализа аварийного срабатывания автоматических выключателей и предохранителей. Отличительной особенностью данного модуля является, уникальный алгоритм выявления аварийного события и цифровая фильтрация дребезга.



Рис. 12. Модули SW.

Модуль ISO – модуль измерения сопротивления изоляции на шинах щита постоянного тока. Модуль ISO вычисляет сопротивление изоляции относительно «Земли» плюсовой и минусовой шин и выдает сигнал при снижении изоляции ниже заданных уставок:

Модуль ISO используется, только если не устанавливается система автоматического поиска фидера с пониженной изоляцией. Модулем ISO может комплектоваться устройство зарядно-подзарядное УЗП.

## КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА

Для защиты вводных и отходящих цепей на щите постоянного тока используется аппаратура, применение которой в цепях постоянного тока, разрешено производителем аппаратуры.

К таким аппаратам относятся выключатели – предохранители Varius производства компании OEZ (входит в концерн Siemens), RBK производства компании Apatov. В выключатели – предохранители устанавливаются типовые предохранители с характеристикой gG, выполняющие защиту как от перегрузки, так и от короткого замыкания. Типоразмер предохранителей зависит от номинального тока.

Для возможности мониторинга состояния предохранителей в выключателях-разъединителях-предохранителях типа FN предусмотрены контакты состояния предохранителей и контакты положения крышки разъединителя. Контакты состояния расположены непосредственно в крышке аппарата. На предохранителях NV/NH ножевых типов имеется индикатор срабатывания, который и используется для нажатия на контакт сигнализации.

Если есть требование по уменьшению габаритов оборудования, вместо ножевых предохранителей используются цилиндрические, которые также устанавливаются в выключатели-разъединители.

Выключатели – предохранители позволяют производить операции включения-отключения и замену предохранителей без применения дополнительных защитных средств.

Хотя по требованиям ФСК на щите постоянного тока на верхнем и среднем уровнях нельзя применять автоматические выключатели, подстанций МРСК, то есть для подстанций на напряжения ниже 220 кВ, их довольно часто используют. Автоматические выключатели, устанавливаемые на ЦПТ, применяются только в исполнении на постоянный ток и с ручным приводом. В качестве селективных автоматических выключателей используются выключатели типа ВА55 и ВА09 с электронным блоком управления или обычные выключатели, в которых не устанавливаются или отключаются встроенный защиты, с выносной селективной микропроцессорной защитой. Применение выносной селективной защиты осуществляется в соответствии с циркуляром Ц-03-90.

По мимо селективных выключателей на щите устанавливаются выключатели в литом корпусе с электромагнитным и тепловым расцепителем, а также модульные выключатели.

Нельзя использовать в качестве коммутационных аппаратов кулачковые выключатели, которые совершенно не предназначены для работы на постоянном токе. При коммутации ими особенно длинных линий, имеющих большую индуктивность, происходит образование дуги, для ее гашения в конструкции переключателя ничего не предусмотрено и переключатель выгорает.

Появление систем автоматического поиска фидера с пониженной изоляцией породило надежду, что с их применением вопросы контроля изоляции будут решены. Но практика показала, что в настоящее время нет ни одной системы, контроля изоляции, которая надежно работала и определяла фидер с пониженной изоляцией во всех режимах эксплуатации. К этому добавляется значительное увеличение емкости системы оперативного постоянного тока относительно «Земли» вызванное применением экранированных кабелей и импульсных источников питания, в которых всегда на выходе устанавливаются конденсаторы на «землю».

Очень мощным средством, улучшения работы систем контроля изоляции, является гальваническое разделение нагрузок. Например, для питания дискретных входов, которые имеют длинные связи, выходящие за здание подстанции, лучше применять DC-DC преобразователи. ФСК рекомендует для этих целей использовать устройства типа шкафов питания ОБР.



Рис. 13. Устройства УППТ.

Если на подстанции требуется установить небольшую герметизированную аккумуляторную батарею, то для данного случая мы выпускается устройство УППТ. Это устройство является аналогом ШУОТа или АУОТ. В нем располагается аккумуляторная батарея, одно или два зарядно-подзарядных устройств на 40 А, коммутационно распределительный узел на предохранителях или автоматах, автоматика щита постоянного тока в комплекте с устройством контроля изоляции. Т.е. это полноценная система оперативного тока, расположенная в одном шкафу.

Другим направлением в изготовлении щитового оборудования является производство щитов собственных нужд. Щиты выполнены на базе шкафов Prisma P Plus одностороннего или двухстороннего обслуживания и аппаратуры фирмы Schneider Electric с применением автоматических выключателей выдвижного исполнения.

В качестве вводных выключателей устанавливаются выключатели Masterpact выкатного исполнения с мотор-редуктором и блоком контроля и управления Micrologic 6.0 А с дополнительной функцией защиты от замыканий на «землю» или 7.0, если необходима дифференциальная защита. В качестве секционных выключателей используются эти же выключатели с блоком контроля и управления Micrologic 5.0 А

В качестве фидерных выключателей используются втычные выключатели Compact NSX или NG. Модульные аппараты, которые устанавливаются на din-рейке, применяются значительно реже и только при небольших токах КЗ на шинах. Стандартная фидерная панель состоит из 10-12 выключателей на ток до 250 А или 5-6 выключателей на ток до 400 А. В общем случае состав фидерных панелей широко варьируется и зависит от проекта. В них могут устанавливаться пускатели, трансформаторы тока и счетчики учета потребляемой энергии отдельных фидеров и другое оборудование.

Если щит состоит из нескольких рядов шкафов, то между рядами может быть установлен шинный мост, который является пожаробезопасным шинопроводом со степенью защиты IP55.

На щите организован коммерческий учет электроэнергии на каждом вводе. Измерение токов и напряжений на секциях осуществляется при помощи многофункционального измерителя PM710 компании Schneider Electric с интерфейсом RS485. По протоколу Modbus с него передается информа-

ция о напряжении, токе, активной и реактивной мощностях, энергии, косинусе. На щите также имеется защита от импульсных перенапряжений. Управление и контроль вводных и секционных выключателей осуществлено по протоколу Modbus. АВР реализован на базе программируемого контроллера TWIDO, который также осуществляет функции мониторинга и телеуправления по протоколам Modbus.

Передача сигналов положения и аварийного отключения автоматических выключателей отходящих автоматов выполнена при помощи сухих контактов состояния (включен /выключен) и аварийного (сработал по аварии). Эти сигналы могут поступать в устройство сбора информации, которое по протоколу Modbus и шине RS-485 передает информацию на программируемый контроллер TWIDO. Вводные аппараты передают всю информация о положении (включен, выключен, испытание), срабатывании (авария) и состоянии (включен, выключен) посредством протокола Modbus через программируемый контроллер TWIDO.

## ООО «АККУ-ФЕРТРИБ»

Россия, 119311 г. Москва,  
пр. Вернадского, дом 8 «А», башня «Б», этаж 8  
Тел.: +7 (495) 228-13-13, 664-21-33

**[www.aku-vertrieb.ru](http://www.aku-vertrieb.ru)**



### О КОМПАНИИ

ООО «Акку-Фертриб» является эксклюзивным дистрибьютором крупнейшего мирового производителя свинцово-кислотных аккумуляторов, компании GNB Industrial Power – промышленного подразделения концерна Exide Technologies.

Помимо стабильно импортируемой продукции, ООО «Акку-Фертриб» располагает также собственной производственной базой, осуществляя деятельность по изготовлению промышленных аккумуляторов и стартерных свинцово-кислотных аккумуляторов, внося тем самым свой вклад в развитие отечественного производства и делая современные технологии более доступными для российских предприятий.

Аккумуляторные батареи выпускаются под зарегистрированной торговой маркой ШТАРК по технологии с жидким электролитом.

С момента создания наша компания активно работает в направлении развития электротехнического рынка России и стран СНГ, принимает непосредственное участие в реализации крупных энергетических проектов, осуществляет комплексные поставки промышленного электропитающего оборудования ведущих российских и зарубежных производителей.



## **ПРОМЫШЛЕННЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ПРОИЗВОДСТВА РЯЗАНСКОГО АККУМУЛЯТОРНОГО ЗАВОДА «ТАНГСТОУН». ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Компания ООО «Акку-Фертриб» – инжиниринговая компания, выполняющая проектные работы, поставку оборудования, монтаж и пусконаладочные работы систем оперативного постоянного тока. С момента создания в 1993 году компания принимает активное участие в развитии электротехнического рынка России и стран СНГ, активно участвует в реализации крупных электротехнических проектов, осуществляет комплексные поставки промышленного электротехнического оборудования ведущих российских и мировых производителей. В компании трудится более 150 человек, имеются филиалы в 10 регионах России, а также в странах СНГ.

Компания «Акку-Фертриб» является лидирующим поставщиком стационарных и тяговых свинцово-кислотных промышленных аккумуляторов в России. Благодаря тесному многолетнему сотрудничеству с ведущим мировым производителем свинцово-кислотных аккумуляторов, концерном «Exide Technologies», ООО «Акку-Фертриб» имеет возможность обеспечивать своих клиентов уникальными решениями во всех областях, где требуется бесперебойное и надежное обеспечение электроэнергией.

Среди клиентов ООО «Акку-Фертриб» – крупнейшие предприятия электроэнергетики, нефтегазового и горнодобывающего комплекса, черной и цветной металлургии, сырьевой и химической промышленности, производители преобразовательной техники и агрегатов бесперебойного питания, железная дорога, ведущие телекоммуникационные компании, индустриально-складские комплексы, производители и поставщики подъемно-транспортного оборудования, уборочной техники и многофункциональных систем безопасности, предприятия машиностроения, сельского хозяйства и коммунальной сферы.

Вот только некоторые из них: «Белоярская АЭС», «Нововоронежская АЭС», «Ленинградская АЭС», «Ростовская АЭС», «Транснефть», «Газпром», «Роснефть», РЖД, «Транстелеком», «Ростелеком», «Мегафон», «Билайн», МТС, «Автоваз», ГАЗ, «Сбербанк», «Химволокно», «Куйбышевазот», «Интер РАО», «Зарубежатомэнергострой», «Атомстройэкспорт», ФСК ЕЭС, «Россети», «Спецстрой России», «Волжская ГЭС», «Пермская ГРЭС», «Якутская ГРЭС-2», «Воронежская ТЭЦ-1», «Адлерская ТЭС», «Челябинская ТЭЦ-1», «Южноральская ГРЭС», проект «Энергомост» и многие другие.

Сервис – важная часть системы продаж высокотехнологичного оборудования. Компания предоставляет своим клиентам полноценную техническую поддержку и обслуживание всего спектра аккумуляторных батарей и преобразовательной техники. Служба сервиса ООО «Акку-Фертриб» располагает высококвалифицированными инженерными кадрами и научно-технической лабораторией, оснащенной современным оборудованием. Техническое обслуживание осуществляется на всей территории России 24 часа в сутки и является залогом долгой и безаварийной работы электротехнического оборудования.

Компания «Акку-Фертриб» является членом НП «Энергострой» и НП «Энергопроект» и имеет допуски на выполнение работ как на предприятиях общепрома, так и на особо опасных объектах. В компании функционирует крупный инженерный центр, позволяющий решать технические задачи любой сложности и масштаба. За время своей работы компанией «Акку-Фертриб» реализовано значи-

тельное число крупных комплексных проектов в различных регионах России, включая проектирование и выполнение работ: «Сакмарская ГРЭС», МРСК Центра, «Новосибирская ТЭЦ-3», «Тольяттиазот», СПЗ, «Крымэнерго» и другие.

Накопленный практический и теоретический опыт позволили нам в 2004 году преступить к реализации проекта создания собственного производственного предприятия, который получил свое воплощение в 2006 году. На сегодняшний день Рязанский аккумуляторный завод «Тангстоун» – это предприятие полного цикла с производительностью 1 500 000 миллион батарей в год. Завод производит широкую номенклатуру продукции: стационарные свинцово-кислотные аккумуляторы для всех отраслей промышленности; изготавливает все типы и размеры стартерных аккумуляторов для легковых и грузовых автомобилей; выпускает тяговые аккумуляторы по классической и гелевой технологиям для складской техники.

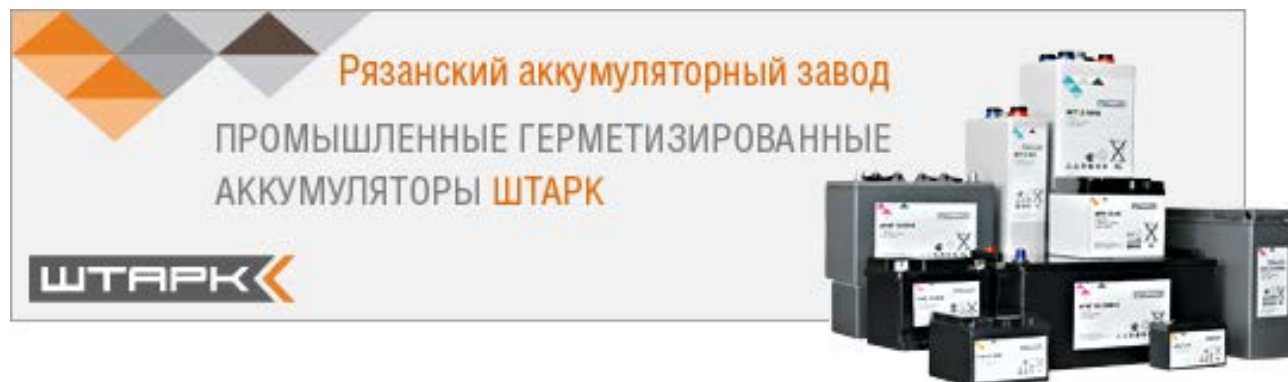
На производстве занято более 350 человек, площадь завода составляет 3,5 га, площадь цехов – более 25000 м<sup>2</sup>.

Первый аккумулятор был выпущен предприятием в 2008 году. О развитии завода говорят и такие цифры: В 2009 году количество переработанного предприятием свинца составляло около 1 000 тонн, сегодня – более 12 тысяч тонн.

В составе завода имеются химическая и физическая лаборатории, в которых проводится тщательный анализ входящего сырья. Завод оснащен оборудованием, позволяющим обеспечить высокое качество продукции на всех этапах производства, таких как: изготовление электродных пластин, участок пастоприготовления, камеры вызревания пластин, сборка элементов и батарей, их зарядка и проверка готовой продукции. На предприятии внедрена система управления качеством. Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие ГОСТ Р ИСО-9001-2011 и ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949-2009 с 2012 года.

В 2008 году на заводе освоено серийное производство аккумуляторов с жидким электролитом под торговой маркой STARK серий OPzS, GroE, OGi и OCSM. Максимальная емкость аккумуляторов составляет 3000 Ач.

Продукция получила одобрение и соответствующие разрешительные документы и сертификаты для использования в ключевых областях народного хозяйства. Пройден аудит РЖД, ФСК, ГАЗПРОМ. Продукция имеет декларации соответствия, выданные Федеральным Агентством Связи. Система контроля качества предприятия сертифицирована на соответствие ГОСТ Р ИСО-9001. Аккумуляторы выпускаются под торговыми марками ШТАРК, СПУТНИК, СИЛВЕРСТАР и другие.



Мы планируем не останавливаться на достигнутом. Намерены принять активное участие в исполнении поручения Президента Российской Федерации от 05.12.2014 № Пр-2821, Аппарата Правительства Российской Федерации № АД-П9-9176 от 08.12.2014 по вопросу импортозамещения и освоить серийный выпуск широкого номенклатурного перечня аккумуляторов.

Компания уже приступила к освоению производства герметизированных стационарных аккумуляторов серий АГН, АГНГ и АГТ, которые в России до сих пор были представлены только зарубежными марками. Аккумуляторы успешно прошли испытания в ФГУП ЦНИИС и серийно выпускаются на производстве.

- **Серия STARK OPzS – трубчатая положительная пластина.**



- **Серия STARK GroE – положительная пластина из особо чистого свинца с большой поверхностью типа Plante.**



- **Серия STARK OGi – положительная и отрицательная пластины – намазные.**



- **Серия STARK OCSM – трубчатая положительная пластина, отрицательная пластина из тянутой меди**

В 2014 году завод освоил выпуск герметизированных необслуживаемых аккумуляторов серий под торговой маркой ШТАРК серий АГН, АГТ и АГНГ.

- **Серия ШТАРК АГН – технология AGM , аккумуляторы с жидким электролитом, впитанным в стекловолоконный сепаратор.**



- **Серия ШТАРК АГТ – технология GEL , электролит загущен в желеобразную массу, аккумуляторы с трубчатой положительной пластиной.**



- Серия ШТАРК АГНГ – технология GEL, электролит загущен в желеобразную массу.



В 2015 году на заводе введена в эксплуатацию линия полимерного покрытия стальных ящиков для тяговых аккумуляторных батарей.

Начиная с 2016 года, завод выпускает батареи нового поколения STARK Lithium – безопасная технология на основе проводимости ионов лития (литий-железосфатные элементы ( $\text{LiFePO}_4$ )).



## ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ИСТОЧНИК»

Россия, 192177, г. Санкт-Петербург,  
Рыбацкий 3-й проезд, д. 3, лит. В  
Тел.: +7 (812) 448-48-81, gerasimov@balt-energo.com

<http://npp-istochnik.ru>  
[www.balt-energo.com](http://www.balt-energo.com)



### О КОМПАНИИ

НПП «Источник» – научно-производственное предприятие, которое занимается разработкой и производством герметизированных аккумуляторов и аккумуляторных батарей по технологиям AGM и GEL, а также малообслуживаемых аккумуляторов по технологии OPzS. Компания объединила единомышленников и профессионалов, занимающихся свинцово-кислотными источниками тока более 30 лет, за плечами которых разработки сложнейших аккумуляторов емкостью до 20 000 А·ч, строительство аккумуляторных заводов в СССР и странах восточной Европы.

Предприятие выпускает продукцию по новейшей технологии, наиболее востребованной сейчас на рынке. Это стационарные аккумуляторы, срок службы которых составляет 10 лет и более, которые работают в буферном и циклическом режиме. Аккумуляторы не требуют обслуживания. Конструкция изделий предполагает использование намазных электродов и электродов панцирной конструкции.



## **РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ СОПТ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ**

Научная работа «НПП «Источник» направлена на поиски путей совершенствования свинцовых аккумуляторов. Прежде всего, речь идет о создании форсированных режимов заряда. Обычный заряд свинцового аккумулятора продолжается 12-15 часов в зависимости от системы его разряженности.

Столь продолжительные заряды с одной стороны восстанавливают емкость аккумуляторов, а с другой сокращают их ресурс вследствие коррозии положительных токоотводов (решеток).

В ООО «НПП «Источник» разработан метод форсированного заряда для стационарных аккумуляторов с намазными электродами. Суть метода заключается в том, что аккумуляторы заряжаются в две ступени, при котором первая ступень заряда осуществляется большими предельными токами до нужного напряжения, величина которого рассчитывается по специальной методике. Вторая ступень заряда производится при достигнутом напряжении на первой ступени плавным снижением тока.

Нередко в эксплуатации стационарных свинцовых аккумуляторов, особенно при неумелом обслуживании, наблюдается явление необратимой сульфатации отрицательных электродов. Сульфатация электродов приводит к сокращению срока службы аккумуляторов, чрезмерному газовыделению.

Для свинцовых аккумуляторов различного назначения, в том числе и для стационарных, нами создан и многократно проверен метод, основанный на чередовании зарядов большими и малыми токами. В результате плотность электролита начинает возрастать, что подтверждает устранение сульфатации, то есть восстановление емкости аккумуляторов. Считается, что большие токи физически разрушают сульфатную пленку, а при малых токах двухвалентные ионы свинца восстанавливаются до глубокого свинца, то есть до исходного активного материала на отрицательных электродах.

Исходя из потребностей заказчика, наше предприятие может разработать оригинальную конструкцию аккумулятора, что позволяет ему наиболее эффективно работать в системе бесперебойного питания. На предприятии работает система контроля качества. Все комплектующие и материалы проходят входной контроль в лаборатории. Также при производстве аккумуляторов и батарей на всех этапах идет автоматическая проверка всех производимых операций, что позволяет минимизировать брак.

При поставке заказчику очень важно, чтобы аккумуляторы были свежееизготовлены, из одной партии, были подобраны в группы, в которых будут эксплуатироваться у заказчика (соединяться последовательно или параллельно) и были максимально близки по характеристикам. НПП «Источник» реализовывает все эти возможности, чтобы увеличить срок службы своих изделий.

В 2013 году на предприятии успешно пройдена проверка на соответствие требованиям стандарта ИСО 9001.

### Направления деятельности:

- Производство промышленных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (AGM, GEL, OPzS, GROE);
- Производство NiCd-батарей;
- Производство стеллажей, в том числе сейсмостойких;
- Разработка и производство оборудования для обслуживания АКБ.

### Типы аккумуляторов и АКБ, производимых НПП «Источник»:

(производительность 150 тыс. штук в год)

- AGM (емкость 4–3000 А·ч);
- GEL (емкость 18–3000 А·ч);
- OPzS (емкость 100–3000 А·ч);
- GROE (емкость 200–3000 А·ч).



### Совершенствование эксплуатационных режимов стационарных батарей:

- новый метод диагностики;
- ускоренные методы заряда;
- оптимальные напряжения постоянного подзаряда в зависимости от температуры;
- восстановление емкости засульфатированных батарей.

### Системы мониторинга и тестирования аккумуляторных батарей Midtronics



## ООО «ФИРМА «ИСТОЧНИК»

Россия, 420029, г. Казань,  
ул. Сибирский тракт, д. 34, корп. 10  
Тел./факс: +7 (843) 203-92-55, 279-45-66, 295-28-89

[www.ibep.ru](http://www.ibep.ru)

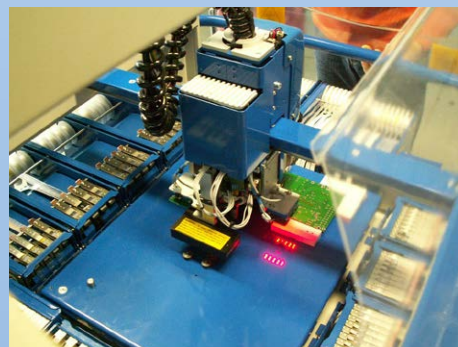


### О КОМПАНИИ

ООО «Фирма «Источник» работает на рынке более 20 лет. Основной состав специалистов в области разработки и производства средств электроснабжения – из сотрудников лаборатории «Источники вторичного электропитания», созданной в Казани на базе предприятия военно-промышленного комплекса.

Продукция, выпускаемая ООО «Фирма «Источник», декларирована на соответствие требованиям технических регламентов Таможенного Союза ЕАС ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». С 30 октября 1997 года на ООО «Фирма «Источник» функционирует система менеджмента качества, сертифицированная на соответствие требованиям международного стандарта качества ISO 9001.

Наша основная цель – максимально полно удовлетворять требования наших заказчиков и предлагать им изделия, которые своими характеристиками соответствуют последним требованиям на рынке средств электроснабжения: высокий КПД, современный и совершенный дизайн, микропроцессорное управление, высокая надежность и долговечность.



## ШКАФЫ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА И ВЫПРЯМИТЕЛИ. ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА:

ООО «Фирма «Источник» – российский разработчик и производитель источников бесперебойного электропитания. Предприятие с 1993 г. специализируется на разработках и производстве систем бесперебойного электропитания постоянного тока на 400 В, 200 В, 100 В, 60 В, 48 В, 24 В, 12 В:

– шкафов оперативного тока:



– выпрямителей AC/DC на мощности 400 Вт, 1000 Вт, 2000 Вт, 3000 Вт, конверторов DC/DC, инверторных установок DC/AC и АВР по модульному принципу:



**Основная продукция** – шкафы оперативного тока, источники бесперебойного электропитания шкафного исполнения, специально разработанные для заряда и подзаряда аккумуляторных батарей, электропитания цепей управления оперативным постоянным током, аварийного освещения, построения систем оперативного постоянного тока. А также для электропитания прочего оборудования напряжением = 220 или 110 В мощностью до 192 кВт.

### **Основные технические характеристики:**

- Диапазон входного напряжения 176-310 В при полной мощности, 90-176 В со снижением мощности.
- КПД – 93,5%, коэффициент мощности – 99,99%.
- Нестабильность выходного напряжения + – 0,5%.
- Защита от глубокого разряда (LVDB) батарей.

### **Достоинства:**

- Активное выравнивание токов выпрямителей, параллельная работа до 64 выпрямителей без дополнительных устройств (до 192 кВт).
- Цифровое управление позволяет получить полный контроль за состоянием выпрямителя системы в целом.
- Фронтальное обслуживание.
- Простая система установки выпрямительных модулей в сочетании с возможностью «горячей замены» делает их простыми и удобными в эксплуатации.
- Полный мониторинг и управление на русском языке.

### **Эксплуатационные особенности:**

- Высокая надёжность оборудования.
- Отключение входных цепей при напряжении > 310 В на фазу (защита от «перекоса» фаз, от обрыва «нуля»).
- Средняя наработка на отказ – 250 000 часов.
- Срок службы изделий – 20 лет.
- Выполнение условий резервирования. «Горячий резерв» N+1 достигается избыточностью выпрямителей.
- ООО «Фирма «Источник» обеспечивает гарантийное и послегарантийное обслуживание на протяжении всего срока службы эксплуатации изделия.
- Защита от переплюсовки при подключении к аккумуляторной батарее.
- Программное обеспечение, конструкторская и техническая документация разработана специалистами ООО «Фирма Источник».
- Все оборудование и узлы производятся в г. Казань на территории ООО «Фирма Источник».

### Стандартная конфигурация ИБЭП:

- авт. выкл. потр. – 4 шт.;
- авт. выкл. АБ – 1 шт.;
- RS-485;
- защита от глубокого разряда (LVDB).

### Конфигурация ИБЭП может быть изменена под требования заказчика:

- Количество авт. выкл: от 1 до 4;
- Количество авт. выкл АБ: 1 или 2;
- Интерфейс: RS-485, RS-232, USB, Ethernet, протоколы ИБЭП, SNMP;
- Наличие «сухих контактов»;
- Подключение внешних контактов охранно-пожарной системы;
- Наличие грозозащиты;
- Отключение неприоритетной нагрузки (LVLD);
- Может поставляться в шкафах 19»;
- Комплектуется батареями по требованию заказчика.

Модули ИБЭП (выпрямители, контроллеры и т.п.) предназначены для проектирования и изготовления систем бесперебойного электропитания и шкафов оперативного тока. По такому принципу можно компоновать системы на любое напряжение, а также инверторные и конверторные установки. Для оперативной сборки систем необходимое количество модулей постоянно содержим на складе.

Изготавливаем шкафы оперативного тока на любые мощности.

Разрабатываем и изготавливаем накопители энергии на литий-ионных аккумуляторах по индивидуальным заказам.

Также налажен выпуск высоконадежных драйверов для электропитания светодиодных светильников и наборы линеек с драйверами для модернизации люминесцентных светильников. Разрабатываем драйверы по индивидуальным заказам.

Предлагаем наши услуги по совместной разработке перспективной силовой электроники.

По запросу высылаем техническую документацию, расчеты и цены на нашу продукцию.