

**ЗАО "ЭТК "Плутон"**



**КОНЦЕПЦИЯ ПОСТАВКИ  
И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**тяговых подстанций постоянного тока  
для электрифицированных железных дорог 3,3 кВ**



## Содержание

1. Основные положения концепции поставки оборудования .....	3
2. Состав оборудования для тяговых подстанций электрифицированных железных дорог 3,3 кВ .	4
3. Комплектные распределительные устройства 10 (6) кВ серии NEX.....	5
3.1. Основные типы ячеек.....	7
3.2. Основные технические характеристики NEX-10(6) кВ.....	7
3.3. Вакуумный выключатель Evolis .....	8
3.4. Устройства управления и защиты в NEX.....	10
4. Распределительные устройства постоянного тока серии РУ-3,3к .....	12
4.1. Отличительные особенности распределительных устройств нового поколения РУ-3,3к ...	12
4.2. Основные компоненты распределительного устройства РУ-3,3к .....	18
4.2.1. Быстродействующий выключатель.....	18
4.2.2. Преимущества применения быстродействующих выключателей UR26-64, UR40-64 ..	18
4.2.3. Разъединители .....	21
4.3. Система управления и защиты.....	22
4.4. Система мониторинга тяговой сети SMTN2-3,3-30.....	25
4.4.1. Назначение и основные функции.....	25
4.4.2. Конструктивное исполнение .....	26
4.4.3. Функции защит в системе SMTN2-3,3-30.....	26
4.4.4. Следы .....	27
5. Выпрямители серии В-ТПЕД и В-ТППД для тяговых железнодорожных подстанций постоянного тока .....	30
5.1. Секции преобразовательные выпрямителей серии В-ТПЕД (В-ТППД).....	30
5.2. Трансформаторы, изготавливаемые по технологии RESIBLOC® .....	32
6. Оборудование для питания собственных нужд тяговой подстанции .....	33
6.1. Распределительное устройство переменного тока собственных нужд ШСН-3,3к-УХЛ4 .....	34
6.2. Распределительное устройство постоянного тока собственных нужд ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4.....	35
6.3. Вводное устройство ВУ-3,3к-УХЛ4 .....	36
6.4. Шкаф оперативного тока ШОТ-3,3к-УХЛ4 .....	37
7. Телемеханический комплекс.....	38
7.1. Назначение .....	38
7.2. Основные функции телемеханического комплекса .....	38
7.3. Основные технические характеристики телемеханического комплекса .....	39
7.4. Состав оборудования телемеханического комплекса.....	39
7.5. Структура и работа телемеханического комплекса.....	40
8. Заключение .....	41

## 1. Основные положения концепции поставки оборудования

Основные положения концепции поставки оборудования Компании "Плутон" для тяговых подстанций постоянного тока электрифицированных железных дорог 3,3 кВ:

- 1) Все оборудование должно представлять собой единый автоматизированный комплекс, **не требующий периодического обслуживания и ремонтов.**
- 2) Оборудование должно поставляться **«под ключ»**, начиная с участия в проектных работах. Оборудование поставляется как единый комплекс, с последующим монтажом, наладкой и вводом оборудования в эксплуатацию.
- 3) Нет необходимости поставки оборудования от одного производителя. Напротив, в комплект оборудования для тяговых подстанций железных дорог должно входить **лучшее** оборудование от Компании "Плутон", а также **лучшее** оборудование от ведущих производителей электротехнического оборудования.
- 4) Обязательным при поставке комплекта электрооборудования для тяговых подстанций является полная увязка оборудования в **единый проектный и программный комплекс**, а также соответствие оборудования критерию **надежности**, критерию **отсутствия необходимости обслуживания и периодического ремонта.**
- 5) Обязательным критерием для оборудования, поставляемого в комплекте тяговой подстанции для железных дорог, является способность оборудования к **самодиагностике**, возможность **мониторинга**, а также способность посредством интегрированных интерфейсов **включаться в единую информационную сеть тяговой подстанции.**
- 6) **Ответственность** за нормальную гарантийную и постгарантийную работу оборудования принимает на себя компания-поставщик, гарантируя тем самым бесперебойный ввод оборудования в эксплуатацию, техническую поддержку оборудования в гарантийный срок и постгарантийный период.
- 7) Очень важным преимуществом поставщика является его **способность модернизировать** программное обеспечение комплекса тяговой подстанции, а также способность с течением времени адаптировать оборудование к новому поколению элементной базы промышленных контроллеров, к новым интерфейсам и протоколам связи, появляющимся с развитием техники. Вследствие такого развития, на протяжении 20-ти – 30-ти лет эксплуатации оборудования, периодически будет возникать необходимость в модернизации системы управления и программного обеспечения.

## 2. Состав оборудования для тяговых подстанций электрифицированных железных дорог 3,3 кВ

В состав оборудования для тяговых подстанций постоянного тока электрифицированных железных дорог производства и поставки Компании "Плутон" входят:

1. ОРУ 110 (35) кВ (производства АВВ или «Высоковольтный Союз» - РЗВА);
2. Комплектные распределительные устройства 10(6) кВ серии NEX (производства Компании "Плутон" по лицензии компании Schneider Electric), в составе:
  - Ячейка вводной и отходящей линии;
  - Ячейка секционного выключателя;
  - Ячейка трансформатора напряжения;
  - Ячейка с трансформатором собственных нужд.
3. Выпрямители серий В-ТПЕД, В-ТППД, в составе:
  - o Преобразовательные секции выпрямителей серии В-ТПЕД или В-ТППД, схема мостовая шестипульсовая:
    - В-ТПЕД-2,0к-3,3к-М-УХЛ4,
    - В-ТПЕД-3,15к-3,3к-М-УХЛ4,
    - В-ТППД-3,15к-3,3к-М-УХЛ4;
  - o Преобразовательные секции выпрямителей В-ТПЕД или В-ТППД, схема мостовая двенадцатипульсовая:
    - В-ТПЕД-2,0к-3,3к-12П-УХЛ4;
    - В-ТПЕД-3,15к-3,3к-12П-УХЛ4;
    - В-ТППД-3,15к-3,3к-12П-УХЛ4.
  - o Преобразовательные секции выпрямителей серии В-ТПЕД или В-ТППД, схема нулевая с уравнительным реактором:
    - В-ТПЕД-2,0к-3,3к-Н-УХЛ4;
    - В-ТПЕД-3,15к-3,3к-Н-УХЛ4;
    - В-ТППД-3,15к-3,3к-Н-УХЛ4.
  - o Выпрямители укомплектованы соответствующими сухими преобразовательными трансформаторами, изготавливаемыми по технологии RESIBLOC<sup>®</sup> производства АВВ, мощностью от 6300 кВА до 12500 кВА. Выпрямители могут комплектоваться и масляными преобразовательными трансформаторами.
4. Распределительное устройство постоянного тока 3,3 кВ в составе:
  - Распределительное устройство катодное РУ-3,3к-К
  - Распределительное устройство линейное РУ-3,3к-Л.
  - Распределительное устройство секционное РУ-3,3к-С.
  - Распределительное устройство запасное РУ-3,3к-З.
  - Распределительное устройство реакторное РУ-3,3к-Р.
5. Средства повышения качества электроэнергии и обеспечения электромагнитной совместимости – фильтр-устройство ФУ.
6. Реактор отсоса индуктивностью от 4,5 до 12 мГ.
7. Распределительное устройство собственных нужд переменного тока ШСН-3,3к-УХЛ-4.
8. Распределительное устройство собственных нужд постоянного тока (щит постоянного тока) ЩПТ-3,3к-УХЛ-4.
9. Вводное устройство ВУ-3,3к-УХЛ4.
10. Шкаф оперативного тока ШОТ-3,3к-УХЛ4.
11. Аккумуляторная батарея – необслуживаемая в течение всего срока службы (технология «dryfit»).
12. Автоматизированная система управления тяговой подстанцией АСУТП-3,3к-УХЛ4.
13. Оборудование телемеханики ТМ-3,3к-УХЛ-4.
14. Трансформаторы собственных нужд, изготавливаемые по технологии RESIBLOC<sup>®</sup>, мощностью от 100 до 1000 кВА.

### 3. Комплектные распределительные устройства NEX-10(6) кВ

Комплектное распределительное устройство среднего напряжения является одним из самых важных звеньев в цепи распределения электроэнергии. Компания "Плутон", основываясь на своем многолетнем опыте поставки оборудования, предлагает в качестве распределительных устройств среднего напряжения КРУ-10(6) кВ распределительные устройства серии NEX, которые изготавливаются по лицензии компании Schneider Electric.

Ячейка NEX представляет собой комплектное распределительное устройство (КРУ) в металлическом корпусе, предназначенное для внутренней установки на понижающих и распределительных подстанциях, а также распределительных пунктах. Ячейка NEX объединяет в себе инновационные решения, основанные на испытанных технологиях и имеет в своем составе: высокоэффективный коммутационный электрический аппарат, цифровые системы защиты, контроля и управления, а также корпус, устойчивый к воздействию возникающей внутри него электрической дуги.

Ячейки серии NEX соответствуют требованиям ГОСТ 14693 и стандарта МЭК 60298.



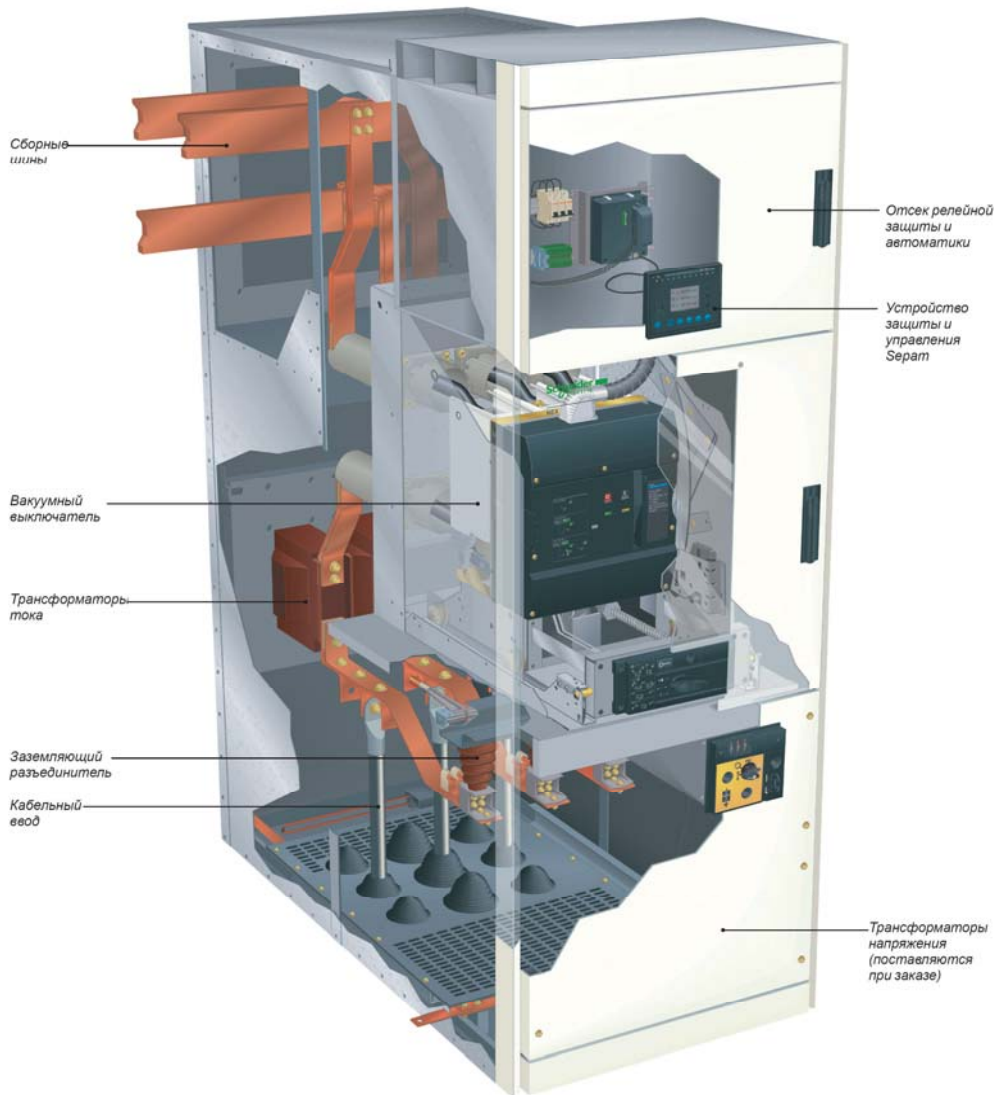
Комплектное распределительное устройство NEX-10(6) кВ

Ячейка состоит из 4 отсеков, разделенных между собой металлическими перегородками:

- **отсек релейной защиты и автоматики.** В отсеке расположены устройство защиты Serat или MiCom (по требованию Заказчика), приборы контроля и учета электроэнергии, клемные ряды и другая аппаратура вспомогательных цепей;
- **отсек коммутационного аппарата.** В отсеке, помимо выкатного элемента с вакуумным выключателем (тележки с разъединителем или заземляющим разъединителем), расположены подвижные металлические шторки, которые

- автоматически закрываются при перемещении выключателя / разъединителя / заземляющего разъединителя из рабочего положения в контрольное;
- **кабельный отсек.** В отсеке расположены кабельные вводы, заземляющий разъединитель, модуль системы индикации наличия напряжения, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения;
  - **отсек сборных шин.** В отсеке расположены медные шины, проходные изоляторы .

Каждый отсек (кроме отсека релейной защиты) имеет свой канал отвода газов.



Основные компоненты распределительного устройства NEX-10(6) кВ

Все металлические элементы ячейки заземлены:

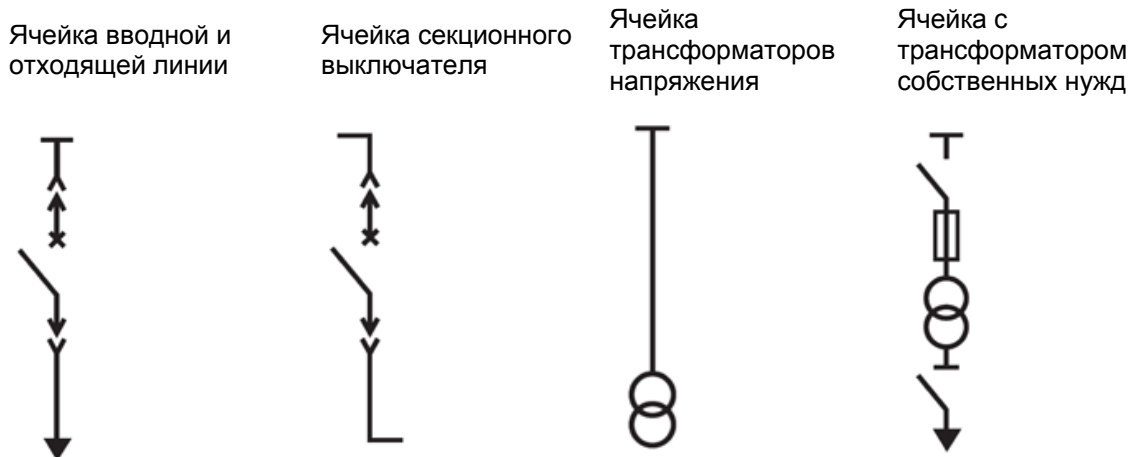
- корпус и двери ячейки;
- выкатной элемент (выключатель, тележка с разъединителем или заземляющим разъединителем) и трансформаторы напряжения - в соответствии с техническими требованиями на данные элементы;
- кабельные вводы, заземляющий разъединитель, датчики тока и трансформаторы напряжения - в соответствии с техническими требованиями на данные элементы.

Ячейки NEX обеспечивают высокую степень защиты персонала, благодаря развитой системе блокировок. Вспомогательное оборудование низкого напряжения и блок мониторинга находятся отдельно от секции высокого напряжения и размещены в отсеке релейной защиты и автоматики.

### 3.1. Основные типы ячеек

Основные типы ячеек NEX-10 (6) кВ:

- Ячейка вводной и отходящей линии;
- Ячейка секционного выключателя;
- Ячейка трансформаторов напряжения;
- Ячейка с трансформатором собственных нужд.



В ячейках вводной и отходящей линии и ячейке секционного выключателя установлен вакуумный выключатель выкатного исполнения.

### 3.2. Основные технические характеристики NEX-10(6) кВ

Таблица 1. Технические характеристики NEX-10(6) кВ

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение	
		6 кВ	10 кВ
Номинальное напряжение	кВ	6	10
Наибольшее рабочее напряжение	кВ	7,2	12
<b>Электрическая прочность изоляции</b>			
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты 50 Гц в течение 1 мин	кВ	32	42
Импульсное значение 1,2/50 мкс	кВ	60	75
<b>Ток</b>			
Ток термической стойкости	кА/3 сек	25	25
		31,5	31,5
Ток электродинамической стойкости	кА	62,5	62,5
		81	81
Номинальный ток сборных шин	А	1250, 2500	1250, 2500
Номинальный ток главных цепей	А	630	630
		1250	1250
		2500	2500
<b>Стойкость к внутренней дуге (дополнительно)</b>			
IAC-AFLR	кА/0,5 сек	25	25
<b>Класс защиты</b>		-IP4X для оболочки; -IP2X между отсеками.	

## Условия эксплуатации

КРУ NEX изготовлено для работы в нормальных климатических условиях в помещениях в соответствии с нормами МЭК 62271-1 и ГОСТ 15150.

Температура окружающей среды:

- при эксплуатации: нижнее предельное значение температуры воздуха - минус 25 °С, верхнее - плюс 40 °С (среднесуточное значение температуры воздуха не более плюс 35 °С);
- при транспортировке: нижнее предельное значение температуры воздуха - минус 45 °С, верхнее - плюс 50 °С .

Высота над уровнем моря:

- не более 1000 м;
- при применении устройств для работы на высоте более 1000 метров над уровнем моря , необходимо соблюдать дополнительные требования стандартов МЭК 62271-1, ГОСТ 15150 и ГОСТ 1516.1 по согласованию с производителем устройств.

Окружающая среда:

- не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, соли, водяных паров и агрессивных газов в концентрациях, снижающих параметры распределительного устройства.
- среднесуточная относительная влажность не более 95 %,
- среднемесячная относительная влажность не более 90 %,
- среднесуточное атмосферное давление не более 2,2 кПа,
- среднемесячное атмосферное давление не более 1,8 кПа.

### 3.3. Вакуумный выключатель Evolis

Выключатели Evolis применяются в качестве коммутационного аппарата для защиты и управления распределительными и промышленными сетями.

Технические параметры выключателя Evolis:

- Номинальное напряжение 6 ,10 кВ.
- Наибольшая отключающая способность при КЗ: до 31,5 кА.
- Номинальный ток от 630 А до 2500 А.
- Технология осевого магнитного поля (AMF) при отключении (принцип вращения дуги).
- Выкатное исполнение.

Особая форма рабочих контактов в вакуумных камерах выключателя и перемещение дуги в процессе ее гашения обеспечивают максимально возможную в данном типе выключателей «мягкость» гашения дуги даже при высоких значениях тока.

Преимуществами данной технологии являются:

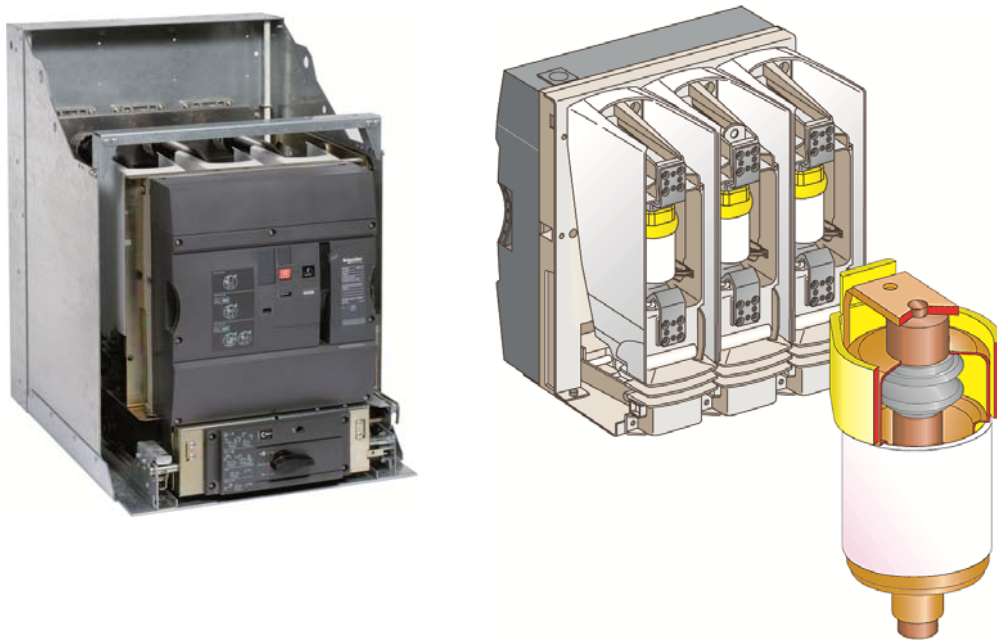
- компактность рабочих контактов и вакуумных камер;
- «мягкость» гашения дуги.

Evolis соответствует самому высокому классу электрической износостойкости (МЭК 62271-100: класс E2).

Электромагнитное поле генерируется внешним витком, который окружает контактную зону. Это техническое решение упрощает и, тем самым, повышает надежность вакуумной камеры, сверхмощные контакты не деформируются при замыкании-размыкании.

Evolis соответствует самым высоким требованиям механической износостойкости (МЭК 62271-100: класс M2).





Выключатель Evolis

Таблица 2. Технические характеристики выключателя Evolis

Общие технические характеристики в соответствии с МЭК 62271-100					
Наименование параметра	Ном. ток откл. (Isc)	Ном. ток	Значение		
Ширина ячейки (мм)			650	800	900
	25 кА	630 А	+	+	
		1250 А	+	+	
		2500 А			+
	31,5 кА	630 А		+	
		1250 А		+	
		2500 А			+
Дополнительные характеристики в соответствии с МЭК 62271-100					
Номинальные параметры	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
Напряжение	Ur	кВ	6	10	10
Напряжение изоляции: - промышленная частота 50 Гц, 1 мин. - грозовой разряд (1.2/50 мсек)	Ud	кВ	32	42	42
	Up	кВ	57	75	75
Частота	fr	Гц	50-60		
Ток термической стойкости	I <sub>k</sub> /t <sub>k</sub>	кА	I <sub>sc</sub> /3 сек		
Ток электродинамической стойкости (ударный)	I <sub>p</sub>	кА	2,5 I <sub>sc</sub> (50 Гц)		
Номинальный ток включения		кА	2,5 I <sub>sc</sub> (50 Гц)		
Другие характеристики					
Последовательность операций	O-0.3 сек-BO-15 сек-BO O-0.3 сек-BO-3 мин-BO O-3 мин-BO-3 мин-BO				
Временные характеристики	Размыкание	мсек	< 50		
	Полное отключение	мсек	< 60		

	Включение	мсек	< 71
Механическая прочность	Класс		M2
	Ресурс циклов		30 000
Коммутационная износостойкость	Класс		E2
Количество коммутаций при полном значении	Isc	25 кА	100
		31,5 кА	50
Отключающая способность емкостного тока	Класс		C1 (для определенных типов)
Рабочая температура		°С	минус 35 °С до +40 °С
Средняя относительная влажность	24 ч		< 95%
	1 месяц		< 90%

### Защита от внутренней дуги в ячейках NEX

Ячейки NEX конструктивно защищены от разрушающего действия внутренней дуги и обеспечивают безопасность обслуживающего персонала. В качестве дополнительной опции в ячейке NEX может быть установлен детектор внутренней дуги - электронный модуль с оптическим датчиком. Оптические датчики измеряют силу света, созданного дугой, в ячейке NEX. Электронный модуль, после обработки информации от датчиков, посылает сигнал на отключение выключателя.

В случае, если распределительное устройство NEX установлено в середине помещения, для безопасной работы обслуживающего персонала обеспечивается четырехсторонняя защита.

### 3.4. Устройства управления и защиты в NEX

В распределительных устройствах NEX применены наиболее эффективные средства управления и защиты, благодаря чему ячейки NEX могут быть легко интегрированы в систему автоматизированного управления подстанций.

Каждая ячейка NEX может быть оборудована комплексной системой управления, контроля и защиты, которая состоит из:

- измерительных трансформаторов для определения требуемых электрических величин (фазного тока, остаточного тока, напряжений и т.д.);
- релейной защиты, легко адаптируемой в систему защиты КРУ;
- системы индикации и сигнализации для информирования обслуживающего персонала;
- различных дополнительных вспомогательных устройств: блоков для тестирования вторичных цепей, и т.д.

### Устройства релейной защиты и управления Sepam

Устройство релейной защиты и управления Sepam является ядром системы защиты, контроля и управления, применяемой в ячейках NEX, и выполняет все необходимые функции защиты, измерения, управления, контроля и сигнализации.

Цифровые устройства релейной защиты Sepam серий 20, 40, 80 спроектированы с учетом мирового опыта в области защиты электрических сетей.

Устройства Sepam серий 20, 40 и 80 выполняют все необходимые функции:

- эффективная защита оборудования и персонала;
- точные измерения и детальная диагностика;
- управление силовыми коммутирующими устройствами;
- контроль и индикация состояния силовых коммутационных устройств;
- обмен информацией с централизованной системой управления по коммуникационной сети.



Устройства релейной защиты Seram

Серия Seram соответствует стандарту МЭК 61850.

Для быстрой адаптации к различным требованиям защиты и управления, а также удобства последующей модернизации, функции устройства Seram могут быть расширены (улучшены) путем добавления различных модулей, которые устанавливаются в соответствии с запросами Заказчика.

#### **Преимущества системы Seram:**

- Более чем 20 летний опыт создания систем релейной защиты;
- Более 150,000 блоков Seram успешно эксплуатируются в 90 странах мира;
- Система качества основывается на результатах испытаний и жестких требованиях к условиям эксплуатации, таким как температура, загрязнения и т.д.;
- Энергомический и интуитивный интерфейс «человек-машина»(UMI);
- Доступное программное обеспечение;
- Эффективная защита персонала и оборудования;
- Точные измерения и детальная диагностика;
- Встроенная функция управления оборудованием;
- Управление и система индикации как на ячейке, так и на дистанционном пульте.

#### **Устройство контроля и учета электроэнергии**

Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic - это полный модельный ряд измерителей мощности для выбранной конфигурации КРУ. Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic обладает высокими эксплуатационными характеристиками, оптимальной стоимостью и обеспечивает точные измерения.

Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic серии 3000/4000 спроектировано для использования в ключевых точках электросети с наиболее чувствительными нагрузками для проведения подробного анализа. С его помощью можно получить данные, необходимые для восстановления нормальных режимов работы электрических сетей. Этот прибор может определять среднюю стоимость электрической энергии, потреблённой в течение указанного периода или в реальном времени.

По желанию Заказчика может быть установлено другое устройство учета и контроля электроэнергии.



Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic

#### 4. Распределительные устройства постоянного тока серии РУ-3,3к

##### 4.1. Отличительные особенности распределительных устройств нового поколения РУ-3,3к

Современные распределительные устройства постоянного тока серии РУ-3,3к предназначены для работы на тяговых подстанциях в системе энергоснабжения тяговых сетей 3,3 кВ постоянного тока железных дорог.



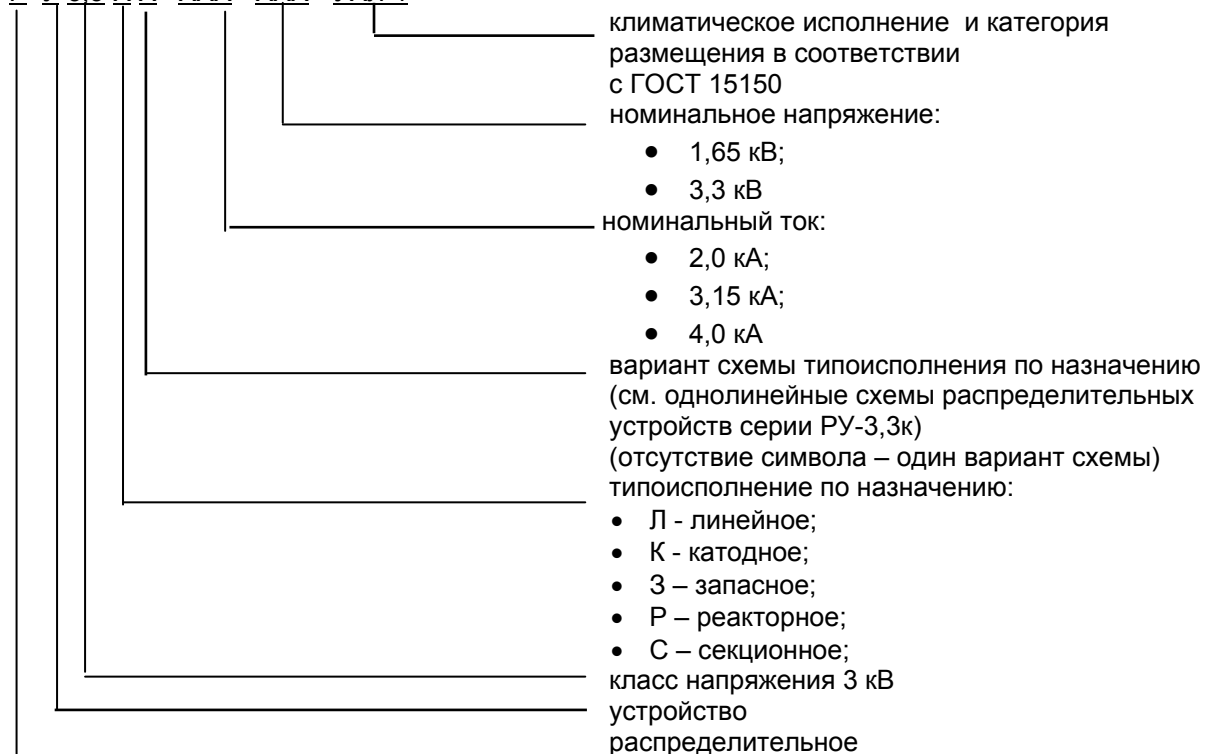
Отличительные особенности нового поколения распределительных устройств РУ-3,3к производства Компании "Плутон":

- высокий уровень надежности;
- степень защиты – IP54 - отсек управления, остальные отсеки – IP 43 (кроме пола);
- крайне низкая потребность в периодическом обслуживании и периодических ремонтах;
- снижение габаритных размеров, массы, материалоемкости и, как следствие – снижение затрат на капитальное строительство;
- удобство осмотров, обслуживания за счет применения выкатного элемента с установленным на нем выключателем и линейным разъединителем;
- возможность мониторинга и самодиагностики оборудования, в результате - снижение времени на обслуживание, поиск неисправностей, ремонтно-восстановительные работы;
- встроенная система мониторинга тяговой сети с набором электронных защит тяговой сети;
- повышение безопасности эксплуатации;
- снижение вероятности возникновения пожаров.

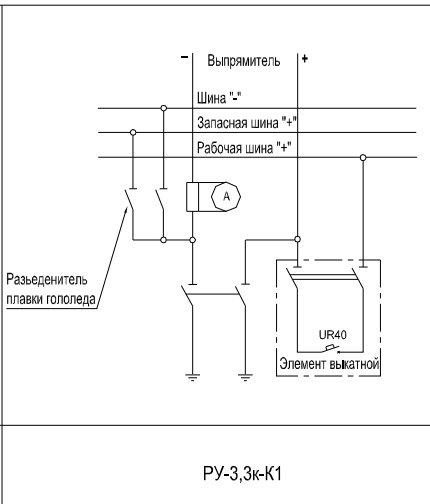
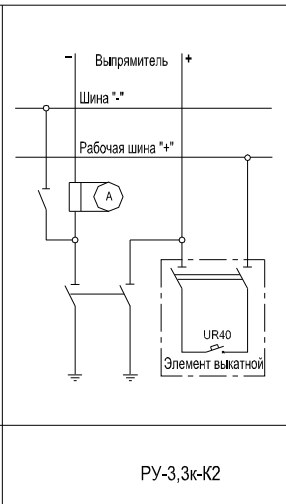
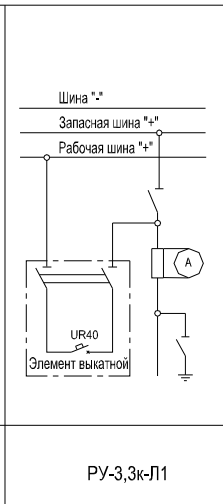
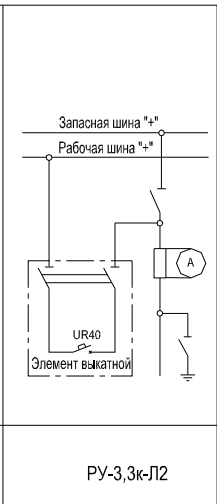
Распределительные устройства удовлетворяют требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПБЭ ЭП, ППБ, СНИП, техническому заданию, техническим условиям.

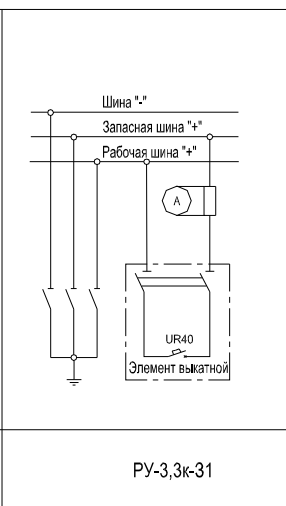
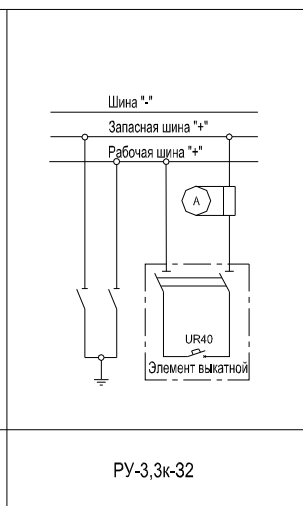
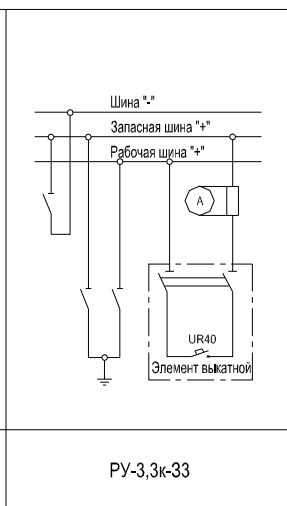
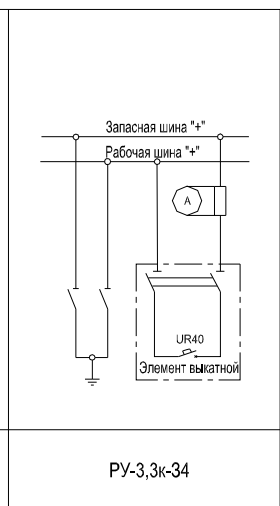
### Структура обозначения типоразмера устройств распределительных серии РУ-3,3к

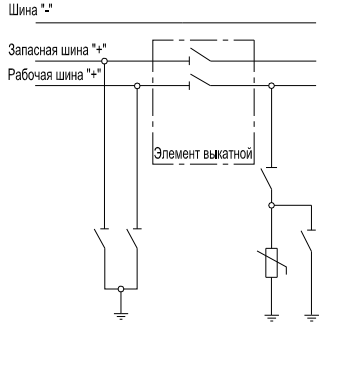
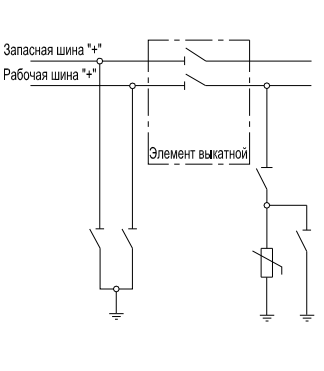
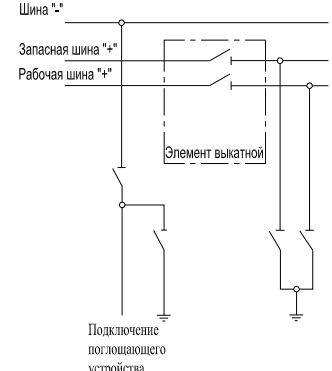
Р У-3,3-Х Х- XXX - XXX - УХЛ 4

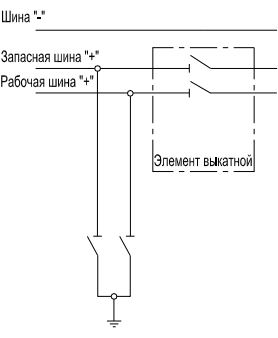
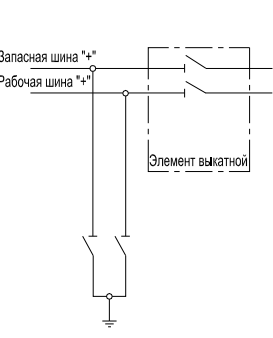


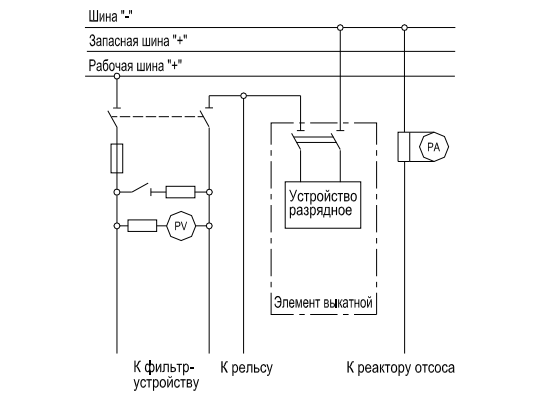
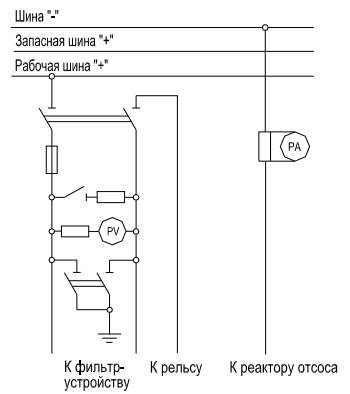
## Однолинейные схемы распределительных устройств серии РУ-3,3к

<p>Схема главных цепей</p>				
<p>Типо-исполнение</p>	<p>РУ-3,3к-К1</p>	<p>РУ-3,3к-К2</p>	<p>РУ-3,3к-Л1</p>	<p>РУ-3,3к-Л2</p>

<p>Схема главных цепей</p>				
<p>Типо-исполнение</p>	<p>РУ-3,3к-31</p>	<p>РУ-3,3к-32</p>	<p>РУ-3,3к-33</p>	<p>РУ-3,3к-34</p>

<p>Схема главных цепей</p>			
<p>Типо-исполнение</p>	<p>ПУ-3,3к-С1</p>	<p>ПУ-3,3к-С2</p>	<p>ПУ-3,3к-С3</p>

<p>Схема главных цепей</p>		
<p>Типо-исполнение</p>	<p>ПУ-3,3к-С4</p>	<p>ПУ-3,3к-С5</p>

<p>Схема главных цепей</p>		
<p>Типо-исполнение</p>	<p>ПУ-3,3к-Р1</p>	<p>ПУ-3,3к-Р2</p>

## Основные параметры распределительных устройств серии РУ-3,3к

Таблица 3. Основные технические параметры распределительных устройств серии РУ-3,3к

Наименование параметров	Норма для типоразмера				
	РУ-3,3к-Л (линейное)	РУ-3,3к-К (катодное)	РУ-3,3к-З (запасное)	РУ-3,3к-С (секционное)	РУ-3,3к-Р (реакторное)
1. Род тока силовой цепи	постоянный				
2. Номинальное напряжение силовой цепи, кВ	1,65; 3,3				
3. Наибольшее рабочее напряжение, кВ	2,0; 4,0				
4. Номинальный ток силовой цепи, А	2000, 3150, 4000				
5. Диапазон токов уставки по прямому току, А	2000...15000			-	
6. Автоматическое отключение по току перегрузки и току короткого замыкания	да			-	
7. Отключающая способность, кА/мс, не менее	40/31,5			-	
8. Время полного отключения при скорости нарастания тока $7,5 \times 10^6$ А/с, мс, не более	24			-	
9. Управление	микропроцессорное				
10. Номинальное напряжение цепи управления постоянного тока, В	110, 220				
11. Номинальное напряжение цепи освещения, В	220 В, 50 Гц				
12. Уставка защиты обратного тока, А	-	0,1* I ном.	-		
13. Охлаждение	естественное воздушное				
14. Тип выключателя	UR 40-64, UR36-64, UR26-64			-	
15. Исполнение выключателя: • Конструктивное • По способу управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выкатное;</li> <li>• с электрическим или магнитным</li> </ul>			-	
16. Виды электрических защит:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• защита по минимальному напряжению с регулируемой выдержкой времени</li> <li>• токовая отсечка без выдержки времени (максимальная импульсная отсечка);</li> <li>• максимально-токовая защита с регулируемой выдержкой времени (двухуровневая, направленная, дистанционно изменяемая);</li> <li>• значения скорости нарастания тока (di/dt), (с дистанционной блокировкой);</li> <li>• превышение заданного предельного значения интеграла скорости нарастания тока (di/dt), (с дистанционной блокировкой).</li> </ul>			-	-
17. Габаритные размеры (Ш x В x Г) мм, не более	1200 x 2200 x 1400 (см. габаритный чертеж)			800 x 2200 x 1400	



Распределительные устройства серии РУ-3,3к оборудованы микропроцессорной системой управления и защит. Микропроцессорная система управления является одновременно системой мониторинга тяговой подстанции.

Система мониторинга и визуализации позволяет в простой и удобной форме отображать состояние элементов подстанции, представлять информацию в доступном для анализа виде.

Система ведет энергонезависимый архив событий, происходящих на подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг нагрузок фидерных линий. Энергонезависимый архив событий, который сохраняется в памяти промышленного контроллера, необходим для выявления ошибок персонала в случае аварийных процессов, для анализа порядка процессов, предшествующих аварии.

В отсеке быстродействующего выкатного элемента находится выкатной элемент – тележка, на которой установлен быстродействующий выключатель, линейный двухполюсный разъединитель, сервопривод выкатного элемента, исполнительные механизмы электромагнитных блокировок и др.

Силовые и низковольтные отсеки разделены между собой, что обеспечивает безопасность обслуживания и эксплуатации, а также делает невозможным проникновение плазмы из отсека в отсек и из силовых отсеков в отсек системы управления.

Силовая часть распределительного устройства выполнена с применением технологии необслуживаемых контактных соединений. Используются специальные компенсирующие устройства немецкого производства, которые стабилизируют прижим на контактных соединениях, независимо от температуры и тепловых суточных и сезонных колебаний. При сборке распределительных устройств каждое болтовое контактное соединение обжимается с помощью моментного ключа определенным тарированным усилием в соответствии со стандартами, и указанный момент сохраняется на протяжении всего срока эксплуатации распределительных устройств.

Благодаря этому при эксплуатации распределительных устройств РУ-3,3к нет необходимости в контроле, периодической подтяжке, зачистке контактных соединений. Стабилизация контактного соединения снижает вероятность возникновения пожара в распределительных устройствах и подстанции в целом.

Концептуальные решения, применяемые в РУ-3,3к производства Компании "Плутон", основаны на минимизации участия человека в процессах переключения, сборки и разборки схемы на подстанции. Мы исходим из того положения, что чем меньше человек вмешивается в процесс переключений, процесс обдумывания блокировок, чем меньше прикладывает усилия к коммутирующим аппаратам в процессе переключения – тем надежнее работает электроустановка и тем меньше вероятность поражения персонала электрическим током. Данная концепция реализуется с помощью применения малогабаритных, маломощных сервоприводов для управления разъединителями, для выкатывания и закатывания тележки с выключателем, а также, благодаря применению электромагнитных блокировок, управляемых промышленными контроллерами.

Выкатной элемент имеет три положения: рабочее, контрольное и ремонтное. Из рабочего положения в контрольное, а также обратно из контрольного в рабочее выкатной элемент перемещается автоматически с помощью электрического сервопривода. При этом человек не прикладывает никаких усилий при закатывании и выкатывании тележки. В ремонтное положение и обратно в рабочее тележка перемещается только после того, как управляющий контроллер даст разрешение на выкатывание тележки, проверив все блокировки, которые участвуют в системе безопасности на подстанции (а не только в данной конкретной ячейке).

Описанный алгоритм означает, что человек только дает команду собрать или разобрать схему нажатием на ту или иную кнопку панели управления. Все остальное делает электроника и механика: проверяет возможность осуществления поданной команды из соображения безопасности, посредством электрических сервоприводов управляет разъединителями, быстродействующим выключателем, выкатной тележкой, механическими блокировками. В случае невозможности выполнения той или иной команды по причине нарушения безопасности,

неисправности, неверных действий персонала и т.д., система сообщает о невыполнении команды и о причине этого невыполнения. Таким образом, практически полностью устраняется вероятность ошибок персонала, которые могут привести к авариям или трагическим последствиям.

Состояние коммутирующих аппаратов распределительных устройств изображается в каждый момент времени на панели визуализации и управления распределительными устройствами РУ-3,3к, установленной в распределительном устройстве РУ-3,3к-3.

Принцип минимизации вмешательства человека в процесс переключений существенно повышает надежность коммутирующих аппаратов, т.к. в большинстве случаев последние выходят из строя из-за приложения чрезмерных усилий или ошибочных действий персонала при управлении разъединителями вручную с неснятыми блокировками и т.п.

## **4.2. Основные компоненты распределительного устройства РУ-3,3к**

### **4.2.1. Быстродействующий выключатель**

Применение быстродействующего выключателя UR26-64 и UR40-64 производства компании Secheron (Швейцария) позволяет выполнить ячейку с габаритными размерами: ширина 1200, глубина 1400, высота 2200мм. Это существенное (более чем в 2,5 раза) снижение габаритных размеров по сравнению с эксплуатируемыми в настоящее время на большинстве тяговых подстанций стран СНГ, распределительными устройствами, построенными на базе быстродействующих выключателей типа ВАБ.

Уменьшенный габарит распределительного устройства позволяет уменьшить габаритные размеры тяговой подстанции и, как следствие, снизить расходы на капитальное строительство.

Применение современных аналогов (выключателям UR26-64, UR40-64) - выключателей ВАБ-49 или ВАБ-70 для создания ячейки с такими минимальными габаритными размерами невозможно из-за высокой массы выключателей типа ВАБ, а так же требуемых больших расстояний приближения к заземленным частям металлоконструкции, а так же к изоляционным экранам.

Эксплуатационные характеристики выключателей быстродействующих UR26-64, и UR40-64 значительно превосходят характеристики аналогичных выключателей типа ВАБ. В таблице 4 приведены сравнительные характеристики выключателей типа ВАБ-49 и быстродействующих выключателей типа UR40-64.

Вследствие высокой механической и электрической прочности применение выключателей UR26-64 и UR40-64 ведет к снижению затрат на их обслуживание.

Быстродействующий выключатель установлен на выкатной тележке и заблокирован с двухполюсным линейным разъединителем, установленным на этой же тележке. Благодаря такому конструктивному решению существенно повышается удобство осмотров и обслуживания выключателя во время регламентных работ.

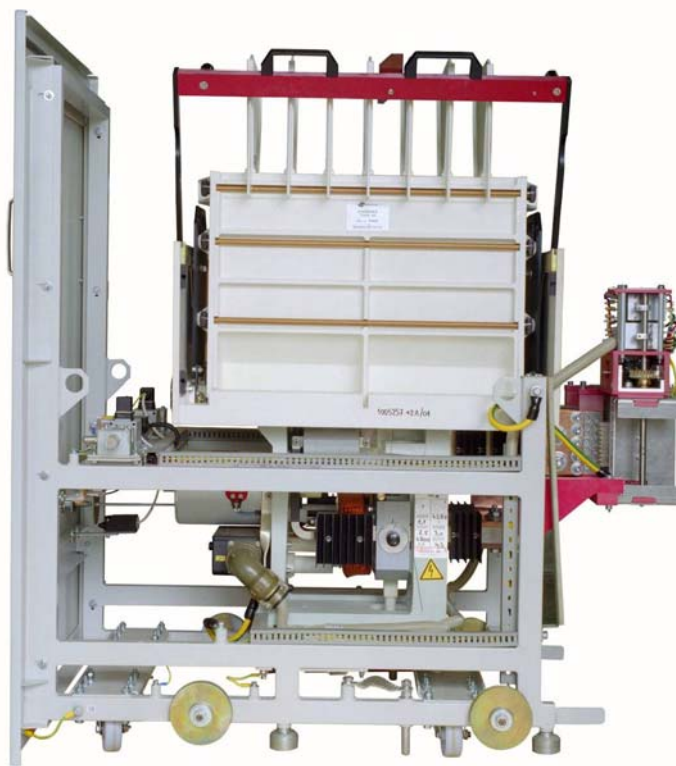
### **4.2.2. Преимущества применения быстродействующих выключателей UR26-64, UR40-64**

Применение быстродействующих выключателей UR26-64 и UR40-64 производства фирмы Secheron (Швейцария) предопределяет следующие преимущества (в сравнении с применением аналогичных коммутирующих аппаратов ВАБ):

- повышенная надежность выключателей UR26-64 и UR40-64. Выключатели имеют одну группу главных контактов из цельного серебряного твердого сплава, которые коммутируют главную токовую цепь в режимах оперативных и аварийных включений (отключений). При этом выключатель допускает до 250-и отключений по перегрузке (значение тока выше, чем порог отключения) до осмотра (без технического обслуживания). В выключателе ВАБ – две группы контактов – основные и дугогасительные. Дугогасительные контакты предназначены для облегчения режима отключения главной токовой цепи главными контактами. Однако наличие

дугогасительных контактов затягивает время гашения дуги. Кроме того, при особо тяжелых отключениях дугогасительные контакты могут выгореть, защищая основной контакт, тем самым снижая уровень надежной работы коммутирующего аппарата.

- механическая простота выключателей UR26-64 и UR40-64;
- автоматическая настройка прижатия контакта;
- длительный срок службы: пример - замена контакта на выключателе выполняется через 3000 отключений токов КЗ;
- изоляционный материал, самоочищающийся под действием дуги;
- уставка на отключение регулируется плавно;
- все изоляционные материалы соответствуют жестким Европейским экологическим требованиям;
- ток при отключении выключателя при КЗ не успевает достигнуть больших значений;
- длительное время не требуется смазка, регулировка, тех. обслуживание;
- небольшая масса выключателей UR26-64 и UR40-64.



Выкатной элемент с быстродействующим выключателем UR40-64S

### Сравнительная таблица технических параметров быстродействующего выключателя UR40-64S с аналогичными параметрами быстродействующего выключателя ВАБ-49-3200/30-Л

Таблица 4. Сравнительная таблица технических параметров выключателей UR40-64S и ВАБ-49-3200/30-Л

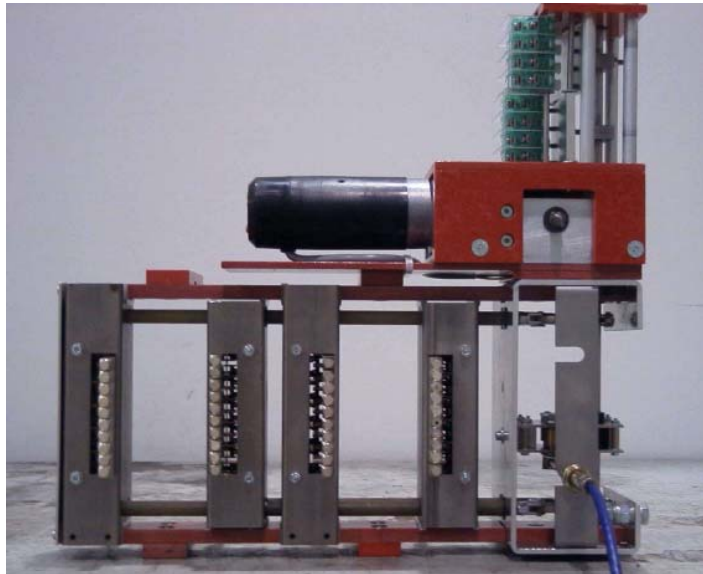
Наименование параметра	ВАБ-49-3200/30-Л Включение 2-х последовательно	UR40-64S
1. Исполнение по поляризации	неполяризованный	
2. Род тока главной цепи	постоянный	
3. Номинальный ток, А	3200	4000

Наименование параметра	ВАБ-49-3200/30-Л Включение 2-х последовательно	UR40-64S
4. Допустимые перегрузки, А	3600 А в течение 15 мин, 1 раз в 2 часа; 4100 А в течении 2 мин 1 раз в час.	4300 – 1 ч. 6200 – 5 мин. 8450 – 1 мин. 10900 – 10 с.
5. Номинальное напряжение главной цепи, В	3300	3600
6. Наибольшее рабочее напряжение, В	4100	4800
7. Напряжение, возникающее в процессе отключения аварийного тока на контактах выключателей, кВ, не более	До 10,5 кВ при 8 мГн (до 14 кВ при 11мГн)	Менее 8
8. Отключающая способность, А, кВ, не более	35000* При 6-11 мГн в цепи	55000 При τ = 15мс
9. Пределы токов уставки, А	1600-4000 2000-5000	2000...8000 4000...15000
10. Собственное время размыкания цепи при начальной крутизне нарастания аварийного тока $0,4 \cdot 10^6$ А/с и отсутствии начальной нагрузки, с, не более	0,040	0,01
11. Механический ресурс	20000	8 x 25000
12. Наименьший отключаемый ток прямой полярности, А	-	-
13. Механическая прочность без обслуживания (неаварийных отключений)	-	10000 переключений, визуальный осмотр 1 раз в 24 месяца
14. Ревизия	Количество отключений без зачистки контактов 30 - для фидерных; 10 – для катодных.	Осмотр после 250 отключений по перегрузке или КЗ.
15. Номинальное напряжение цепей управления, В	110, 220	24, 36, 48, 72, 96, 110, 220
16. Ток катушки управления, А При включении	(При 220 В) 40	(при 220В) 5,85
17. Ток катушки управления, А При удержании	(При 220 В) 0,8	(при 220В) 0,25
18. Расстояние приближений По высоте, мм По глубине, мм По ширине, мм	850 700 500	850 25 200
19. Масса выключателя, кг	130+21(РДШ)	89+73
20. Автоматическое отключение от токов КЗ и перегрузки	Нет (необходимо реле РДШ)	Да
21. Дополнительное оборудование:		
Прямое отключающее устройство	нет	Да
Дополнительные контакты	10	10
Устройство непрямого отключения при перегрузке по току	нет	Да
Ручной отключающий механизм	нет	Да
Устройство индикации отключения при перегрузке	нет	Да
Индикатор износа главных контактов	нет	Да
Ручной переключающий механизм	нет	Да

\* – параметры для ВАБ-49 приведены для двух последовательно включенных быстродействующих выключателей

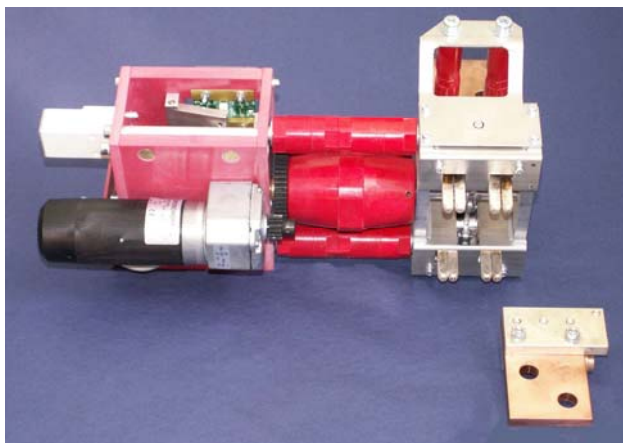
### 4.2.3. Разъединители

Разъединители EST3-10, EST3-40 и EDT3-40 (ФРГ), применяемые в распределительном устройстве РУ-3,3к, имеют уникальную конструкцию контактной системы с двойным разрывом и самозачищающимися контактами, что позволяет выполнить подключение быстродействующего выключателя (установленного на выкатной тележке) к силовой шине при вкатывании тележки без механических усилий.



Разъединитель EDT3-40

Легкость выкатывания (вкатывания) тележки с выключателем и двухполюсным разъединителем типа EDT3-40 достигается за счет оригинальной конструкции разъединителя. Разъединитель двухполюсный – имеет два ряда ламелей, которые в исходном (отключенном) состоянии разведены таким образом, что подключаемые шины входят в разъединитель беспрепятственно, без механического сопротивления. Только после того, как выкатной элемент окажется на своем месте, все блокировки подтвердят разрешение на включение разъединителя, сервопривод начинает сводить ламели, и ламели входят в контакт с шинами. При этом, за счет оригинальной механики, ламели притираются о плоскость шины, зачищая окисную пленку серебра. Каждая ламель прижимается индивидуальной пружиной, не связана с другими ламелями и работает самостоятельно. В случае выхода из строя одной ламели (ослабла пружина и др.) остальные ламели остаются в работе и никаких аварийных ситуаций не возникает. К тому же по суммарной площади контактных ламелей разъединитель имеет четырехкратный запас контактной поверхности. Разъединитель относится к разряду необслуживаемых. Техническое обслуживание проводится через 10000 циклов (или через 10 лет).



Заземляющий разъединитель  
типа EST3-10

Распределительные устройства РУ-3,3к снабжены специальным заземляющим разъединителем, что исключает необходимость наложения переносного заземления человеком. Заземляющий разъединитель имеет такую же конструкцию, как описанный выше линейный разъединитель. Разъединитель управляется

сервоприводом или вручную, позволяет накладывать заземление дистанционно. Таким образом, при проведении регламентных и ремонтных работ нет необходимости доступа персонала в шинный отсек, что существенно снижает опасность поражения оперативного персонала электрическим током.

Разъединители типа EST, EDT имеют уменьшенный габарит и высокие эксплуатационные характеристики. В таблице 6 приведено сравнение технических параметров разъединителей серии разъединителей EST, EDT (производства ФРГ) с техническими параметрами разъединителей РВК.

### **Сравнительная таблица технических параметров разъединителей типов EDT3-40, EST3-10, РВК**

Таблица 6. Сравнительная таблица технических параметров разъединителей EDT3-40, EST3-10 и РВК

Наименование параметра	РВК 2000	EST3-10	EDT3-40
Номинальный ток, А	2000	1000	4000
Ток динамической устойчивости, кА	50	80	100
Механическая прочность (максимальное количество переключений)	2000	30000	20000
Необходимое усилие привода, Нм	250	7	10
Монтаж привода	Сварка, слесарные работы	Встроен	Встроен
Наличие блокировок	Не установлены	Встроены	Встроены
Техническое обслуживание	1 раз в год	10000 циклов или через 10 лет	10000 циклов или через 10 лет

Из сравнительной таблицы видно, что разъединители типа EST и EDT имеют на порядок лучшие показатели механической и электрической прочности, практически не требуют обслуживания во время всего срока эксплуатации.

Разъединители имеют бесшумный маломощный электрический привод мощностью 18 Вт.

Применение электроприводов управляемых системой автоматики существенно снижает риск повреждения разъединителей в случае ошибочных действий оперативного персонала.

#### **4.3. Система управления и защиты**

Распределительные устройства РУ-3,3к, как и все основное оборудование тяговой подстанции, снабжены микропроцессорной системой управления и защит.

Система управления и защит осуществляет функции управления, защит, визуализации.

Ячейки оборудованы промышленными контроллерами фирмы Bernecker&Rainer. Все алгоритмы реализуются на программном уровне, а управление сервоприводами, исполнительными механизмами, быстродействующим выключателем осуществляется с помощью электронных коммутирующих элементов.

Микропроцессорная система управления и защит является одновременно и системой мониторинга оборудования тяговой подстанции.



Отсек управления распределительного устройства РУ-3,3к

Распределительное устройство РУ-3,3к-3 снабжено встроенным промышленным компьютером, обеспечивающим визуализацию и управление с функцией управления путем прикосновения.

Система управления и защит позволяет в простой и удобной форме отображать состояние элементов подстанции, представлять информацию в доступном для анализа виде.

Система управления и мониторинга выполняет следующие функции:

- получает команды от аппаратуры верхнего уровня управления;
- обрабатывает полученные команды в соответствии с заданным алгоритмом;
- выдает управляющие команды конечным исполнительным устройствам;
- выдает аппаратуре более высокого уровня подтверждение о выполнении команд;
- обрабатывает информацию от конечных исполнительных устройств и в соответствии с заданным алгоритмом вырабатывает сигналы для системы визуализации и системы верхнего уровня;
- ведет протокол событий, происходящих на подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг тяговой сети (нагрузок фидерных линий, напряжения тяговой сети);
- осуществляет запись в памяти контроллера всех событий в архив событий во времени и обеспечивает связь по сети через интерфейсы RS-232, RS-485, CAN. Память контроллеров является энергонезависимой и в случае отсутствия питания вся информация сохраняется. При возобновлении питания информация о работе системы восстанавливается с момента исчезновения питания.

Энергонезависимый архив событий, который сохраняется в памяти компьютера, служит для фиксирования и регистрации всех процессов, происходящих на тяговой подстанции, выявления ошибок персонала, выявления причин возможных аварийных или предаварийных ситуаций с целью профилактики таких событий в дальнейшем. Система мониторинга способна диагностировать состояние оборудования, передавать оперативному персоналу с высокой достоверностью характер неисправности (в случае возникновения последней).

Система управления и защит объединена в общую сеть с системой верхнего уровня телемеханики, центральным диспетчерским пультом, организуя единую автоматическую систему управления тяговых подстанций. Таким образом, такие системы могут объединяться в глобальную систему АСУТП, объединяющих в себе автоматизированные системы управления нескольких тяговых подстанций.

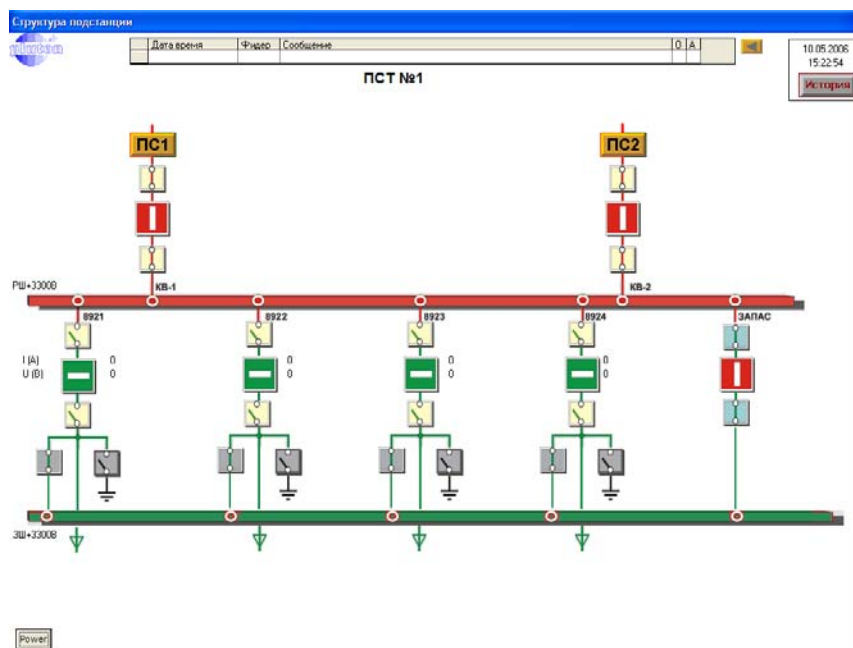
Система управления каждой ячейки снабжена системой мониторинга тяговой сети SMTN2. В течение всего времени работы распределительного устройства система ведет постоянное осциллографирование параметров тяговой сети – тока и напряжения. Система способна различить реальный переходной процесс (перегрузка, короткое замыкание) от коммутационных всплесков, создаваемых подвижным составом.

Для визуализации применен промышленный контроллер с TFT монитором. На экране монитора в зависимости от режима работы может отображаться различная информация в виде изображенных мнемонических однолинейных схем, органов управления различными коммутационными аппаратами, осциллограмм переходных процессов и т.д.

Система управления посредством визуализации выполняет следующие функции:

- изображение интерактивных однолинейных схем распределительных устройств, выпрямителя и др. оборудования тяговой подстанции
- контроль ключевых компонентов силовой системы (включено, отключено, авторизовано оператором и др.);
- цветовая индикация статуса основных коммутирующих компонентов;
- настройки измерительных аналоговых выходов;
- настройки алгоритмов взаимодействия между некоторыми компонентами системы (например, автоматическая сборка и разборка схемы);
- на экране монитора отражается последний действующий сигнал (команда);
- выбор режима управления (местное пооперационное, местное автоматическое, дистанционное);
- управление основными коммутирующими аппаратами силовой схемы;
- настройка уставок аппаратов защит, времени выдержки АПВ, количества АПВ и др.;
- активация, деактивация электронных защит;
- контроль прав доступа персонала.
- сохранение архива событий тяговой подстанции;
- визуализация тренда, медленного и быстрого следов переходных процессов тяговой сети и сохранение их в архиве.

На главном экране монитора отображается однолинейная схема подстанции с детальным отображением компонентов силовой схемы подстанции.

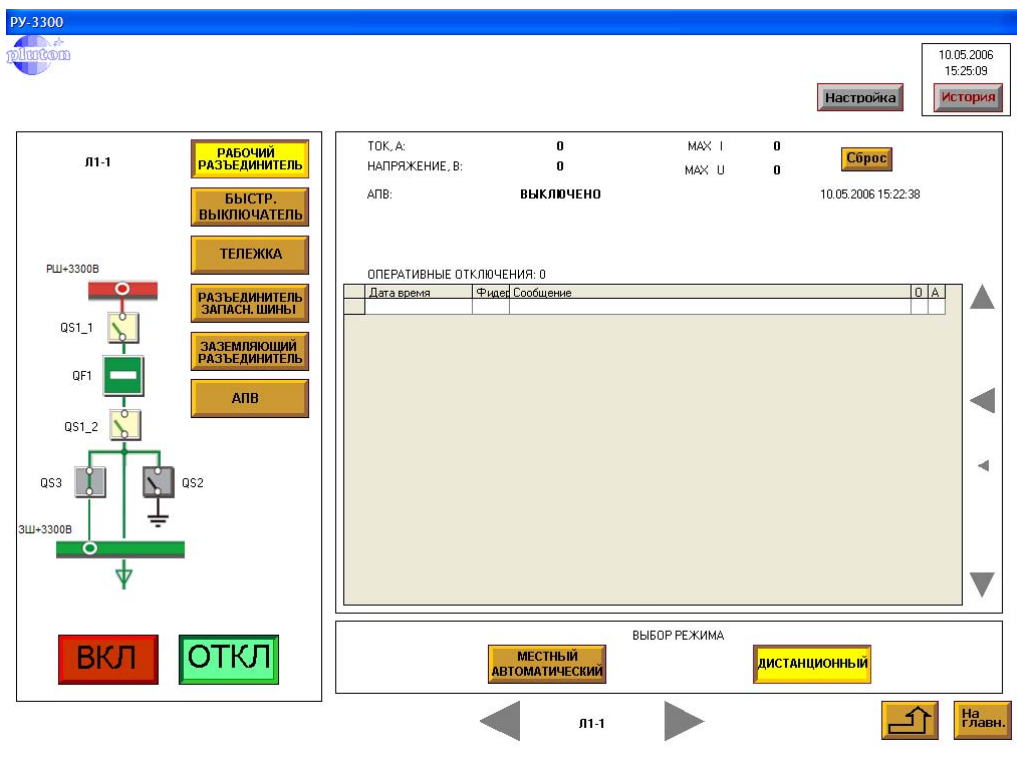




### Главный экран на мониторе системы визуализации

На экране отображено текущее состояние коммутационных аппаратов (быстродействующих выключателей, разъединителей).

При нажатии на зону монитора, в которой изображен тот или иной коммутирующий аппарат, осуществляется переход в следующее окно - окно управления распределительным устройством, в котором установлен указанный коммутирующий аппарат.



### Окно управления распределительным устройством

Из окна управления оператор имеет возможность управлять всеми коммутирующими аппаратами, выбирать режим управления. В этом же окне имеется доступ к архиву событий. Управление производится нажатием на ту или иную активную кнопку, изображенную на мониторе. Если кнопка неактивна – действие невозможно, т.к. заблокировано системой. В случае неверных действий персонала или работы блокировок, препятствующих выполнению той или иной команды оператора, сообщение и рекомендации будут выводиться в окне архива событий.

## 4.4. Система мониторинга тяговой сети SMTN2-3,3-30

### 4.4.1. Назначение и основные функции

Система мониторинга тяговой сети серии SMTN2-3,3-30 (далее SMTN2) предназначена для защиты тяговых сетей железной дороги от токов короткого замыкания и недопустимых перегрузок, анализа произошедших аварийных процессов, мониторинга параметров тяговой сети.

Защита тяговых сетей обеспечивается путем непрерывного контроля динамики изменения тока и напряжения в тяговой сети с выдачей команд на отключение быстродействующего выключателя (далее БВ) распределительного устройства серии РУ-3,3к в случае превышения заданных уставок.

SMTN2 выполняет следующие функции:

- измерение величины и формы тока и напряжения в тяговой сети в различных режимах, в том числе и при коротком замыкании в линии;
- запись в долговременную память формы и величины токов и напряжений во время переходных процессов (коротких замыканиях, перегрузках).

- считывание из системы защиты SMTN измеренных значений системой верхнего уровня с использованием панельного компьютера, установленного в одном из устройств РУ-3,3к (далее ПК);
- защита тяговой сети от токов короткого замыкания, в том числе от малых токов удаленных коротких замыканий;
- передача в систему верхнего уровня данных для статистического анализа с целью корректировки уставок защит;
- изменение коэффициентов преобразования, уставок защит, выбор интервалов усреднения при помощи системы верхнего уровня;
- анализ распределения токов между катодными распределительными устройствами.



Комплект SMTN2: измерительный модуль, преобразовательный модуль и панель промышленного контроллера с функцией визуализации PP65

#### 4.4.2. Конструктивное исполнение

Система мониторинга SMTN2 представляет собой три функциональных узла, крепящихся непосредственно на DIN-рейку, и соединяющихся между собой:

- измерительный модуль и модуль делителя напряжения размещаются в зоне высокого напряжения в одном корпусе;
- модуль преобразовательный размещается в зоне низких напряжений в отсеке управления распределительного устройства РУ-3,3к.

Измерительный модуль и модуль преобразователя соединяются между собой при помощи оптических кабелей, которые обеспечивают надежную гальваническую развязку между высоковольтными цепями и вторичными цепями.

Измерительный модуль непосредственно подключен к первичному датчику измерения тока и напряжения. Датчиком тока является шунт, датчиком напряжения – резистивный делитель напряжения, находящийся внутри измерительного модуля, и предназначен для понижения измеряемого напряжения до уровня приемлемого для дальнейшей обработки.

#### 4.4.3. Функции защит в системе SMTN2-3,3-30

В системе SMTN2 реализованы следующие виды электронных защит:

- защита по минимальному напряжению с регулируемой выдержкой времени
- токовая отсечка без выдержки времени (максимальная импульсная отсечка);
- максимально-токовая защита с регулируемой выдержкой времени (двухуровневая, направленная, дистанционно изменяемая);

- превышение заданного предельного значения скорости нарастания тока ( $di/dt$ ), (с дистанционной блокировкой);
- превышение заданного предельного значения интеграла скорости нарастания тока ( $\Delta i/\Delta t$ ), (с дистанционной блокировкой).

Реализация всех защит основана на амплитудно-временном анализе значений тока и напряжения защищаемого фидера.

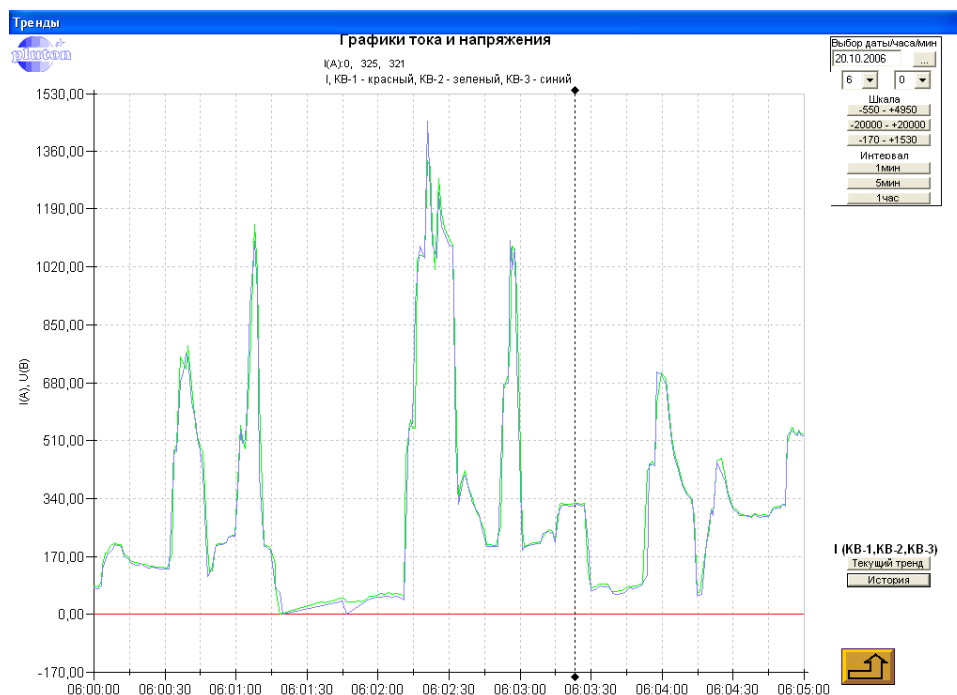
Включение или выключение видов защит, изменение уставок или уточнения значений уставок защит, калибровки (при необходимости), считывание информации возможно через протокол высокого уровня (ModBus) по каналу связи RS-232 либо при помощи ПК.

Каждый вид защиты может быть включен или отключен в зависимости от потребностей потребителя.

#### 4.4.4. Следы

После срабатывания одной из критериев защит контроллер модуля преобразовательного формирует событие, по которому в энергонезависимой памяти SMTN2 записываются «Быстрые» и «Медленные» следы. Одновременно со следами записывается астрономическое время срабатывания защиты, вид сработавшей защиты.

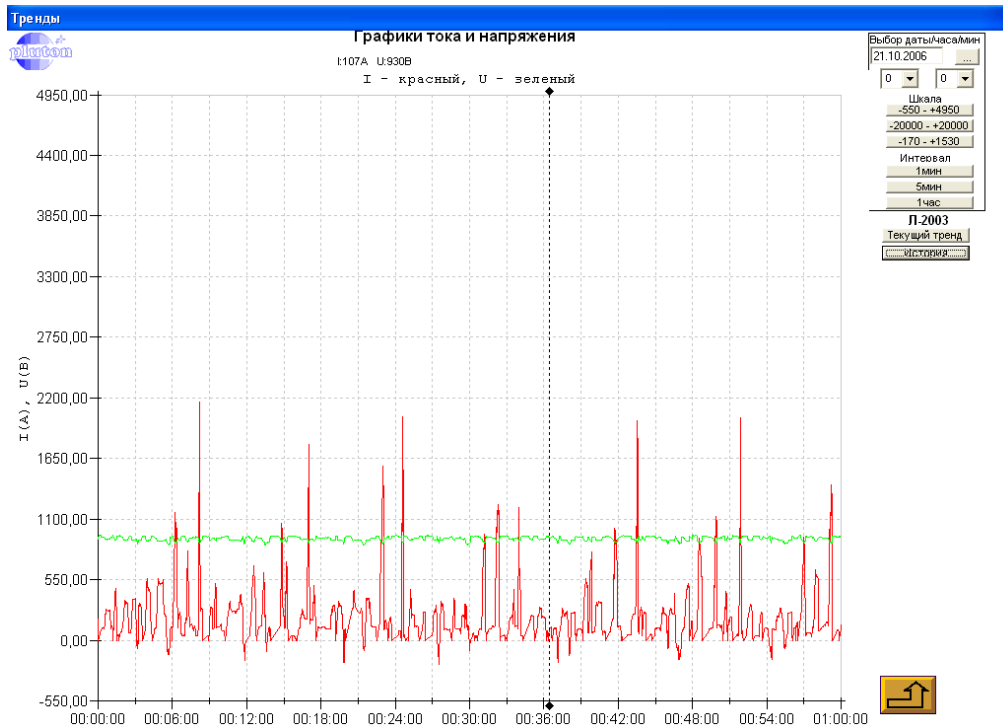
В «след» записывается как значения тока и напряжения после обнаружения аварийной ситуации, так и значения тока и напряжения до возникновения аварии (так называемая предыстория). Длина «быстрого следа» составляет 1024 значения, 512 из них представляют собой «предысторию» и 512, которые представляют собой «послеисторию». Длина «медленного следа» составляет 1024 значения, 724 из них представляют собой предысторию и 300, которые представляют собой послеисторию.



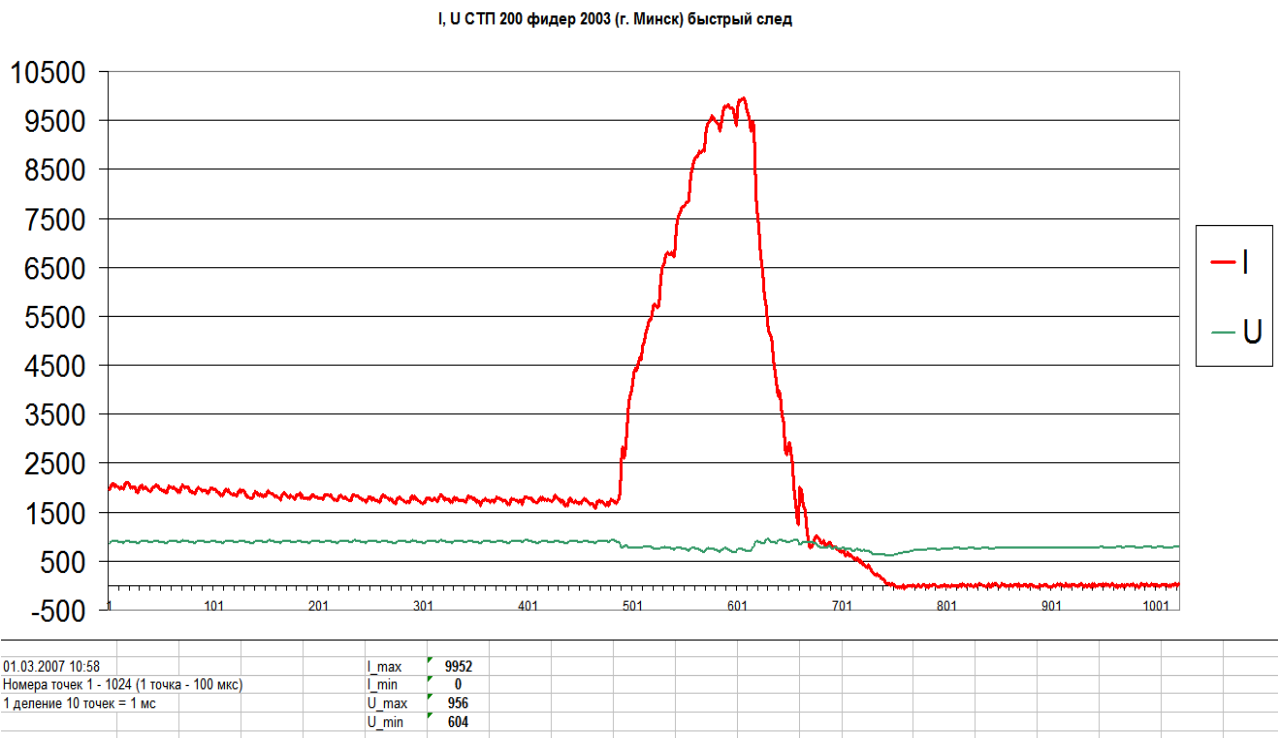
Пример записи распределения токов между катодными распределительными устройствами и токовые нагрузки фидера

Временной интервал, который описывает «Быстрый след» составляет 100 мс. При формировании «Медленного следа» используются средние значения тока и напряжения за интервал выборки.

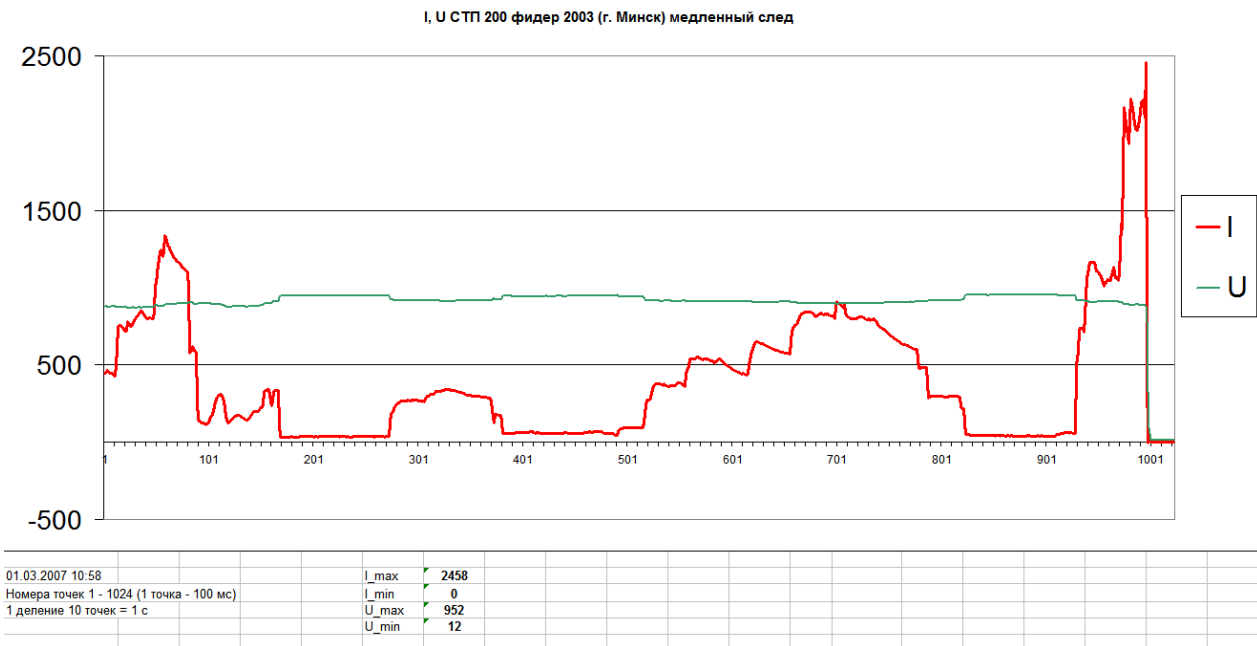
Следы могут быть считаны системой верхнего уровня через интерфейс RS485 по протоколу ModBus или быть просмотрены и сохранены для дальнейшей обработки при помощи персонального компьютера.



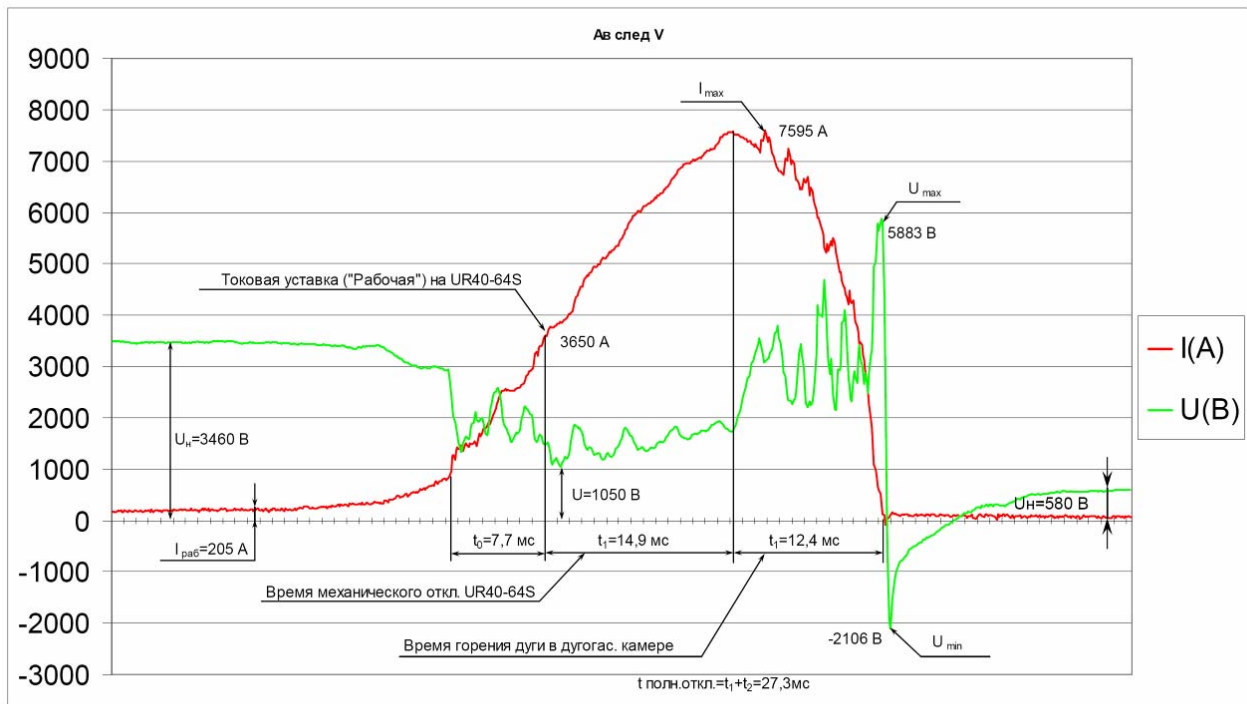
Пример записи токовых нагрузок фидера на экране ПК.



Пример записи «быстрого следа» короткого замыкания



Пример записи «медленного следа» короткого замыкания



09.02.2007 20:09:45 Токовая отсечка  
 09.02.2007 20:09:45 Отключение БВ по Перегрузке

Осциллограмма аварийного отключения быстродействующего выключателя UR-40-64 по «короткому замыканию», зафиксированная на Ф-2 ЭЧЭ-1 «Запорожье-Левое», сеть постоянного тока 3,3 кВ, (цена одного деления временной шкалы составляет 1 мс)

## 5. Выпрямители серии В-ТПЕД и В-ТППД для тяговых железнодорожных подстанций постоянного тока

В качестве выпрямителей для тяговых железнодорожных подстанций 3,3 кВ постоянного тока применяется комплект из преобразовательных секций серии выпрямителей В-ТПЕД (В-ТППД), производства Компании "Плутон" и соответствующего сухого преобразовательного трансформатора RESIBLOC® производства компании «АББ», Германия. Возможна также комплектация выпрямителя масляным преобразовательным трансформатором.

Выпрямители производятся на номинальные токи до 4000 А по мостовой 12-и пульсовой и 6-и пульсовой или по нулевой с уравнительным реактором схемам выпрямления с естественным или принудительным воздушным охлаждением.

### 5.1. Секции преобразовательные выпрямителей серии В-ТПЕД (В-ТППД)

Во время разработки и изготовления преобразовательных секций выпрямителей серии В-ТПЕД (В-ТППД) были применены самые современные технологии, материалы и комплектующие ведущих мировых производителей.

Преобразовательные секции выполнены на силовых таблеточных диодах на номинальные токи 2500 А 25-го класса и выпускаются по мостовой 12-и пульсовой и 6-и пульсовой или по нулевой с уравнительным реактором схемам выпрямления.

Охлаждение секций – воздушное естественное (В-ТПЕД) или воздушное принудительное (В-ТППД).

Воздушное принудительное охлаждение является по сути комбинированным естественным воздушным и воздушным принудительным. При нагрузках ниже или близкой к номинальной выпрямитель работает с естественным охлаждением. В случае возникновения перегрузок, в зависимости от результирующей температуры силовых полупроводниковых приборов (СПП) включаются вентиляторы и принудительно охлаждают диоды. С понижением температуры СПП до заданной и с исчезновением перегрузки вентиляторы выключаются, и выпрямитель переходит в режим естественного охлаждения.

Исполнение силовой ошиновки – твердый алюминиевый сплав. Силовые контактные соединения выполнены с применением технологии необслуживаемых контактных соединений (см. раздел 4.1 настоящей концепции).

Деление тока по параллельным ветвям для выпрямителей изготавливаемых по мостовой схеме - принудительное, осуществляется с помощью эффективных индуктивных делителей, обеспечивающих деление токов между параллельными ветвями не хуже 5%, что исключает необходимость в подборе диодов по прямому и обратному падению напряжения.

Равномерность деления токов сохраняется также в процессе эксплуатации при естественном отклонении параметров силовых диодов. Это важный критерий надежности и отсутствия необходимости периодического контроля оборудования в процессе эксплуатации.

Преобразовательные секции В-ТПЕД и В-ТППД оснащены микропроцессорной системой управления и диагностики.

Микропроцессорная система управления и диагностики позволяет:

- управлять работой высоковольтного и быстродействующего выключателей с соблюдением необходимого алгоритма;
- обеспечивать контроль за состоянием каждого силового полупроводникового прибора (диода);
- управлять комбинированной воздушной системой охлаждения силовых полупроводниковых приборов (для выпрямителей серии В-ТППД);
- обеспечивать контроль некоторых параметров преобразовательного трансформатора.



Выпрямитель нового поколения В-ТПЕД-3,15к-1,65к

Контроль состояния силовых полупроводниковых приборов осуществляется по четырем критериям: нормальная работа, ухудшение параметров, пробой и обрыв. Диагностирование по этим критериям позволяет существенно увеличить срок безаварийной работы сверх 80000 часов (9 – 15 лет и выше). Контроль за состоянием каждого диода производится во время работы, в динамике.

В процессе эксплуатации силовых полупроводниковых приборов, особенно в тот период, когда гарантированный ресурс работы приборов исчерпан, необходимо иметь информацию о состоянии диода, соответствия его классу и т.д. В случае изменения параметров до уровня, ниже критичных для данной схемы, силовой диод можно заменить в бестоковую паузу, не доводя выпрямитель до аварийного отключения в результате пробоя диода. Ведется контроль температуры каждого диода, энергонезависимый архив событий.

Система диагностики состоит из:

- Плат гальванической развязки (ПГР).
- Блоков обработки информации.
- Промышленного контроллера с функциями управления и визуализации.

Платы ПГР установлены через контактные площадки, непосредственно на охладителях диодов для устранения влияния паразитной индуктивности проводов на коммутационные процессы при закрывании диодов. С целью снижения внутренних коммутационных перенапряжений и уровня радиопомех силовые диоды зашунтированы RC-цепями.

К каждой плате ПГР подключен датчик температуры, который установлен на охладитель диода. Информация о состоянии и температуре диодов передается по оптоволоконному кабелю в блок обработки информации. Связь ПГР с блоками обработки выполнена оптоволоконным кабелем. В блоках обработки происходит первичная обработка информации, поступающей от ПГР.

С блоков обработки сигналы о состоянии и температуре диодов по интерфейсу RS485 передаются в промышленный контроллер с панелью визуализации, расположенный на передней двери одной из секций выпрямителя.

На панели визуализации PP65 производства компании В&R (Австрия) в мнемонической форме изображаются условные обозначения состояния диодов выпрямителя, графики распределения обратного напряжения и температуры на ветвях.

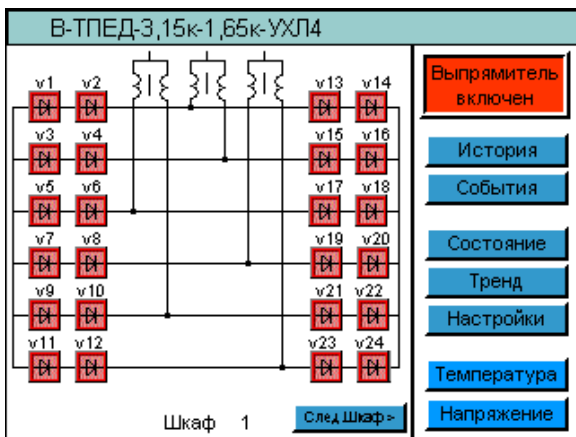
На главное окно выведены сигналы :

- газовая защита (для масляного трансформатора);
- газовая сигнализация (для масляного трансформатора);
- уровень масла (для масляного трансформатора);
- перегрев трансформатора (I ступень);
- перегрев трансформатора (II ступень);
- неисправность диагностики;
- земляная защита;
- отсутствие связи;
- двери;
- перегрев ПС;
- пробой диода;
- обрыв диода;
- параметры диода.



Панель визуализации PP65 системы управления и защит выпрямителя

Через панель визуализации осуществляется связь с контроллером верхнего уровня и блоком управления и защит высоковольтной ячейки (опция).



Распределение температуры на диодах			
Шкаф 1			
№ V	t, °C	№ V	t, °C
v1,2	50 °C	v13,14	43 °C
v3,4	55 °C	v15,16	50 °C
v5,6	50 °C	v17,18	34 °C
v7,8	50 °C	v19,20	50 °C
v9,10	60 °C	v21,22	65 °C
v11,12	50 °C	v23,24	42 °C

t max VD 21 65 °C

Окна параметров выпрямителя на панели визуализации

В секциях преобразовательных реализована связь с системой управления верхнего уровня (центральной панелью подстанции, установленной в комплекте распреедустройства РУ-3,3к, диспетчерским пультом, системой телемеханики) как по обычной многопроводной связи через клеммник, так и по двухпроводной связи через порт RS-485 на расстояние до 1200 м.

## 5.2. Трансформаторы, изготавливаемые по технологии RESIBLOC®

В качестве преобразовательных трансформаторов в составе выпрямителей для тяговых подстанций железных дорог Компания "Плутон" поставляет современные сухие трансформаторы, изготавливаемые по технологии RESIBLOC®, (изготовитель - компания «АББ», ФРГ), мощностью до 40 000 кВА с различными сочетаниями напряжений ВН и НН (до 45 кВ). Трансформаторы RESIBLOC® сертифицированы Госстандартом России и успешно эксплуатируются на тяговых подстанциях железных дорог.

Трансформатор соединяется с секцией преобразовательной шинным мостом, поставляемым в комплекте. Трансформаторы имеют оригинальную конструкцию первичной и



вторичных обмоток, выполняемых из медного провода и алюминиевой фольги. Бандажируются обмотки стекловолоконной нитью, пропитанной эпоксидным компаундом. Благодаря оригинальной конструкции обмоток и технологии нанесения компаунда, трансформаторы RESIBLOC® способны выдерживать максимальные колебания температурных расширений без повреждения поверхности компаунда и без образования микротрещин.



Трансформатор технологии RESIBLOC®

Это единственные сухие трансформаторы, способные работать при температурах до минус 60°С. Трансформаторы работают в условиях 100% влажности и в условиях конденсации водяных паров, а также в условиях химического загрязнения. Трансформаторы могут быть оснащены радиальными вентиляторами с низким уровнем шумов. Система охлаждения позволяет увеличить номинальную мощность трансформаторов вплоть до 40%.

Устойчивость обмоток трансформатора к механическим нагрузкам составляет 650 – 750 Н/мм<sup>2</sup>, что на порядок выше, чем у ближайшего конкурента – трансформаторов, изготовленных по технологии GEAFOL. Описанный параметр особенно важен для преобразовательных трансформаторов, работающих в режиме частых пусковых токов и токов коротких замыканий. Все компоненты трансформаторов прошли испытания на отсутствие токсичности. Все материалы негорючие и не поддерживают процесс горения. Степень защиты трансформаторов - IP 00, IP 21, IP23, IP54 согласно ГОСТ 14254.

Трансформатор RESIBLOC® допускает перегрузку до тех пор, пока наиболее горячая точка нагрева трансформатора не достигнет 155 °С. По желанию заказчика трансформаторы поставляются с электронным блоком контроля температуры. Блок снабжен двумя уставками – на 140 °С – сигнал тревоги, РТС на 155 °С – выключение нагрузки. Возможна также третья уставка – РТС 130 °С – включение принудительной вентиляции. Благодаря описанным технологическим и конструктивным особенностям, трансформаторы RESIBLOC® хорошо вписываются в концепцию подстанции, не требующей обслуживания.

## 6. Оборудование для питания собственных нужд тяговой подстанции

При разработке комплекта шкафов собственных нужд использовались те же принципы, которые описаны в данной концепции. Надежность оборудования, минимизация времени, необходимого на обслуживание, поиск и устранение неисправности, в случае ее возникновения, высокая степень защиты персонала от опасности поражения электрическим током при проведении регламентных работ. Комплект шкафов собственных нужд идеально стыкуется с остальным оборудованием, которое мы поставляем для тяговых подстанций железных дорог в части общих конструктивных подходов, стыковкой с АСУ ТП тяговой подстанции, способностью к самодиагностике и т.д.

Комплект собственных нужд состоит из:

- Распределительное устройство переменного тока собственных нужд переменного тока ШСН-3,3к-УХЛ-4.
- Распределительное устройство собственных нужд постоянного тока (щит постоянного тока) ЩПТ-3,3к-УХЛ-4.
- Вводное устройство ВУ-3,3к-УХЛ4.
- Шкаф оперативного тока ШОТ-3,3к-УХЛ4.



### 6.1. Распределительное устройство переменного тока собственных нужд ШСН-3,3к-УХЛ4

Конструктивно распределительное устройство переменного тока собственных нужд ШСН-3,3к-УХЛ-4 состоит из шкафа одностороннего обслуживания с габаритами 1200 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами EN 60 529 и IEC 529.

Органы управления разделены на две группы:

1-я группа – органы управления, наиболее часто используемые в оперативных переключениях – расположена на дверях шкафа;

2-я группа – органы управления, используемые реже в оперативных переключениях расположена внутри шкафа на двух поворотных рамах.

Релейно-контакторная аппаратура и аппаратура защиты и автоматики установлена на монтажной панели, расположенной у задней стенки шкафа. Благодаря такому конструкторскому решению обеспечивается простота, высокая технологичность изготовления и наладки оборудования, а также хорошая ремонтопригодность.

Шкаф собственных нужд имеет возможность подключения к трем вводам: двум - высоковольтным и одному вводу 0,4 кВ с АВР в случае исчезновения питания на каком-либо вводе. Шкаф ШСН имеет два источника выпрямленного напряжения 220 (380) В. Учет активной энергии, расходуемой на отопление подстанции, ведется современными цифровыми четырехзонными счетчиками.

В оборудовании использована релейно-коммутирующая аппаратура ведущих мировых производителей, таких, как Schneider Electric, ABB и др. Автоматические выключатели соответствуют стандартам IEC 947-2, UL, CSA.

Контроль изоляции в распределительных устройствах собственных нужд переменного тока осуществляется приборами контроля изоляции фирм Bender GmbH и Socomes. Значение сопротивления изоляции индицируется свечением светодиодов на передней панели прибора и индикатором, а при снижении изоляции ниже заданных пределов замыкаются «сухие» контакты в цепи внешней сигнализации. Приборы имеют выход в сеть RS485, позволяющую передавать значения сопротивления изоляции, сигналы предупредительной и аварийной ситуации диспетчеру.

Измерение и контроль электрических параметров осуществляется цифровым мультиметром фирмы Lovato Electric S.P.A. На лицевой панели прибора измеряемые величины отображаются при помощи цифровых светодиодных индикаторов.

## Основные технические характеристики шкафов собственных нужд ШСН-3,3к-УХЛ4

Таблица 7. Основные технические характеристики шкафов собственных нужд ШСН-3,3к-УХЛ4

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение вводов, В	220 (380) (50Гц)
2. Номинальное напряжение собственных нужд, В переменное постоянное	24, 36, 220, 380 24, 220
3. Номинальный ток, А	400
4. Количество вводов	3
5. Наличие АВР	да
6. Устойчивость вводных аппаратов к токам КЗ, кА	25 (16)
7. Обслуживание	одностороннее
8. Степень защиты	IP 54
9. Габаритные размеры, мм	1200x500x2000
10. Масса, не более, кг	200

### 6.2. Распределительное устройство постоянного тока собственных нужд ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4

Распределительное устройство постоянного тока серии ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4 разработан для работы в изолированных сетях номинальным напряжением 220 В постоянного тока. ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4 предназначены для комплектования тяговых подстанций железных дорог и служат для приема, распределения электрической энергии, защиты отходящих линий от перегрузок и токов короткого замыкания.

Конструктивно распределительное устройство переменного тока собственных нужд ЩПТ-3,3к-220-УХЛ-4 состоит из шкафа одностороннего обслуживания с габаритами 1200 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами EN 60 529 и IEC 529. Как и остальное оборудование тяговой подстанции распределительного устройства собственных нужд постоянного тока не требуют периодического обслуживания и периодических ремонтов и относятся к категории малообслуживаемых, соответствуют требованиям ГОСТ 22789, ПУЭ, ПТЭ и ПТБ ЭП а также требованиям международных стандартов и правил.

Изделия имеют уменьшенный габарит, что заметно экономит место на подстанции и расходы на капитальное строительство. Силовая часть распределительного устройства выполнена с применением технологии необслуживаемых контактных соединений, описанных в предыдущих разделах, что снижает эксплуатационные расходы. Оболочка шкафов распределительных устройств представляет собой металлическую конструкцию RITTAL с дверью спереди.

На дверях распределительных устройств расположены лицевые панели с цветной мнемосхемой, соответствующей набору коммутационного оборудования для каждого шкафа и наглядными цветными светодиодными указателями положения (включен/отключен) коммутационных аппаратов. Это позволяет эксплуатационному персоналу легко ориентироваться в состоянии схем электроснабжения потребителей электроэнергии тяговой подстанции.

Органы управления разделены на две группы, так же, как и в распределительных устройствах собственных нужд переменного тока:

1-я группа – органы управления, наиболее часто используемые в оперативных переключениях – расположена на дверях шкафа;

2-я группа – органы управления, используемые реже в оперативных переключениях расположена внутри шкафа на двух поворотных рамах.

Релейно-контакторная аппаратура и аппаратура защиты и автоматики установлена на монтажной панели, расположенной у задней стенки шкафа. Благодаря такому конструкторскому решению обеспечивается простота, высокая технологичность изготовления и наладки оборудования, а также хорошая ремонтопригодность. В оборудовании использована релейно-

коммутирующая аппаратура ведущих мировых производителей, таких, как Schneider Electric, ABB и др.

Для контроля изоляции в распределительных устройствах ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4 применяются приборы фирмы Bender GmbH, предназначенные для работы в изолированных сетях постоянного тока. Два сигнальных реле позволяют различать сигналы «Предупреждение» и «Авария» и выдавать их «сухими» контактами в цепи внешней сигнализации. Прибор имеет выход в сеть RS485, позволяющую передавать значения сопротивления изоляции, сигналы предупредительной и аварийной ситуации диспетчеру.

Измерение и контроль электрических параметров осуществляется цифровым мультиметром фирмы Lovato Electric S.P.A.

### Основные технические характеристики шкафов собственных нужд ЩПТ-3,3к-220-УХЛ4

Таблица 8. Основные технические характеристики шкафов собственных нужд ЩПТ-3,3к-УХЛ4

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное рабочее напряжение	380 В, 220 В
2. Испытательное напряжение	8 кВ
3. Номинальная частота, Гц	50
4. Номинальный ток, А	400
5. Динамическая устойчивость сборных шин к токам короткого замыкания	50 кА
6. Ширина шкафа, мм	1200 мм
7. Высота шкафа, мм	2000 мм
8. Глубина, мм	500 мм
9. Степень защиты	IP 54
10. Каркас	грунтовка RAL 7044
11. Облицовочные части (панель крыши, задняя стенка)	Текстурная окраска RAL 7035
12. Монтажное шасси	оцинкованная листовая сталь
13. Материал сборной шины	медь
14. Сечение сборной шины, мм	60x10

### 6.3. Вводное устройство ВУ-3,3к-УХЛ4

Вводное устройство предназначено для ввода цепей питания собственных нужд тяговых подстанций железнодорожного транспорта. ВУ собран в металлическом шкафу одностороннего обслуживания с габаритными размерами 800 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами EN 60 529 и IEC 529.

Органы управления расположены внутри шкафа на монтажной панели. ВУ оборудовано современными четырех зонными счетчиками учета электроэнергии. Счетчики учета потребленной электроэнергии могут быть как трансформаторного включения, так и прямоточные. При трансформаторном включении счетчиков трансформаторы тока располагают в отдельном отсеке внутри ВУ с целью их пломбировки.

Аппаратура защиты и автоматики установлена на монтажной панели, расположенной у задней стенки шкафа.

### Основные технические параметры шкафа вводного устройства ВУ

Таблица 9. Основные технические параметры шкафа вводного устройства ВУ

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение вводов, В	220 (380) (50Гц)
3. Номинальный ток, А	400
3. Количество вводов	3

Наименование параметра	Значение
4. Устойчивость вводных аппаратов к токам КЗ, кА	25 (16)
5. Обслуживание	одностороннее
6. Степень защиты	IP 54
7. Габаритные размеры, мм	800x500x2000
8. Масса, не более, кг	80

#### 6.4. Шкаф оперативного тока ШОТ-3,3к-УХЛ4

Шкаф оперативного тока (ШОТ-3,3к-УХЛ4) предназначен для питания постоянным током потребителей тяговой подстанции и служит источником бесперебойного питания для цепей управления оборудования тяговой подстанции, а так же цепей защит.

ШОТ-3,3к-УХЛ4 собран в шкафу одностороннего обслуживания с габаритными размерами 800 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами EN 60 529 и IEC 529.

В состав шкафа входят два импульсных источника питания и подзаряда батарей постоянного тока 220 В (основной и резервный), а так же два импульсных источника питания и подзаряда батарей постоянного тока 24 В (основной и резервный).

В комплект поставки шкафа входят современные, необслуживаемые сухие аккумуляторные батареи со сроком службы не менее 15 лет, устройства защиты, автоматики, а также импульсные блоки автоматической подзарядки батарей.

#### Основные технические параметры шкафа оперативного тока ШОТ

Таблица 10. Основные технические параметры шкафа оперативного тока ШОТ

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение на вводе, В	220 (50Гц)
2. Номинальное напряжение на выходе, В (постоянного тока)	220 24
3. Емкость аккумуляторных батарей	Согласно ТЗ
4. Зарядное устройство	стационарное
5. Обслуживание	одностороннее
6. Степень защиты	IP 54
7. Габаритные размеры, мм	800x500x2000
8. Масса, не более, кг	700

## 7. Телемеханический комплекс

Автоматизация тяговой подстанции – важнейший фактор достижения такой цели как построение тяговой подстанции нового поколения с повышенной надежностью оборудования, не требующего к себе пристального внимания, обеспечивающего минимальное участие оперативного персонала в оперативных переключениях, исключающего возникновения аварийно-опасных ситуаций вследствие так называемого «человеческого фактора».

Важнейшим звеном автоматизированной тяговой подстанции является телемеханический комплекс. На рабочем месте диспетчера сосредоточены все самые современные возможности по управлению и мониторингу оборудованием тяговой подстанции. В распоряжении диспетчера - персональный компьютер с графическим дисплеем, на котором отображаются мнемосхемы всех тяговых подстанций, состояние основного коммутирующего оборудования. Перед диспетчером закреплены на стене современные графические панели, на которых в крупном масштабе изображается система электроснабжения дистанции и др.

Управление подстанциями, силовым коммутационным оборудованием осуществляется с помощью графического интерфейса, клавиатуры и мыши или путем нажатия на графическое изображение аппарата на сенсорном дисплее монитора.

### 7.1. Назначение

Комплект оборудования телемеханики, разработанный Компанией "Плутон", предназначен для дистанционного управления коммутирующим оборудованием тяговых подстанций, а также для контроля состояния основного коммутирующего оборудования, телеметрии и др.

Телемеханическое оборудование позволяет объединить рассредоточенные тяговые подстанции в единый телемеханический комплекс, позволяет осуществлять дистанционное управление и контроль с помощью программно-технических средств с единого диспетчерского пункта.

Оснащение тяговой подстанции современным телемеханическим комплексом позволяет:

- получить удобство, полноту и оперативность управления оборудованием;
- повысить безопасность эксплуатации и обслуживания оборудования тяговых подстанций;
- повысить производительность труда при управлении и обслуживании, уменьшить численность обслуживающего персонала и снизить эксплуатационные расходы;
- обеспечить автоматический сбор, накопление и статистическую обработку информации;
- сократить время на поиск возникшей неисправности, ее локализацию и ликвидацию;
- оптимизировать организацию работ ремонтного персонала;
- создать современную техническую основу для последующего развития, совершенствования автоматизированной системы управления тяговыми подстанциями.

### 7.2. Основные функции телемеханического комплекса

- прием и выдача дискретных сигналов - телесигнализация;
- прием аналоговых сигналов - телеизмерение;
- выдача сигналов телеуправления;
- автоматизация процессов сбора и обработки информации.

#### Телемеханическим комплексом обеспечивается:

- защита от возникновения ложной команды телеуправления;
- приоритет команд телеуправления перед командами телесигнализации, команд телесигнализации перед командами телеизмерения;
- привязка событий к абсолютному времени, с точностью 1 мс;
- диагностика функционирования всех узлов системы и каналов связи. Время определения неисправности с момента ее возникновения не более 1 мин;
- поддержка единого времени для всех узлов системы;

- функционирование оборудования основной системы телемеханики при обрыве одного из основных каналов связи;
- функционирование оборудования дополнительной системы телемеханики при обрыве одного, или двух основных каналов связи;
- ретроспектива необходимых параметров и информации о событиях и состоянии тяговой подстанции, в том числе и о состоянии телемеханического оборудования глубиной до 30 суток.
- надежная работа телемеханического комплекса, в том числе и автоматическое возобновление его работы при возникновении сбоя;
- централизованная обработка информации;
- комфортная работа диспетчера, визуальная и звуковая сигнализация.

### 7.3. Основные технические характеристики телемеханического комплекса

- режим работы – постоянный, круглосуточный (7/24 – семь дней в неделю, 24 часа в сутки);
- максимальное расстояние между диспетчерским пунктом и тяговой подстанцией - не более 20 км;
- расстояние от кабельной линии между оборудованием тяговой подстанции, диспетчерским пунктом и каналообразующей аппаратурой (ВОЛС) - до 200 м;
- электропитание основных узлов осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В +10/-15 % и частотой 50 Гц ± 2 %;
- мощность потребления для каждого узла не более 300Вт;
- канал связи для основного оборудования – волоконно-оптический, 2 канала, скорость передачи данных  $V = 10$  Мб/с);
- канал связи для вспомогательного оборудования - медный телефонный кабель (1 канал) – ( $V = 1200$  б/с). Сопротивление медной линии связи - до 3 кОм;
- расстояние от диспетчерского пункта до самой дальней тяговой подстанции - до 20 км;
- точность передачи измеряемых величин (до 0,1%);
- вероятность возникновения ложной команды не более  $10^{-6} \dots 10^{-10}$ ;
- конструкция: шкафы одностороннего обслуживания, степень защиты IP44;
- диапазон рабочих температур +5...+45 °С;
- относительная влажность воздуха 40...90 %;
- оборудование телемеханического комплекса нормально работает при влиянии промышленных радиопомех («Общесоюзные нормы допускаемых промышленных помех» (норма 11-82)), при постоянных и появляющихся электромагнитных полях напряженностью до 400 А/м;
- бесперебойное питание оборудования телемеханического комплекса на тяговой подстанции и диспетчерском пункте - не менее 60 минут в случае отсутствия основного питания напряжением  $\sim 220$  В  $^{+10}/_{-15}$  %, 50 Гц.

### 7.4. Состав оборудования телемеханического комплекса

Состав оборудования телемеханического комплекса:

- шкафы телемеханики тяговой подстанции – устанавливаются на каждой тяговой подстанции;
- шкаф телемеханики диспетчерского пункта;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) телемеханика;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) дополнительной системы телемеханики.

В шкафах находятся программируемые логические контроллеры (PLC), управляющие оборудованием основной и дополнительной систем телемеханики, PLC, управляющие работой КРУ 10 кВ, распредустройствами РУ-3,3к, выпрямителями В-ТПЕД (В-ТППД), блоки бесперебойного питания, коммуникационное оборудование (модемы, медиаконверторы), коммутационное оборудование (выключатели, реле, клеммы).

В шкаф телемеханики диспетчера, кроме этого, входит PC-сервер (в том числе монитор, клавиатура, мышь). В шкафах телемеханики предусмотрено место для увеличения контролируемых тяговых подстанций до 30 шт. АРМ диспетчера, телемеханика и дополнительной системы телемеханики представляет собой комплект компьютерного оборудования - персональный компьютер, блок бесперебойного питания, мониторы, клавиатура, мышь.

### 7.5. Структура и работа телемеханического комплекса

В состав комплекта оборудования телемеханического комплекса входит две системы: основная и дополнительная. Они независимы одна от другой, имеют собственное электроснабжение и собственные каналы связи.

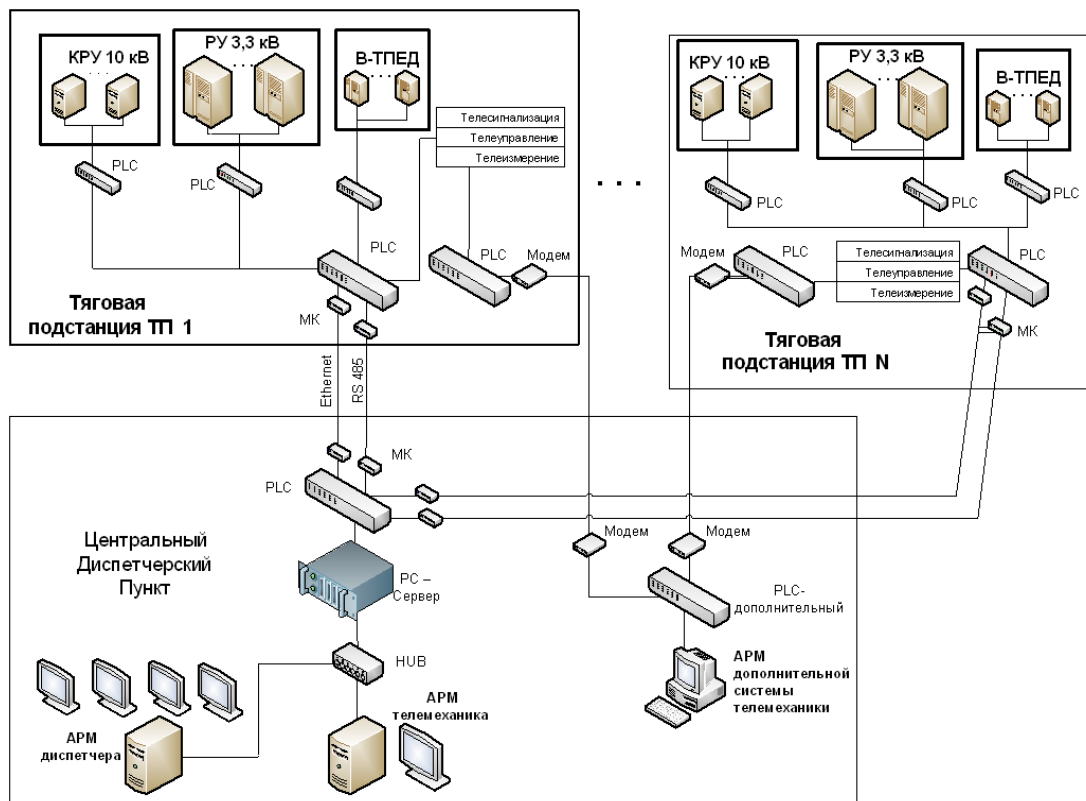


Схема оборудования телемеханического комплекса

Оборудование телемеханики для основной и дополнительной системы функционально аналогичны и состоит из:

- PLC – программируемых логических контроллеров;
- оборудования питания;
- коммуникационного оборудования (модемы, медиаконверторы, HUB и др. устройства, которые обеспечивают надежную связь всего оборудования телемеханического комплекса);
- коммутационного оборудования (модули гальванической развязки, реле и др.).

Оборудование телемеханики на тяговой подстанции обеспечивает телемеханический обмен с диспетчерским пунктом для основной системы – по 2 каналам Ethernet через волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), для дополнительной системы – по последовательному интерфейсу RS-485 через медный телефонный кабель, сечением 0,5 мм<sup>2</sup>.

Оборудование телемеханики на тяговой подстанции обеспечивает телемеханический обмен с оборудованием (КРУ 10 кВ, РУ-3,3к, преобразовательными секциями В-ТПЕД или В-ТППД) по интерфейсам и проводами с «сухими» контактами.

В случае необходимости, АРМ телемеханика служит резервом АРМ диспетчерского пункта, и в свою очередь, АРМ дополнительной системы телемеханики может служить резервом АРМ диспетчерского пункта. Переход на резервирование, в случае отказа ВОЛС, осуществляется за промежуток времени, не более 1 мин.



## 8. Заключение

В настоящем документе представлена концепция поставки оборудования для тяговых подстанций железнодорожного дорог постоянного тока, созданная Компанией "Плутон" на основании многолетнего опыта разработки и производства оборудования для железных дорог, метрополитенов и городского электрического транспорта.

Концепция построена на базе последних достижений мировой техники в области электроаппаратостроения, автоматизации, современных технологий передачи информации.

Данная концепция направлена на сведение до минимума участия человека в процессах, происходящих на тяговой подстанции при существенном повышении надежности работы оборудования. Концепция способствует увеличению срока безаварийной эксплуатации оборудования, снижению затрат на капитальное строительство. Высокая степень автоматизации и самодиагностики должна привести к существенному снижению эксплуатационных затрат.

Применение оборудования с высокой коммутационной способностью, динамической устойчивостью к токам короткого замыкания, большим механическим ресурсом способствует существенному повышению надежности энергоснабжения тяговой сети железнодорожного транспорта.

Применение систем мониторинга и защиты тяговых сетей способствует ускоренной диагностике возникновения аварийных процессов и сокращению времени отключения аварийных токов, в результате чего, контактная сеть может работать в щадящем режиме, что в свою очередь способствует увеличению срока службы контактной сети.

Основная идея вышеописанной концепции – это **поставка комплекта оборудования тяговых подстанций «под ключ»**, начиная с проектных работ и, заканчивая вводом оборудования в эксплуатацию. Проект «под ключ» включает в себя непосредственно изготовление и поставку оборудования тяговой подстанции, монтажные, шеф-монтажные, пуско-наладочные работы, обучение персонала, поддержка гарантийных обязательств в течение всего гарантийного срока, а также постгарантийное обслуживание. Основой настоящей концепции является также ответственность поставщика перед Заказчиком по всем вопросам, касающимся поставки оборудования, ввода объекта в эксплуатацию и безаварийной эксплуатации.

Возможность реализация такой задачи кроется не только в желании поставщика заключить контракт и поставить оборудование. Решающая роль в успешной реализации задачи поставки «под ключ» - в эффективных схмотехнических, технологических и конструктивных решениях построения оборудования, систем автоматики, которые находятся в «одних руках».



**Полная автоматизация** технологии управления тяговой подстанцией и контактной сетью, мониторинг состояния оборудования и контактной сети – один из основных ключей успешной реализации данной концепции поставки оборудования для тяговых подстанций. Создание комплекта оборудования необслуживаемого или малообслуживаемого с низким энергопотреблением – также один из основных факторов успеха на пути реализации комплексного решения вопросов электроснабжения железных дорог.

**Третья и самая важная составляющая, обеспечивающая реализацию концепции Компании "Плутон" - это инжиниринг высокого уровня**, который обеспечивает коллектив высококлассных инженеров. Именно они составляют основную интеллектуальную силу, создающую наше оборудование. Именно в эту генерирующую силу направлены основные инвестиции компаний.

Мы уверены, что наши новаторские решения в области энергоснабжения железнодорожного транспорта будут способствовать увеличению надежности энергоснабжения при общем снижении капитальных затрат на строительство, снижении эксплуатационных затрат на потребленную электроэнергию и на обслуживание оборудования. При этом мы берем на себя полную ответственность за положительный, эффективный результат поставки «под ключ».