

КОМПЛЕКТНАЯ

ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ КТПнт 160-2500 кВА



**РосЭнергоСистемы**

## О КОМПАНИИ

Компания «Росэнергосистемы» - российский производитель и поставщик оборудования и услуг в области передачи и распределения электроэнергии. Среди наших постоянных заказчиков – предприятия промышленности, железнодорожного транспорта, строительной индустрии, нефте-газодобычи и переработки.

ООО «Росэнергосистемы» работает на рынке электротехнического оборудования с 1991 года. Является одной из крупнейших российских инжиниринговых электротехнических компаний, имеет 4 производственные площадки и 8 представительств на территории России (Санкт-Петербург, Великий Новгород, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Челябинск, Пермь, Кемерово, Красноярск).

Производственные площадки находятся в Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Ростове-на-Дону и Кемерово располагают собственными производственными базами и оснащены современным оборудованием.

### ОСНОВНЫЕ ПАРТНЕРЫ

В предлагаемых проектных решениях, охватывающих различные спектры промышленности и строительного комплекса, применяются прогрессивные технологии и энергосберегающее оборудование ведущих зарубежных и отечественных производителей (Schneider Electric, ABB, Legrand, Siemens, Skema, Rittal, LS, General Electric, DKC, Chint, Eaton, Таврида-Электрик, Hyundai и многих других).

### СБОРОЧНО-МОНТАЖНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

#### Санкт-Петербург

Общая площадь – 2680 кв. м

Площадь, занятая под производство – 1600 кв. м

#### Екатеринбург

Общая площадь – 1800 кв. м

Площадь, занятая под производство – 1200 кв. м

#### Ростов-на-Дону

Общая площадь – 990 кв. м

Площадь, занятая под производство – 700 кв. м

#### Кемерово

Общая площадь – 200 кв. м

Площадь, занятая под производство – 170 кв. м

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- конструирование и производство НКУ;
- проектирование, конструирование и производство КСО, КРУ;
- производство КТП внутренней и наружной установки (в металлических и бетонных оболочках);
- поставка и адаптация к объекту оборудования среднего напряжения;
- разработка проектных решений в области передачи и распределения электроэнергии;
- реализация проектов и комплексная поставка оборудования с монтажом, пусконаладкой и вводом в эксплуатацию.

### СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

ООО «Росэнергосистемы» сертифицировано по системе менеджмента качества в отношении разработки, производства и реализации высоковольтных и низковольтных комплектных устройств по стандарту ISO 9001:2015. Разработаны и утверждены внутренние документы СМК. ООО «Росэнергосистемы» обладает необходимыми мощностями и оборудованием для производства комплектных трансформаторных подстанций напряжением 6(10)/0,4 кВ и комплектных распределительных устройств.

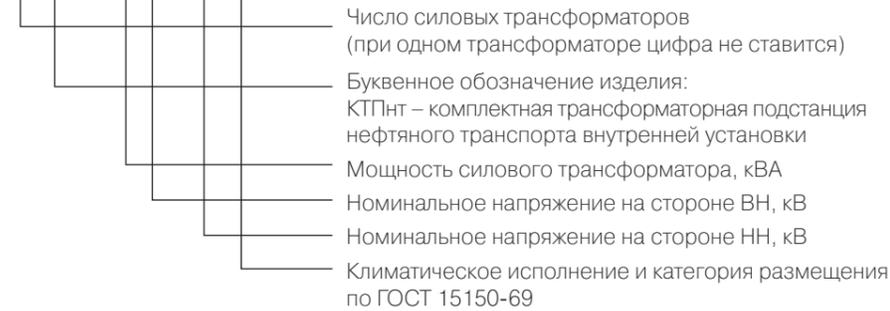


**ПОДСТАНЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ СЕРИИ КТПнт МОЩНОСТЬЮ ОТ 250 ДО 2500 кВА НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 10 КВ**

Код продукции – 34 1200

**Структура условного обозначения КТПнт**

X КТПнт - X / X - X / X - УЗ



Пример условного обозначения двухтрансформаторной подстанции КТПнт мощностью 630 кВА на номинальное напряжение на стороне высшего напряжения 6кВ, на номинальное напряжение со стороны низкого напряжения 0,4 кВ, клима-

**НАЗНАЧЕНИЕ**

Подстанции трансформаторные комплектные внутренней установки мощностью от 250 до 2500 кВА на напряжение до 10 кВ типа КТПнт (далее по тексту КТПнт) предназначены для приёма, преобразования и распределения электрической

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

тического исполнения У, категория размещения 3 в общепромышленном исполнении:

2КТПнт-630/6/0,4 УЗ, ТУ3412-002-70650292-2006

энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц в условиях умеренного климата для электроснабжения электроприемников различных отраслей промышленности.

**Таблица 1. Классификация исполнений КТПнт**

Признаки классификации КТПнт	Исполнение
1. По типу силового трансформатора	ТМЗ («Укрэлектраапарат», г. Хмельницкий) ТМГФ (ГК «Электроцит», г. Самара) Trihal (Schneider Electric) Risibloc (ABB) ТСЗЛ («Трансформер», г. Подольск) ТСЗ («Росэнерготранс», г. Екатеринбург) ТСЗГЛ (ПРУП «МЭТЗ им. В.И. Козлова», г. Минск) Другие типы - по согласованию
2. По способу выполнения нейтрали трансформатора на стороне низкого напряжения (НН)	с глухозаземленной нейтралью; с изолированной нейтралью (по согласованию)
3. По взаимному расположению изделий	однорядное, двухрядное
4. По числу применяемых силовых трансформаторов	с одним; с двумя; с тремя (по согласованию)
5. По выполнению высоковольтного ввода	через устройство УВН, глухое подключение
6. По выполнению выводов (шинами и кабелями) в РУНН	вывод вверх, вывод вниз, вывод вверх и вниз, шинами вверх
7. Наличие изоляции шин в распределительном устройстве со стороны НН (РУНН)	с неизолированными шинами
8. По виду оболочек и степени защиты по ГОСТ 14254	сверху, спереди, сбоку - IP31, при открытых дверях отсеков автоматических выключателей (выключатели вкачены) - IP20, отсеки групповых и сборных шин - IP21, снизу - IP00
9. По способу установки автоматических выключателей	с втычными или выдвижными (выкатными) выключателями
10. По назначению шкафов РУНН	вводные, секционные, аварийного ввода, отходящей линии, конденсаторной установки
11. По наличию коридоров обслуживания	с коридорами обслуживания
12. Условия обслуживания	с двухсторонним обслуживанием
13. Вид управления	местное, дистанционное (по согласованию)
14. Габариты, мм	ширина - 500, 600 (по согласованию), 800, 1000 высота - 2200 глубина - 1000 (до 2000А), 1350 (до 5000А)

**Таблица 2. Основные параметры КТПнт**

Мощность силовых трансформаторов, кВА	(160), 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500
Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение на стороне ВН, кВ	7,2; 12
Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4 (по согласованию 0,69)
Номинальный ток сборных шин ВН, А	75; 100; 200; 300; 630
Номинальный ток сборных шин НН, А	400; 630; 1000; 1600; 2500; 3200; 4000; 5000
Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне ВН, кА	12,5; 16; 20; 25
Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне НН, кА	10; 20; 30; 40; 60
Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА	51
Ток электродинамической стойкости на стороне НН, кА	25; 50; 70; 100; 150
Максимальная мощность конденсаторной установки, кВАр	800
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1:	
с масляными трансформаторами	Нормальная (уровень «б»)
с сухими трансформаторами и с негорючим жидким диэлектриком	Нормальная (уровень «а»)
Форма внутреннего разделения по ГОСТ 51321.1-2007	3 А

**УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В части воздействия климатических факторов внешней среды КТПнт соответствует климатическому исполнению У, категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

Окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры КТП в недопустимых пределах. Тип атмосферы II по ГОСТ 15150-69. В части воздействия механических факторов соответствует группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 17515-72.

**УСТРОЙСТВО И РАБОТА КТПнт**

Подстанция типа КТПнт поставляется в полностью собранном виде или транспортными блоками, подготовленными для сборки на месте монтажа без разборки коммутационных аппаратов. Жгуты вторичных цепей поставляются комплектно.

Конструкция составных частей КТПнт (транспортных блоков) обеспечивает их сочленяемость на месте монтажа.

Ввод КТПнт со стороны высшего напряжения осуществляется подключением высоковольтного кабеля от питающей сети 6 или 10 кВ к силовым трансформаторам непосредственно или через шкаф ввода высокого напряжения (УВН).

**КОНСТРУКЦИЯ**

Конструктивно КТПнт состоит из:

- Устройства ввода высокого напряжения (УВН);
- Силовых трансформаторов;
- Распределительного устройства низкого напряжения (РУНН) 0,4 кВ;
- Шинных мостов (ШМ).

Общий вид подстанций КТПнт различного исполнения представлен на рис. 1 и 2.

**УСТРОЙСТВО ВВОДА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Подстанции типа КТПнт комплектуются устройством ввода высокого напряжения выполненным на базе ячеек различных типов (см. приложение 1). Все эти ячейки имеют соответствующие сертификаты соответствия. Ниже рассмотрены различ-

ный установленный срок службы КТПнт составляет не менее 25 лет, при условии замены аппаратуры, срок службы которой менее 25 лет.

Гарантийный срок – 2 года со дня ввода КТПнт в эксплуатацию.

Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки серии КТПнт соответствуют техническим условиям ТУ 3412-002-70650292-2006.

ные варианты исполнения УВН.

**Шкафы глухого ввода ШВВ-1**

Представляют собой закрытую металлооболочку степени защиты IP31 или IP43. Шкаф снабжен устройством стыковки с боковым фланцем трансформатора и узлом крепления вводного кабеля. Шкаф снабжен дверью. Ввод в шкаф глухого ввода производится, как правило, снизу. По согласованию может быть изготовлен шкаф глухого ввода с верхним подводом кабеля.

**Шкафы ввода с автогазовыми выключателями нагрузки ШВВ-2 и ШВВ-2п**

- комплектуются автогазовым выключателем нагрузки ВНА СЭЩ П-10/630-20зУ2 с одним заземляющим ножом и без предохранителей (ШВВ-2), или ВНА СЭЩ П-10/630-20зпУ2 с одним заземляющим ножом и с предохранителями ПКТ (ШВВ-2п). По согласованию в УВН может быть установлен выключатель нагрузки с двумя заземляющими ножами ВНА СЭЩ П-10/630-2зУ2.

- шкафы ШВВ-2 и ШВВ-2п выпускаются правого и левого исполнения. Шкафы предназначены для стыковки с боковым фланцем силового трансформатора через переходной кожух. Положение выводов шинного моста, входящего в состав ШВВ-2, координировано с выводами трансформатора по высокой стороне. Место стыковки закрывается кожухом. Шкафы ШВВ-2п выпускаются двух габаритов по ширине: при примене-

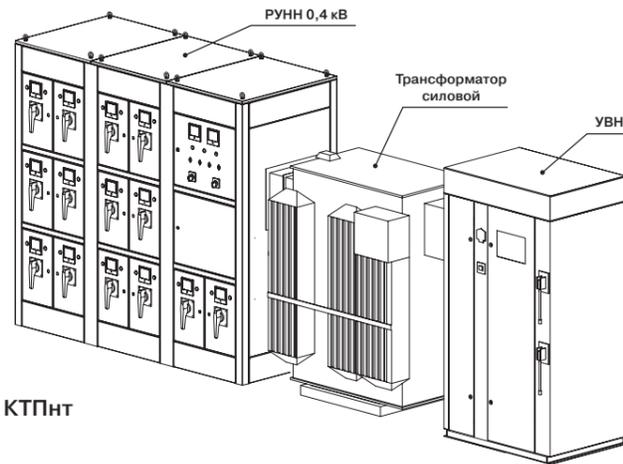
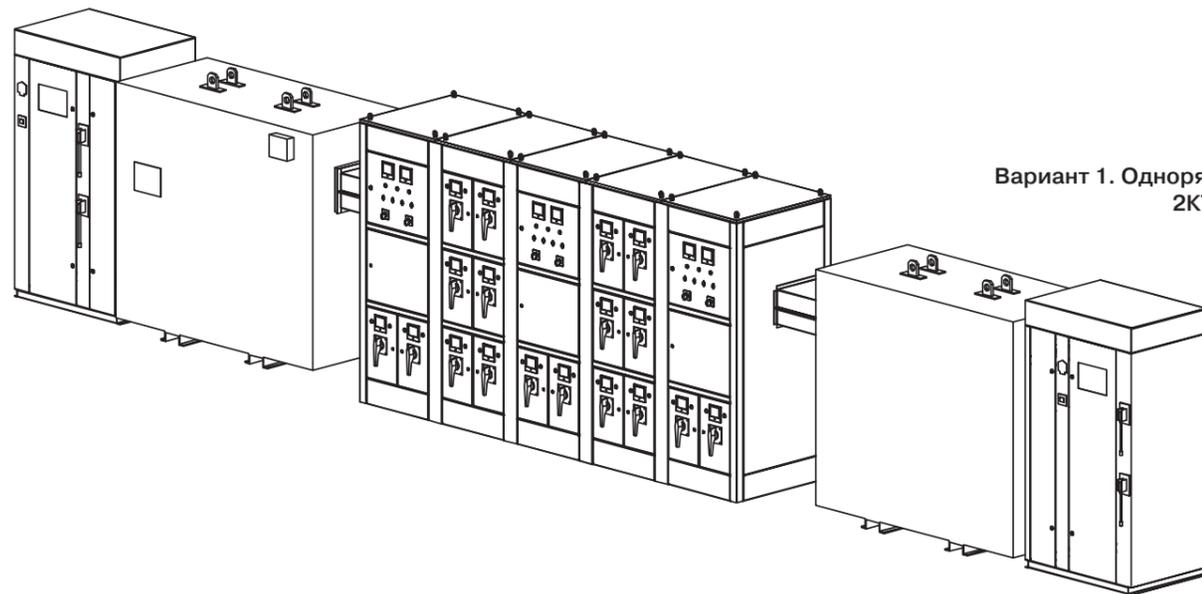
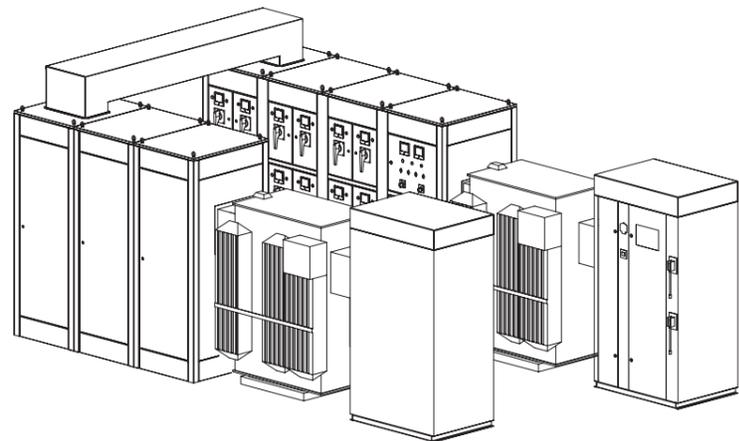


Рисунок 1. Общий вид одностранформаторной КТПнт



Вариант 1. Однорядная 2КТПнт.



Вариант 2. Двухрядная 2КТПнт.

Рисунок 2. Общий вид двух-транформаторной 2КТПнт.

нии предохранителей ПКТ номиналом до 100 А ширина по фронту составляет 1120 мм. При более высоком номинале предохранителей габарит шкафа по ширине увеличивается до 1620 мм;

- конструкция шкафа допускает подключение двух кабелей сечением до 3х150 кв. мм через днище или силовых шин через верхнюю крышку. Для разгрузки оболочки шкафа УВН от избыточного давления, при возникновении внутри шкафа дугового короткого замыкания, установлен клапан разгрузки.

**Шкафы ввода с автогазовыми выключателями нагрузки ШВВ-2-2 и ШВВ-2-2п**

- комплектуются автогазовым выключателем нагрузки ВМП-М1-10/630-20 У2 с одним заземляющим ножом без предохранителей (ШВВ-2-2), или ВМП-М1-10/630-20зп У2 с одним заземляющим ножом и с предохранителями ПКТ (ШВВ-2-2п). Выключатели нагрузки имеют встроенный пружинный привод с ручным заводом. Включение и выключение производится кнопками, что делает работу удобной и безопасной;
- шкафы ШВВ-2-2 и ШВВ-2-2п выпускаются правого и левого исполнения. По сравнению с УВН типа ШВВ-2 имеют меньшие габариты по ширине и глубине. Шкафы предназначены для непосредственной стыковки с боковым фланцем силового трансформатора. Шкафы ШВВ-2п выпускаются двух габаритов по ширине – при номинале предохранителей до 100 А ширина шкафа составляет 1000 мм, при номинале предохранителя более 100 А габарит шкафа по ширине увеличивается до 1500 мм;
- конструкция шкафа допускает подключение одного кабеля сечением до 3х150 кв. мм через днище.

**Шкафы ввода с элегазовыми выключателями нагрузки**

Элегазовое коммутационное оборудование среднего напряжения имеет неоспоримые преимущества против выключателей с применением воздуха (автогазовые) и масла. Объем эксплуатируемого оборудования, где в качестве коммутационных элементов используются автогазовые и масляные выключатели, быстро уменьшается в пользу элегазовых и вакуумных выключателей. Элегазовое оборудование полностью отвечает современным требованиям по компактности, надежности, сокращения времени обслуживания, безопасности персонала и срока службы. В реальных производственных условиях было установлено, что предполагаемый срок службы элегазового оборудования составляет не менее 30 лет.

В подстанциях КТПнт применяются шкафы ввода высокого напряжения с использованием оборудования (ячеек) производства Schneider Electric (SM6), ABB (DeF).

В Приложении 1 приведены схемы и габаритно-установочные размеры ячеек, применяемых в качестве УВН. Из чертежей видно, что шкафы УВН на основе ячеек с элегазовыми выключателями нагрузки, имеют существенно меньшие габариты, чем шкафы ШВВ с автогазовыми выключателями нагрузки.

Ячейки одинакового назначения разных производителей по своим электрическим характеристикам и ресурсу очень близки друг к другу и выбор того или иного оборудования определяется, прежде всего, габаритами и тем набором основного оборудования, которое использовано в подстанции.

**Шкафы ввода на базе ячеек SM6**

SM6 – серия компактных модульных ячеек производства компании Schneider Electric в металлических корпусах с воздушной изоляцией и стационарными элегазовыми коммутационными аппаратами. Предназначены для внутренней установки на стороне высокого напряжения в распределительных подстанциях 6 и 10 кВ.

В ячейках SM6-QM и SM6-IM, которые применяются в качестве устройства ввода высокого напряжения (УВН), используется трехпозиционный выключатель нагрузки с элегазовой изоляцией. Корпус герметичный и заполнен элегазом на весь срок эксплуатации. Выключатель имеет положение «включено», «выключено» и «заземлено». Четкость переключения выключателя обеспечивается пружинным механизмом. Выключатель снабжен предохранительным клапаном на случай возникновения в нем дугового замыкания. На передней панели ячеек имеется мнемосхема главных цепей. Через окна на передней панели видны положение вала выключателя нагрузки (включено, отключено, заземлено) и заземлителя (включен, отключен).

Безопасность обслуживания ячеек обеспечивается рядом блокировок:

- исключена возможность некорректных переключений выключателя, который может находиться только в одном из трех положений - «включено», «выключено» и «заземлено»;
- выключатель нагрузки может быть включен только если заземляющий разъединитель отключен и защитная панель закрыта;
- заземляющий разъединитель может быть включен только если выключатель нагрузки отключен;
- защитная панель кабельного отсека может быть открыта, только если заземляющий разъединитель включен;
- выключатель нагрузки заблокирован в отключенном положении при снятой защитной панели кабельного отсека.

В составе УВН могут быть использованы ячейки SM6-IM и SM6-QM. Ячейки SM6-GAM (GAM2) выполняют вспомогательные функции. Состав ячеек в УВН определяется проектом.

IM - ячейка вводной линии без предохранителя. Основное оборудование - выключатель нагрузки и заземляющий разъединитель, пружинный привод. Снабжена стационарными указателями напряжения. Стандартный узел предназначен для подключения кабелей в пластмассовой изоляции сечением до 240 кв. мм. Ячейка может быть укомплектована контактным узлом для присоединения двойного кабеля сечением до 240 кв. мм. Ячейка выпускается в двух исполнениях – шириной по фронту 375 и 500 мм. Второй размер более удобен в обслуживании при отсутствии габаритных ограничений. Ячейка IM может быть оснащена дополнительным оборудованием: устройством фазировки, моторным приводом для дистанционного включения и выключения выключателя нагрузки, дополнительными контактами, блокировочными замками, устройством обогрева, нижним цоколем высотой 400 мм.

QM - ячейка выключателя нагрузки в комбинации с плавкими предохранителями. Основное оборудование - выключатель нагрузки и заземляющий разъединитель, пружинный привод, стационарные указатели напряжения, оборудование для установки трех предохранителей стандарта UTE или DIN. Предохранители снабжены механизмом ударного типа. При перегорании предохранителя происходит отключение выключате-

ля нагрузки. Контактные узлы предназначены для подключения однофазных кабелей с пластмассовой изоляцией сечением до 95 кв. мм. Ячейка выпускается только в габарите 375 мм. Ячейка QM может быть оснащена дополнительным оборудованием: устройством фазировки, моторным приводом для дистанционного включения и выключения выключателя нагрузки, дополнительными контактами, блокировочными замками, устройством обогрева, нижним цоколем высотой 400 мм.

В ячейках IM и QM вводной кабель подключается снизу, отходящий к трансформатору кабель подключается сверху, при этом необходимо использовать верхний цоколь, в котором установлен узел крепления кабеля.

Если питающий кабель входит в шкаф снизу и выход к нагрузке (трансформатору) производится вниз, то дополнительно устанавливается ячейка подключения вводного кабеля GAM2 или GAM.

GAM2 – ячейка подключения кабеля. Основное оборудование – трехфазные сборные шины, стационарные указатели напряжения. Контактные узлы предназначены для подключения кабелей с пластмассовой изоляцией сечением до 240 кв. мм.

GAM – ячейка подключения кабеля с заземлителем. Основное оборудование – заземляющий разъединитель, привод, стационарные указатели напряжения. Контактные узлы предназначены для подключения однофазных кабелей с пластмассовой изоляцией сечением до 240 кв. мм. Дополнительное оборудование – дополнительные контакты, блокировочные замки.

Использование ячеек типа SM6 позволяет организовать ряд требуемых блокировок в КТПнт:

- в ячейке QM могут быть установлены замки, которые исключают возможность включения выключателя нагрузки, если вводной выключатель РУНН не заблокирован своим замком в положении «отключен» или «разъединен». При этом замки должны иметь одинаковые секреты;
- при совместном использовании ячеек QM и GAM в качестве ШВВ, при установке соответствующих замков, исключается возможность включения заземляющего разъединителя вводной ячейки GAM, если выключатель нагрузки ячейки QM не заблокирован в положении «отключено».

### Применение верхнего цоколя в ячейках SM6

Если кабель, соединяющий УВН с выводами трансформатора по высокой стороне, проложен сверху, например по лоткам, то необходимо на ячейку установить верхний цоколь, который имеет узлы крепления кабеля.

Следует учесть, что организация верхнего вывода влечет за собой не только установку верхнего цоколя, но и изменение узла присоединения на верхних изоляторах выключателя нагрузки. Вместо деталей для монтажа шин устанавливается узел присоединения кабеля. Максимальное сечение отходящего кабеля равно сечению входящего кабеля для данного типа ячейки.

Шкаф ввода с верхним цоколем и верхним узлом присоединения кабеля поставляется комплектно. Для этого в опросном листе необходимо, в соответствующей графе, проставить символ «кабель вверх».

### Устройства ввода высокого напряжения с вакуумными выключателями

УВН с использованием выключателей нагрузки с элегазовой изоляцией компактны, недороги и практически не требуют обслуживания. Для защиты трансформатора используются схемы с предохранителем. При срабатывании предохранителя происходит отключение выключателя.

Однако такое простейшее решение, во-первых, не обеспечивает полноценной защиты трансформатора, во-вторых, имеются ограничения по максимальному току предохранителя, а значит и по мощности трансформатора. В соответствии с имеющимися рекомендациями мощность трансформатора не может превышать 1600 кВА.

В необходимых случаях устройства ввода могут быть построены с использованием ячеек с вакуумными выключателями и с микропроцессорными устройствами защиты различных типов.

Шкафы ввода высокого напряжения ШВВ-3 по схеме главных цепей соответствуют камерам КСО-298 8ВВ-600. В них используются вакуумные выключатели ВВ/TEL-10. В базовом варианте релейная защита построена с применением электромеханических реле. При этом обеспечена:

- максимальная токовая защита в фазах с независимой временной характеристикой;
- максимальная токовая защита на землю с независимой временной характеристикой;
- максимальная токовая защита с инверсной временной характеристикой;
- максимальная токовая защита на землю с инверсной временной характеристикой.

В соответствии с требованиями потребителя в ШВВ-3 может быть установлена микропроцессорная защита серий «Сириус», «БМРЗ», «SEPAM» и др. Кроме этого могут быть установлены ограничители перенапряжения (ОПН-КР/TEL), трансформаторы тока нулевой последовательности (ТЗЛМ-1), трансформаторы напряжения. Может быть организован учет электрической энергии по высокой стороне.

### СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

В подстанциях типа КТПнт возможно применение силовых трансформаторов различных типов:

- ТМЗ («Укрэлектроаппарат», г. Хмельницкий)
- ТМГФ ((ГК «Электрощит», г. Самара)
- Trihal (Schneider Electric)
- Risibloc (ABB)
- ТСЗЛ («Трансформер», г. Подольск)
- ТСЗ («Росэнерготранс», г. Екатеринбург)
- ТСЗГЛ («Завод им. Козлова», г. Минск)

По требованию Заказчика в КТПнт могут быть установлены другие типы силовых трансформаторов. Трансформаторы должны иметь кожух. Целесообразно применять трансформаторы с боковыми или верхними фланцами со стороны вводов низкого напряжения. Фланцы на стороне вводов высокого напряжения необходимы при применении УВН типа ШВВ-2 и ШВВ-2-2 (см. Приложение).

В Приложении (примеры заполнения опросных листов) указано положение оси трансформатора относительно РУНН. Данные размеры действительны для большинства типов применяемых в КТПнт силовых трансформаторов. Однако, для некоторых марок трансформаторов, его ось может быть смещена относительно указанного положения. Аналогичная ситуация может возникнуть при реконструкции подстанций с заменой РУНН и одновременным использованием имеющихся силовых трансформаторов устаревших серий.

В целях уточнения данного вопроса просим обращаться к представителям ООО «Росэнергосистемы».

### РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НИЗКОГО НАПЯЖЕНИЯ

Распределительное устройство низкого напряжения (РУНН) 0,4кВ представляет собой сборный каркас, который сплошной перегородкой разделен на два отсека – отсек силового оборудования и отсек сборных шин и отходящих линий.

РУНН 0,4кВ комплектуется из отдельных стоек (шкафов). Существует несколько их типов:

- Шкаф ввода низкого напряжения (ШВВ), левый и правый;
- Шкаф секционного выключателя (ШНС);
- Шкаф отходящих линий (ШНЛ);
- Шкаф аварийного ввода низшего напряжения (ШНА);
- Шкаф конденсаторной установки (ШКУ).

В Приложении 1 приведены схемы и габаритные размеры шкафов. На рис. 4 приведены установочные размеры шкафов.

Набор шкафов в РУНН определяется числом отходящих линий, номинальным током вводного выключателя и выключателей на отходящих линиях.

Шкаф представляет собой сборную конструкцию и разделен на отсеки. Функциональные отсеки имеют отдельные двери и отделены друг от друга и от отсека сборных шин сплошными металлическими перегородками.

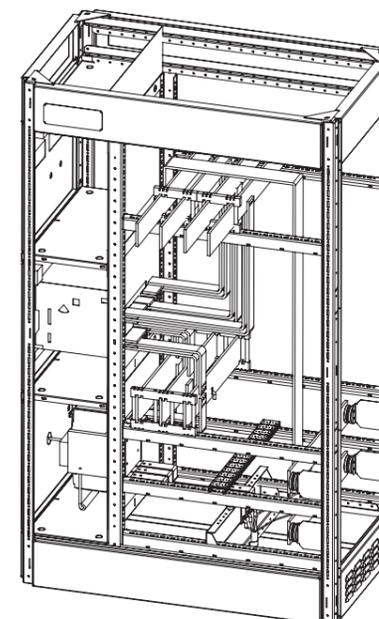


Рис 3. Шкаф ШНВ-02 (П)

На рис.3 показан пример компоновки шкафа ШНВ-02.

### Отсек выключателей

В подстанциях типа КТПнт применяются выключатели выкатного (выдвижного) и втычного исполнения. Основные типы выключателей, которые можно установить в КТПнт, приведены в Приложении 1. По согласованию с Заказчиком в подстанции могут быть использованы другие типы автоматических выключателей.

В соответствии с проектной документацией автоматические выключатели могут быть установлены «за дверью» или «перед дверью». В последнем случае подразумевается, что в двери имеется окно, в которое выступает лицевая часть автоматического выключателя. Как правило, за дверью устанавливаются силовые выключатели с электроприводом и выключатели с ручным управлением, имеющие модификации с ручной дистанционной рукояткой. Выключатели большой мощности устанавливаются перед дверью.

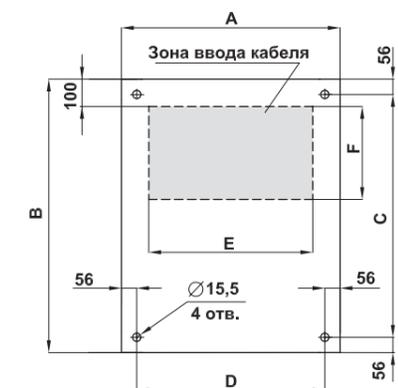
Двери отсеков силовых выключателей, при установке их «за дверью», могут быть открыты только при отключенных выключателях. Устанавливаемые «перед дверью» выкатные (выдвижные) выключатели имеют в своем составе механизмы (шторки), исключающие доступ к токоведущим частям при разъединении неподвижной и подвижной части автоматического выключателя. Таким образом, все выключатели в КТПнт могут быть извлечены из контактного устройства без снятия напряжения с других линий.

По согласованию выдвижные выключатели, устанавливаемые перед дверью, могут быть оборудованы механизмом блокировки двери. При этом дверь не может быть открыта при включенном выключателе.

На дверях отсеков отходящих линий находятся амперметры и индикаторы состояния автоматического выключателя – «включено», «отключено», «отключено расцепителем».

### Релейный отсек

Шкафы ШВВ, ШНА, ШНС в своем составе имеют релейный отсек.



Установочные размеры, мм						
A	500	600	800	1000		
B	1000	1350	1000	1350	1000	1350
C	888	1238	888	1238	888	1238
D	388		488		688	888
E	300		400		600	800
F					340	

Рис 4. Установочные размеры шкафов РУНН

Релейный отсек шкафа ШВВ позволяет устанавливать счетчики электрической энергии любого типа с количеством до двух. На двери шкафа ШВВ и ШНА монтируются приборы измерения и контроля относящиеся к цепям ввода.

В релейном отсеке шкафа ШНС располагается, как правило, аппаратура, относящаяся к общим для подстанции вторичным цепям – аппаратура АВР, органы ручного управления электроприводами выключателей ввода и пр.

### Отсек вторичных цепей

Отличительной особенностью подстанции типа КТПнт является наличие выделенного отсека вспомогательных (вторичных) цепей, который обслуживается спереди. Для этого в верхнем цоколе организован кабельный канал, в котором прокладываются межпанельные связи. Доступ в это канал спереди, через съемную крышку. В пределах одного шкафа жгуты проходят через вертикальные каналы. Для вертикальных проходок используются трубы из диэлектрика.

### Шинный отсек

В шинном отсеке подстанции КТПнт размещены ввод от силового трансформатора, сборные шины, шинные ответвления для кабельных и шинных присоединений, трансформаторы тока, силовые сборки для подключения отходящих кабелей.

Все шины выполнены из меди. Шинодержатели изготовлены из усиленного стекловолокном термопластичного полиэстера, рабочая температура шинодержателей до 130 °С.

Обслуживание силового отсека производится сзади. Для этого имеются запираемые двери. При ограниченном пространстве для обслуживания задние двери изготавливаются съемными.

Подключение силовых кабелей производится на шинные сборки. Если в опросном листе нет специальных указаний (например, отсутствуют данные по количеству и сечению отходящих кабелей), то сечение шины в сборке соответствует номинальному току автоматического выключателя. В то же время нет технических проблем с обустройством шинной сборки для присоединения кабеля повышенного сечения и нескольких кабелей. В шкафах ШНЛ-02, ШНЛ-05, ШНЛ-06 к одной шинной сборке возможно подключение до 6 кабелей сечением до 240 мм. кв. Для выполнения такого присоединения рекомендуется использовать линии первого и третьего яруса шкафа. Вывод кабелей из шкафа возможен как вверх, так и вниз. Для крепления кабелей внутри каркаса предусмотрены горизонтальные траверсы. Кабель крепится к траверсе стандартным хомутом.

Если нагрузка подключается к РУНН КТПнт через шинопровод, то выключатель этой линии монтируется в верхнем ярусе шкафа.

Выключатели отходящих линий, в пределах шкафа, подключаются к магистральной шине посредством шинных ответвлений. Номинальный ток шинных ответвлений в КТПнт соответствует сумме номинальных токов выключателей, которые установлены в этом шкафу, но не может быть больше номинального тока сборных шин. Поэтому в процессе эксплуатации, если в этом возникает необходимость, выключатели на отходящих линиях могут быть заменены на более мощные, в пределах номинального тока для данного типа выключателя. Такая модернизация производится простой заменой подвижной части аппарата.

В Приложении 1 приведены данные по основным типам автоматических выключателей, которые могут быть использованы

в подстанции типа КТПнт. В таблице указаны предельные номинальные токи выключателей, которые могут быть установлены в тот, или иной шкаф. Очевидно, что сумма номинальных токов автоматических выключателей, которые установлены в один шкаф, не может быть выше номинального тока сборных шин. В то же время в отсеки, которые предназначены для установки крупных аппаратов, можно установить выключатель с небольшим номинальным током. Такая возможность позволяет модернизировать подстанцию в процессе эксплуатации.

Если в процессе эксплуатации предполагается расширение подстанции путем установки дополнительных выключателей на отходящих линиях, то в опросном листе необходимо указать тип выключателя, который будет установлен в дальнейшем и его номинальный ток. В графе «номинальный ток распределителя» делается пометка «Резерв». При этом КТПнт при поставке будет иметь в своем составе детали для установки заданных аппаратов.

### Шины рабочей и защитной нейтрали. Непрерывность электрической цепи

Если в опросном листе на КТПнт не имеется других указаний, то сечение шины рабочей нейтрали «N» принимается равной сечению фазной шины. Шина рабочей нейтрали изготавливается из меди.

Шина защитной нейтрали «РЕ» изготавливается из меди и соединяется с каркасом в нескольких точках.

Непрерывность электрической цепи в подстанциях КТПнт обеспечивается тем, что каркас целиком собирается из оцинкованных профилей. Окрашенные элементы (двери и закрытия) имеют специальные контактные элементы (резьбовые втулки и шпильки). Соединение таких элементов с каркасом производится гибким проводом. Узел крепления имеет элементы стабилизации контактного усилия.

### Учет и измерения

Во всех модификация шкафов ШНВ имеется возможность установки двух счетчиков электрической энергии. Счетчики подключаются через испытательные коробки. Если использовано только одно посадочное место, то второе может служить для установки счетчика для учета электрической энергии на отходящей линии или элементов вторичных цепей.

В КТПнт нет конструктивных ограничений на количество трансформаторов тока, которые могут быть установлены как на вводе, так и на отходящих линиях. В максимальной конфигурации могут быть установлены следующие приборы:

на вводе:

- один комплект трансформаторов тока кл. 0,5 на измерение (стандартно);
- второй комплект трансформаторов тока кл. 0,5S (коммерческий учет) или кл. 0,5 (технический учет). Эти трансформаторы тока устанавливаются, если в опросном листе есть требования по учету электрической энергии;
- отдельный трансформатор тока на фазе «А» при наличии в составе КТПнт встроенной или отдельно стоящей конденсаторной установки.

на отходящих линиях:

- один трансформатор тока на фазе «А» (стандартно);
- три трансформатора тока на фазах «А», «В» и «С» при

требовании организовать учет на отходящей линии, коммерческий или технический.

Номинальный коэффициент трансформации указывается в опросном листе.

Если в опросном листе содержится требование организовать учет на отходящих линиях и заданное количество счетчиков нет возможности разместить в ШНВ, то комплектно с КТПнт поставляется отдельный шкаф учета навесного или напольного исполнения. Конструкция и степень защиты шкафа учета определяется проектом.

В КТПнт применяются трансформаторы тока как отечественные, так и производства зарубежных фирм. Все эти трансформаторы внесены в реестр средств измерений и могут быть использованы для коммерческого учета. Трансформаторы имеют устройства для пломбирования.

Стрелочные измерительные приборы имеют класс точности 1,5. Пределы измерения вольтметров и амперметров указываются в опросном листе. Вместо стрелочных приборов, как на вводе, так и на отходящих линиях, могут быть установлены многофункциональные измерительные устройства, которые описаны в разделе «КТПнт как элемент системы АСУ».

### КОНДЕНСАТОРНАЯ УСТАНОВКА

В состав КТПнт может быть включена конденсаторная установка (КУ). При этом нет необходимости устанавливать отдельно стоящую установку и обустраивать к ней кабельную перемычку или шинный мост. Особенно это актуально при применении мощных конденсаторных установок.

### Конструкция КУ

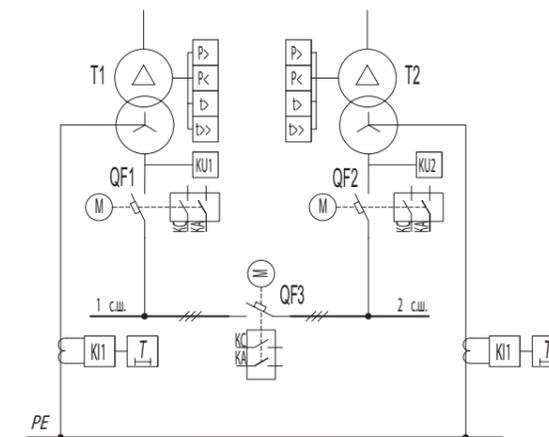
Каркас шкафа КУ аналогичен по конструкции другим шкафам с тем отличием, что в переднем отсеке отсутствует секционирование и отдельные блоки КУ установлены на вертикальных стойках за единой дверью. Применяются блоки с номинальной мощностью ступени 25 и 50 кВАр. В каждой фазе установлены однофазные конденсаторы в металлических корпусах. В схеме применены специальные контакторы с ограничителями пусковых токов конденсаторов. Защита осуществляется предохранителями. Управление реализовано на электронном регуляторе.

В шкаф КУ можно установить блоки с общей мощностью до 800 кВАр. Количество ступеней регулирования определяется проектом.

Питание на отдельные блоки КУ подается со специальной шинной сборки, которая располагается в шинном отсеке. Номинальный ток шинной сборки определяется мощностью КУ.

В состав шкафа КУ не входит разъединитель или автоматический выключатель. Шинная сборка КУ получает питание с одного из фидерных автоматических выключателей. Такой выключатель предпочтительно размещать в верхнем ярусе РУНН в смежном с КУ шкафу ШНЛ.

Шкаф КУ в своем составе имеет автоматическую систему вентиляции. Фильтрующий вентилятор и выходная решетка монтируются на дверь ШКУ. Терморегулятор, находящийся в верхней части ШКУ, обеспечивает поддержание заданного температурного режима внутри шкафа. При небольшой мощности КУ и низкой температуре окружающего воздуха расход электроэнергии на вентиляцию можно снизить путем применения регулятора скорости вращения вентилятора. При этом, одновременно, уменьшается уровень шума.



КС- контакт состояния;  
КА- контакт аварийного отключения;  
КУ1, КУ2 – реле контроля напряжения;  
К11, К12 – токовое реле;  
QF1, QF2, QF3- автоматические выключатели;  
М – электропривод;  
Т1, Т2 – силовые трансформаторы.

Рис 5. Структурная схема подстанции с АВР

### АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВВОД РЕЗЕРВА

В этом разделе даны примеры реализации схем автоматического ввода резерва (АВР).

На рис. 5 представлена структурная схема подстанции с АВР «Два ввода с секционированием». Схема содержит 2 вводных автоматических выключателя (далее АВ) с электроприводом QF1 и QF2, каждый из которых подключен к своему силовому трансформатору Т1 и Т2. Каждый из двух вводных АВ нагружен на свою систему шин – систему шин «I» и систему шин «II». Обе системы шин могут быть объединены через автоматический выключатель QF3.

Схема АВР может быть построена только на электромеханических реле или иметь в своем составе программируемый контроллер начального уровня (например, Zelio или Twido производства Schneider Electric). В последнем случае значительно проще решаются вопросы изменения алгоритма работы и/или технологических параметров.

Типовой алгоритм работы АВР, обеспечивает следующие режимы:

**Режим «Ручной».** В этом режиме питание на схему управления не подается и все 3 аппарата могут быть включены и выключены механическими кнопками на их собственной панели управления после взвода пружины рычагом «Взвод пружины». Одного взвода пружины достаточно для отработки цикла «Включение Отключение». Режим «Ручной» используется, как правило, при отладочных операциях без подачи питания на РУНН. В этом режиме какие-либо взаимные блокировки между аппаратами отсутствуют. В рабочем режиме кнопки «Включить-Выключить» на панели автоматического выключателя (АВ) должны быть недоступны для оператора. Блокировка осуществляется навесным замком.

**Режим «Ручной с блокировкой».** В этом режиме имеется возможность включать и выключать любой из АВ ввода и секционный АВ с использованием его электропривода. Кнопки «Включить – Выключить» всех АВ установлены на панели опе-

ратора. В этом режиме действуют блокировки, а именно:

- взаимная блокировка вводных и секционного выключателей для исключения запрещенных комбинаций, когда не допускается параллельная работа 2-х трансформаторов на одну нагрузку;

- контролируется параметр «Однофазное замыкание на землю». Ток в нейтрали трансформатора сравнивается с заданным порогом. Превышение этого порога интерпретируется как однофазное замыкание на землю. При этом, с установленной задержкой по времени, производятся следующие переключения:

- отключается вводной АВ секции, в которой было выявлено однофазное замыкание на землю;

- отключается, если он был включен, или запрещается включение секционного АВ QF3;

- выпадает блинкер «Однофазное замыкание на землю», который фиксирует данное событие. Если в схеме применен контроллер, то функция блинкера реализуется на программном уровне с выходом на световой индикатор.

Вводной АВ аварийной секции (или секционный АВ) можно будет включить только в том случае, если блинкер был поднят (или была нажата кнопка «Квитирование»).

- контролируется параметр «Превышение давления в трансформаторе» (если используется герметичный масляный трансформатор). При превышении давления в трансформаторе выше нормы вводной АВ выключается мгновенно. Факт превышения давления фиксируется блинкером (электромеханическим или программным). В этом режиме разрешается питание обесточенной секции через секционный АВ QF3. Включение QF3 производится кнопкой с панели оператора;

- контролируется параметр «Перегрев трансформатора». Для сухих трансформаторов контролируется два порога температуры – «Тревога», который используется в цепях сигнализации и «Отключение», с действием на отключение соответствующего вводного АВ. Факт перегрева фиксируется;

- контролируется параметр «Аварийно отключен вводной АВ», т.е. ситуация, при которой сработал расцепитель вводного автомата на секции 1 или 2 (перегрузка, короткое замыкание). Факт срабатывания расцепителя вводного АВ фиксируется. Включение секционного АВ производится кнопкой с панели оператора, однако оно невозможно вплоть до момента, пока не будет вручную выключен сработавший вводной АВ;

- контролируется параметр «Аварийно отключен секционный АВ». Такая ситуация возникает, когда питание на обе секции шин подается с одного ввода и срабатывает из-за перегрузки или короткого замыкания секционный автомат. Система блокирует дальнейшие переключения в схеме.

Логика работы системы в режиме «Ручной с блокировкой» подразумевает, что при возникновении любой аварийной ситуации КТП обслуживается оператором, который выявляет и устраняет причину неисправности.

**Режим «Автоматический».** В этом режиме схема АВР ра-

ботает по заданному алгоритму. Оператор имеет возможность изменять некоторые параметры алгоритма, но изменить логику его работы не может. В этом режиме работают все описанные выше блокировки.

В автоматическом режиме контролируется уровень напряжения по вводу 1 и вводу 2. Применяемые электронные реле имеют отдельную регулировку верхней и нижней зоны напряжения, устойчивая работа обеспечивается аппаратно (гистерезис на уровне 5%). Реле контролирует порядок чередования фаз. Внутренний таймер реле, как правило, не используется. Выходные контакты активны (включены), если входное напряжение лежит в заданных пределах и не нарушен порядок чередования фаз. Выходные контакты реле пассивны (выключены), если напряжение по одной или более фаз вышло за заданные пределы.

Реле времени обеспечивают регулируемую задержку реакции устройства при переключениях, тем самым демпфируются кратковременные скачки и провалы напряжения в сети. По каждому из вводов отдельно регулируется время задержки на включение секционного АВ QF3 при выходе напряжения на вводе 1 или вводе 2 за заданные пределы, аналогичная регулировка имеется для режима восстановления: для каждого из вводов время задержки можно регулировать отдельно.

Как правило, в схеме АВР применяются электронные широкдиапазонные реле времени, которые обеспечивают регулировку интервала времени в пределах от 0,1 сек до десятков часов. В схемах с применением контроллеров все четыре задержки регулируются программно и могут быть легко изменены в любых пределах в процессе эксплуатации КТПнт.

Если в режиме работы «Автоматический» возникает аварийная ситуация по причине перегрева трансформатора или превышения (понижения) давления в нем относительно нормы, если произошло отключение АВ по сигналу расцепителя, если зафиксирован факт однофазного замыкания на землю, то схема производит предусмотренные алгоритмом переключения и «замораживает» свое состояние. Для восстановления штатного режима работы необходимо вмешательство оператора, который должен зафиксировать причину возникновения нештатного режима, перейти в режим «Ручной с блокировкой», взвести указательные реле (или нажать соответствующие кнопки «Квитирование» в версии АВР с контроллером), включить АВ при срабатывании расцепителя. Все эти действия подразумевают, что причина аварии устранена. После этого можно переходить в режим «Автоматический».

### Возможные модификации

Применение в схеме АВР промышленных контроллеров позволяет существенно расширить функциональные возможности системы. Для КТПнт разработаны и серийно применяются следующие варианты:

- Схема «Два сетевых ввода с секционированием с возможностью приоритетного питания нагрузок от одного из вводов». В этой схеме штатным считается режим, когда все нагрузки питаются от первого или второго ввода, секционный автомат постоянно включен. Схема применяется, как правило, при временной схеме электроснабжения, когда питание на подстанцию подается по одному фидеру. По готовности подстанции к работе по двум вводам устанавливается режим «Два ввода с секционированием».

- «Три сетевых ввода с двумя секционными выключателями». Применяется в трехтрансформаторных подстанциях. Обеспечиваются все виды блокировок описанных ранее.

- «Два сетевых ввода и независимый источник электроснабжения». В качестве независимого источника может быть применен дизель-генератор третьей степени автоматизации, газовый генератор и пр. При этом в схеме АВР вырабатывается сигнал на запуск генератора и его остановку при восстановлении нормального электроснабжения. Независимый источник подключается, как правило, к секции шин, которая содержит неотключаемые нагрузки.

- «Три сетевых ввода и один независимый источник электропитания». Алгоритм работы достаточно сложен и обеспечивает глубокое резервирование питания на отходящих линиях.

- В соответствии с требованиями Заказчика могут быть разработаны другие схемы и алгоритмы работы системы АВР.

### Некоторые дополнительные опции

Выше была подробно описана работа простейшей системы АВР, которая может быть построена с применением электронных и электромеханических реле. Применение в таких схемах контроллера Zelio существенно расширяет возможности системы управления.

В более сложных схемах, которые упомянуты в разделе «Возможные модификации», используется контроллер Twido, обладающий большей вычислительной мощностью, расширяемостью количества входов/выходов и коммуникационными возможностями. Такие контроллеры, как правило, содержат базовый модуль и ряд модулей расширения. Объем информации, как передаваемой в АСУ (состояние объекта), так и принимаемой от АСУ (управляющие воздействия) определяется техническими требованиями к системе АСУ. Наиболее полная реализация функций управления и отображения информации в сложных системах достигается применением операторских панелей, которые используются для вывода текстовых сообщений и ввода технологических параметров.

Ниже приведены некоторые опции, примененные в КТПнт. Следует сразу оговориться, что список этот далеко не исчерпывает всех возможностей системы и может быть изменен и расширен по требованию Заказчика.

- Выбор режима управления

В традиционных схемах АВР применяется ключ выбора режима работы. С целью увеличения оперативности контроля в подстанциях КТПнт, с аппаратурой АВР на базе промышленного контроллера, выбор режима работы производится кнопками. Включение соответствующего режима подтверждается включением светового индикатора. Для увеличения надежности работы узла на программном уровне диагностируется время нажатия на кнопку выбора соответствующего режима. Тем самым исключаются ошибки оператора – случайное кратковременное нажатие кнопки не воспринимается. При нажатии нескольких кнопок одновременно, автоматически выбирается наиболее безопасный режим работы. Кнопки выбора режимов, в которых надо работать особенно внимательно, например кнопка режима «Ручной без блокировки», запираются на ключ;

- «Программный блинкер»

Электромеханическое указательное реле (или, как его называют, «блинкер») в КТПнт используются для фиксации аварийных событий. Электромеханическое реле фиксирует только сам факт наступления события, но при этом отсутствует привязка к другим событиям, например ко времени. Указательные реле ненадежны в эксплуатации, индикаторный элемент реле плохо виден.

В подстанциях КТПнт, оборудованных устройством АВР с применением контроллера, реализован алгоритм, в котором аварийное событие (например, факт срабатывания АВР или кратковременный перегрев трансформатора), во-первых, вызывает включение соответствующего светового индикатора, во-вторых, фиксирует событие в памяти контроллера с привязкой к реальному времени. Емкость журнала аварийных событий зависит только от мощности контроллера. При отключении питания информация сохраняется. Считывание журналов аварийных событий можно произвести вручную с местной панели оператора, или дистанционно - при наличии соответствующего интерфейса. Список аварийных событий и емкость электронного журнала определяется техническим заданием.

Сброс светового сигнала аварии производится кнопкой «Квитирование». Имеется целый ряд режимов, в которых необходимо произвести квитирование для выхода КТПнт в основной режим работы.

- Самодиагностика

Подстанции типа КТПнт рассчитаны на длительный срок эксплуатации – не менее 25...30 лет. За это время может произойти износ механизмов электрических приводов автоматических выключателей, особенно при работе КТПнт в условиях запыленности, или при несвоевременном проведении регламентных работ.

В схеме АВР с применением контроллера используется алгоритм, в составе которого имеются блоки анализирующие время выполнения команды на включение и отключение привода автоматического выключателя. Если привод не отработал команду на включение (выключение) за заданное время, то выдается сигнал аварии. Сигнал выводится на местную индикацию и может быть передан на общий диспетчерский пункт. Контрольное время включения (выключения) устанавливается в соответствии с паспортными характеристиками выключателя. Контрольное время можно корректировать в процессе эксплуатации с учетом износа выключателей.

Возможна реализация, в соответствии с техническими требованиями, других алгоритмов самодиагностики.

- Питание вторичных цепей

В подстанциях КТПнт напряжение вторичных цепей выполнено, как правило, на напряжение 220 В переменного тока. В ряде разработок нами применено решение, когда питание электрических приводов подстанции, потребляющих большую мощность, осуществляется непосредственно от сети, в то время как управляющая часть схемы, построенная с применением только реле, или комбинация релейной аппаратуры с контроллером, производится от источника бесперебойного питания. Такое решение позволяет производить отладку вторичных схем без подачи питания в целом на подстанцию, что удобно в процессе ввода в эксплуатацию и при проведении профилактических работ.

Если в схеме применен контроллер, то аппаратура ручного управления и приборы индикации выбираются на напряжение 24 В. При этом повышается надежность и безопасность обслуживания.

В сложных КТПнт оправдано питание всех вторичных цепей, в том числе и приводов, от источника бесперебойного питания соответствующей мощности.

### Применение микропроцессорных блоков релейной защиты (БМРЗ)

Применение в подстанциях КТПнт комплекта многофункциональных микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики БМРЗ-0,4 позволяет реализовать функции дальнего резервирования и обеспечивает повышение чувствительности МТЗ. Терминалы БМРЗ-0,4, в комплекте с блоками противоаварийной автоматики БМПА, выполняют сложные алгоритмы АВР при наличии от двух до четырех вводов 0,4кВ и секционного выключателя между двумя секциями шин. Возможно автоматическое восстановление схемы нормального режима после автоматического ввода резерва.

Помимо оригинальных функций РЗА терминалы БМРЗ-0,4 выполняют функции токовой защиты нулевой последовательности, местное и дистанционное управление выключателями, регистрацию аварийных событий и осциллограмм, измерение электрических параметров нормального режима.

Для связи с АСУ применяется терминал БМЦС.

Реализованы следующие схемы КТПнт с применением БМРЗ:

- КТПнт на два сетевых ввода с неявным резервом;

- КТПнт на два сетевых ввода с одним аварийным вводом от ДЭС;

- то же с двумя вводами от ДЭС.

В таких подстанциях обычно имеется отдельно стоящий шкаф управления.

### КТПнт как элемент системы АСУ

Технические средства, используемые в КТПнт, позволяют интегрировать подстанцию в систему АСУ. При этом объем как в части передаваемой в АСУ информации, так в части управляющих воздействий, определяется только техническим заданием на АСУ.

В качестве примера рассмотрим пример сети на основе протокола Modbus с применением аппаратуры Schneider Electric.

### Передача данных в АСУ

Передаваемая в АСУ информация может содержать дискретные и аналоговые сигналы. При этом возможны 2 варианта аппаратной реализации формирования аналоговых сигналов:

а) путем применения многофункциональных измерителей серий РМ;

б) с использованием электронных расцепителей серии Micrologic.

В первом случае может быть применена аппаратура с простейшими расцепителями и, в принципе, любого производителя. При применении многофункционального измерителя, на-

пример РМ710 (РМ810) могут быть реализованы функции измерения по таб. 3.

Список по таб. 3 не является полным. Более подробную информацию можно найти в техническом описании многофункционального измерителя.

Дискретная информация отражает состояние аппаратов КТПнт, как главных, так и вторичных цепей. Возможная комбинация этих сигналов приведена в таб. 4.

При применении многофункциональных измерителей типа РМ710 и ему подобных, имеется возможность измерять параметры электрической энергии как по входу, так и по любой отходящей линии. Для этого достаточно установить на выходе фидерного автомата соответствующие трансформаторы тока.

Что касается цифровой информации по таб. 4, то для передачи ее в АСУ необходимо применять либо многофункциональный измеритель РМ810 с платой расширения релейных входов, либо возложить функции приема релейных сигналов и их передачу в сеть на контроллер или отдельный модуль ввода/вывода типа Advantis.

Если в подстанции применены автоматические выключатели с блоками контроля и управления, имеющими функцию передачи данных (например АВ Masterpact или Compact с расцепителями Micrologic), то аналоговые сигналы параметров сети могут сниматься непосредственно с них. Перечень измеряемых электрических величин определяется, в этом случае, исполнением расцепителя. Кроме того, появляется возможность считывать дискретные сигналы состояния АВ без применения дополнительной аппаратуры и производить дистанционное управление.

Если в подстанции применены АВ, у которых в расцепителе отсутствует функция передачи данных, то необходимо применять вышеописанные многофункциональные измерители.

### Прием данных от АСУ верхнего уровня

В соответствии с техническими требованиями к системе АСУ подстанции КТПнт могут иметь узлы, позволяющие дистанционно производить параметрирование и все необходимые переключения.

### Параметрирование

Использование в КТПнт программируемого контроллера позволяет изменять алгоритм работы системы и его параметры в процессе работы, путем загрузки данных с верхнего уровня.

Если в подстанции применены автоматические выключатели класса Masterpact с расцепителями Micrologic, то можно дистанционно параметрировать уставки защит расцепителей. Подробная информация содержится в технических описаниях на блоки контроля и управления.

### Управление

Дискретные сигналы, формируемые АСУ верхнего уровня, могут использоваться для включения и выключения соответствующих АВ, причем управление может быть как прямым, так и осуществляться через контроллер, входящий в состав схемы АВР. В последнем случае команды АСУ могут быть согласованы с алгоритмом работы схемы АВР. Для реализации этой функции АВ должны быть оборудованы соответствующим приводом. Для АВ класса Masterpact с расцепителями Micrologic, функции управления могут реализовываться через

Таблица 3

N п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	<b>Ток:</b> пофазно, нейтраль, средний по трем фазам, полный среднеквадратичный, процент небаланса	0...32,8 А (0...100%)
2	<b>Напряжение:</b> фаза-фаза, пофазно (среднее по 3-м фазам), фаза-нейтраль (пофазно), фаза-нейтраль (3 фазы, среднее), процент небаланса	0...1200 В (0...100%)
3	<b>Активная мощность:</b> пофазно, всего по 3-м фазам,	0...+/-3,3 МВт
4	<b>Реактивная мощность:</b> пофазно, всего по 3-м фазам,	0...+/-3,3 МВт
5	<b>Полная мощность:</b> пофазно, всего по 3-м фазам,	0...+/-3,3 МВт
6	<b>Коэффициент мощности (истинный):</b> пофазно, всего по 3-м фазам,	-0,002...1...+0,002
7	<b>Коэффициент мощности (сдвиг):</b> пофазно, всего по трем фазам	-0,002...1...+0,002
8	<b>Частота</b>	23,00...67,00 Гц
9	<b>Значение минимума и максимума за текущий месяц (завершенный интервал):</b> напряжение фаза/фаза, фаза/нейтраль, ток, общая активная мощность, общая реактивная мощность, частота и пр.	
10	<b>Ток потребления (пофазно, средний по трем фазам, по нейтрали):</b> последний завершенный интервал, пиковое значение	0...32,8 А
11	<b>Средний коэффициент мощности (истинный),</b> всего по трем фазам: последний интервал, одновременно с пиком: кВт, кВАр, кВА	-0,002...1...0,002
12	<b>Потребление активной мощности, всего по трем фазам:</b> последний интервал, прогнозируемое и пиковое значение, одновременное с потреблением: кВА, кВт	0...+/-3276 МВт (МВА, МВАр)
13	<b>Потребление реактивной мощности, всего по трем фазам:</b> последний интервал, прогнозируемое и пиковое значение, одновременное с потреблением: кВА, кВАр	0...+/-3276 МВАр (МВА, МВт)
14	<b>Потребление полной мощности, всего по трем фазам:</b> последний интервал, прогнозируемое и пиковое значение, одновременное с потреблением: кВт, кВАр	0...+/-3276 МВА (МВт, МВАр)
15	<b>Показания энергии:</b> накопленная энергия (активная, реактивная, полная); накопленная энергия, условная (активная, реактивная, полная); накопленная энергия, прирост (активная, реактивная, полная); реактивная энергия – по квадратам.	0...1000 ГВтч (ВАрч, ВАрч)

Таблица 4

N п/п	Объект	Параметр	Значение параметра
1	Автоматический выключатель	Выключатель включен	1/0
2		Выключатель выключен	1/0
3		Сработал расцепитель	1/0
4		Пружина взведена	1/0
5		Готов к включению	1/0
6		Выключатель вкачен	1/0
7		Выключатель выкачен	1/0
8		Выключатель выкачен для тестирования	1/0
10	Ключи управления	Положение ключей	1/0
11	Кнопки	Нажато	1/0
12	Указательные реле	Поднято/опущено	1/0
13	Сигналы аварии	Вырабатываются системой в аварийных режимах	1/0
14	Концевые выключатели	Включено/выключено	1/0
15	Охранная система	Тревога	1/0
16	Пожарная система	Тревога	1/0

сеть Modbus без дополнительных устройств. Если в подстанции на вводе и/или на отходящих линиях применены АВ более простых версий, то команды управления на привод формируются программируемым контроллером.

### Выводы

В подстанциях КТПнт возможна реализация технических задач связи с АСУ в полном объеме.

При этом есть два решения: применение автоматических

выключателей, оборудованных блоками контроля и управления, которые специально ориентированы на работу в сети на основе, например, протокола Modbus, либо применение в КТПнт программируемых контроллеров и многофункциональных измерителей. При этом могут быть применены автоматические выключатели с достаточно простыми расцепителями и разных типов.

Однако следует учесть, что стоимость аппаратуры, обеспечивающей интеграцию КТП в систему АСУ, весьма велика и мо-

жет быть сопоставима со стоимостью основного оборудования. Особенно это касается оборудования в части получения и передачи аналоговой информации (величина токов, напряжений и пр.). Передача и прием дискретной информации (состояние аппаратов, управляющие воздействия на привод и пр.) не вызывает особых проблем при применении в подстанции контроллера. Вместе с тем, для минимизации цены подстанции необходимо тщательно подходить к формированию требований к АСУ.

### КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект КТПнт должны входить:

- УВН (тип и количество шкафов по заказу потребителя);
- трансформатор силовой (тип, мощность и количество по заказу потребителя);
- РУНН (типы и количество шкафов в соответствии с опросным листом);
- шинный мост (ШМ), предусмотренный конструкцией КТПнт;
- конденсаторная установка (в составе РУНН, или отдельно стоящая, количество, номинальная мощность и шаг регулирования в соответствии с опросным листом);
- приспособления для подъёма и съёма автоматических выключателей, если масса последних превышает 30 кг;
- запасные части и принадлежности (ЗИП);
- комплект эксплуатационной документации.

К преимуществам КТПнт производства ООО «Росэнерго-

системы» можно отнести:

1. Конструкция шкафов обеспечивает простоту, удобство и безопасность доступа для проверки, регулировки, технического обслуживания блоков и аппаратов.
2. Возможность использования в качестве силовых выключателей аппаратов как отечественного, так и импортного производства.
3. Все силовые шины выполнены из меди, что обеспечивает надёжную и длительную работу КТП в тяжелых условиях эксплуатации.
4. Возможен выход кабелей отходящих линий как вниз, так и вверх.
5. Присоединение отходящих кабелей производится к силовым шинным сборкам, что обеспечивает простой доступ к этим узлам при открытой (снятой) задней двери. Шинные сборки расположены в одной плоскости и допускают присоединение кабелей повышенных сечений и подключение 2х-3х жил кабеля к одному полюсу.
6. Возможность учёта электроэнергии, как на вводах, так и на отходящих присоединениях.
7. Схемы АВР могут быть построены с использованием как электромеханических (электронных) реле, так и иметь в своем составе контроллер. В последнем случае значительно эффективнее решаются вопросы изменения параметров алгоритма управления и связи с АСУ. В КТПнт может быть установлен комплект многофункциональных микропроцессорных блоков защиты и автоматики БМРЗ-0,4;
8. Возможны различные варианты монтажа КТПнт как внутри помещения, так и в блочно-модульных зданиях с максимальным приближением подстанции к центру электрических нагрузок.

### МОДИФИЦИРОВАННОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

С момента запуска в производства КТПнт в 2006 г. изготовлены десятки подстанций, которые успешно эксплуатируются в различных отраслях промышленности. При этом потребители отмечают надёжность РУНН КТПнт за счет обеспечения надежного теплового режима, простоту подключения отходящих линий и возможность тепловизионного контроля всех контактных соединений главных цепей. Хороший теплообмен и большое кабельное пространство обусловлено внутренним разделением РУНН КТПнт по форме 3А.

Однако в некоторых случаях специфика производственного объекта такова, что форма секционирования РУНН по форме 3А, при котором сборные шины и узлы подключения отходящих линий находятся в одном отсеке, является недостаточной.

В соответствии с пожеланиями потребителей в 2011 г. была разработана новая конструкция шкафа РУНН КТПнт, который получил название РУННск.



Рис 6. Внешний вид РУНН

На рис. 6 и рис. 7 представлен внешний вид и схема разработанного устройства, вариант двухстороннего обслуживания. В приведенном варианте глубина корпуса составляет 1075мм при форме секционирования 3Б и 1570мм при форме 4Б. РУННск может быть изготовлен одностороннего обслуживания, при этом ширина шкафа увеличивается на 400мм за счет установки кабельных отсеков.

Из рисунков видно, что РУННск имеет принципиальные отличия от ранее описанного РУНН, при этом изменился корпус, другими стали функциональные отсеки.

#### Корпус

Выполнен из крупных элементов методом холодной штамповки из оцинкованного листа. Высокая прочность несущего каркаса обеспечена применением металла толщиной 2,5мм и сборкой основных узлов на заклепках. Закрытия и двери толщиной 1,5мм.

Полная ширина корпуса шкафа может быть 600, 800, 900 или 1200мм. Ширина определяется габаритами устанавливаемой в шкафу аппаратуры.

#### Отсеки

РУНН функционально разделен на несколько отсеков, которые отделены друг от друга перегородками и имеют отдельные двери и зоны обслуживания.

**Отсек сборных шин.** Располагается в верхней части РУНН. В рабочем положении полностью закрыт и недоступен для прикосновения.

**Отсек шинных ответвлений и кабельных присоединений.** Расположен в средней части РУНН. Узел шинных опусков и ответвлений закрыт кожухом. На элементах каркаса имеются точки для установки промежуточных изоляторов в соответствии с требованиями по устойчивости к токам коротких замыканий. В конструкции сборных шин и шинных опусков применены изоляторы из полиэстера, усиленного стекловолокном. Вся конструкция

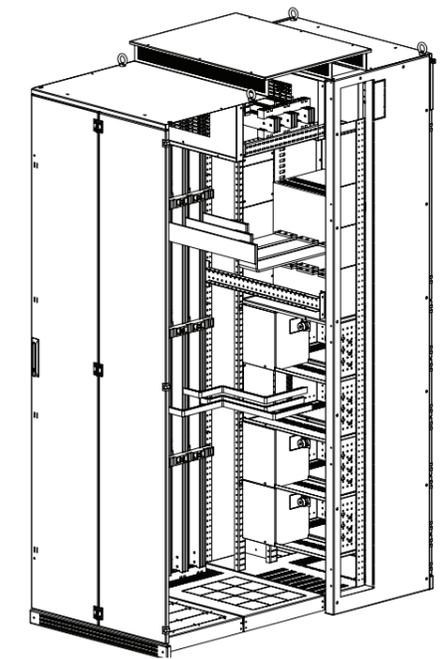


Рис 7. Схема РУНН

интенсивно вентилируется через отверстия в днище и перфорацию в крышном колпаке.

Выводы выключателей отходящих линий присоединены к шинной сборке смонтированной на изоляторах. В шкафах двухстороннего обслуживания шинная сборка ориентирована назад, в РУНН одностороннего обслуживания – вбок, в отсек кабельных присоединений. Вся конструкция, включая вывод выключателя и шинную сборку с узлом подключения, после присоединения кабелей закрывается индивидуальным защитным кожухом. Применение массивной шинной сборки из меди способствует эффективному выносу тепла от выключателя и позволяет без проблем присоединять кабель повышенных сечений, а хороший теплообмен обеспечивается перфорацией кожуха.

**Отсек выключателей** располагается с передней сторо-

ны, при этом аппараты, если это допускается техническими условиями на них, могут быть установлены горизонтально. При этом значительно возрастает плотность монтажа. Каждый аппарат находится в полностью огороженном отсеке. Минимальная высота отсека составляет 100мм и может быть изменена, в соответствии с габаритами устанавливаемого в отсек аппарата или блока, с шагом 50мм.

**Отсек вспомогательных (вторичных) цепей.** Достаточно широкий (200мм) и глубокий (400мм) отсек вспомогательных цепей позволяет легко разместить клеммники и необходимые элементы. При этом имеется возможность контроля вторичных цепей без отключения линии, а пространство отсека выключателя освобождается. Дверь отсека используется для установки измерительных приборов.

**Отсек межпанельных соединений.** Опыт изготовления и эксплуатации КТПнт, предназначенных для работы в составе АСУ ТП показал, что для таких устройств необходим объемистый, с легким доступом, отсек межпанельных соединений и внешних подключений. В РУННск для этих целей имеется выделенный отсек в верхней части шкафа с дверью на петлях и замком. Межшкафная перегородка изготавливается с готовыми просечками, которые задействуются по необходимости.

**Степень защиты. Цвет корпуса.** Степень защиты РУННск – IP31 по ГОСТ 14254. Базовый цвет корпуса – RAL7035, однако по требованию потребителя РУНН может быть окрашен в любой цвет.

### ПОДСТАНЦИИ КТПнт В БЛОЧНО-МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

С 2008 года подстанции типа КТПнт выпускаются в блочно-модульном исполнении.

Размер модуля зависит от мощности подстанции, количества силовых трансформаторов и отходящих линий. Подстанция может быть изготовлена в виде одиночного модуля или состоять из двух-трех блоков. Габариты одного блока и его вес согласованы с существующими ограничениями при транспортировке автомобильным или железнодорожным транспортом.

На рис. 8. приведен пример исполнения КТПнт в блочно-модульном здании.

Блок бокс конструктивно представляет собой жесткую металлоконструкцию, утепленную «сэндвич»-панелями. Толщина панелей выбирается в соответствии с климатическими условиями, в которых будет эксплуатироваться подстанция. Блок-боксы имеют наружные ворота для вката и выката трансформаторов, одностворчатые двери для обслуживания. Площадки и лестницы поставляются комплектно.

В блок-модуле смонтирована система рабочего и аварийного освещения, система ремонтного питания пониженным напряжением, система охранной и пожарной сигнализации. Имеется наружное освещение.

Вентиляция естественная, вентиляционные решетки снабжены утепленными клапанами. По требованию Заказчика устанавливается система принудительной вентиляции. Обогрев подстанции – электрический, с автоматическим поддержанием заданной температуры.

Таким образом, новая конструкция РУНН позволяет:

- повысить безопасность обслуживания за счет отделения зажимов для внешних проводников от сборных шин (форма внутреннего разделения 3Б...4Б);
- производить безопасные работы на отдельной линии с подключением/отключением кабеля без снятия напряжения с ТП в целом (при форме разделения 4Б);
- уменьшить размеры РУНН по фронту за счет:
  - более рационального использования объема отсека выключателя;
  - за счет выноса аппаратуры вторичных цепей в специальный отсек;
  - при горизонтальной установке выключателей, путем минимизации высоты отсека;
- возможность доступа к аппаратуре вторичных цепей независимо от состояния главных цепей – включено или отключено. Т.к. проведение таких работ под напряжением связано с повышенной опасностью, то отсеки вторичных цепей могут быть оснащены замковой блокировкой;
- возможность изготовления РУНН одностороннего обслуживания, в частности для использования в КТП блочно-модульного исполнения.

Блок-боксы в моноблочном исполнении поставляются в полной заводской готовности. При поставке блок-боксов в двух-трех модульном исполнении, в комплект поставки включаются все детали и материалы для монтажа его на месте, в том числе необходимые кабельные перемычки.

Ввод напряжения 6-10 кВ в блок-боксы может быть как воздушный, так и кабельный. Выход линий напряжением 0,4 кВ – только кабельный. Для входа и выхода кабелей в полу блок-модуля устроены проходки, которые на время транспортировки закрываются заглушками.

Подстанции в блочно-модульном исполнении устанавливаются обычно на свайные фундаменты. Возможна их установка на блоки ФБС с простейшей подготовкой основания.

Отличительными особенностями КТПнт в блочно-модульном исполнении являются:

- минимальное время на монтаж при поставке крупными блоками, в которых смонтировано максимально возможное количество оборудования;
- жесткая конструкция рамы, исключающая возможность деформации модуля при подъеме, погрузке, транспортировке и монтаже на месте;
- наличие погрузочной траверсы, применение которой исключает деформацию свеса крыши при строповке;
- усиленные антивандальные двери, ворота и жалюзи;

- обеспечение сохранности оборудования в процессе транспортировки и в период временного хранения перед монтажом за счет установки в открытых проемах стальных листов. Такие листы могут быть демонтированы только с применением специального инструмента;

- оригинальная конструкция маслоприемного устройства.

Все вопросы, связанные с проектированием КТПнт в блочно-модульном исполнении, можно адресовать в Управление региональных проектов ООО «Росэнергосистемы».

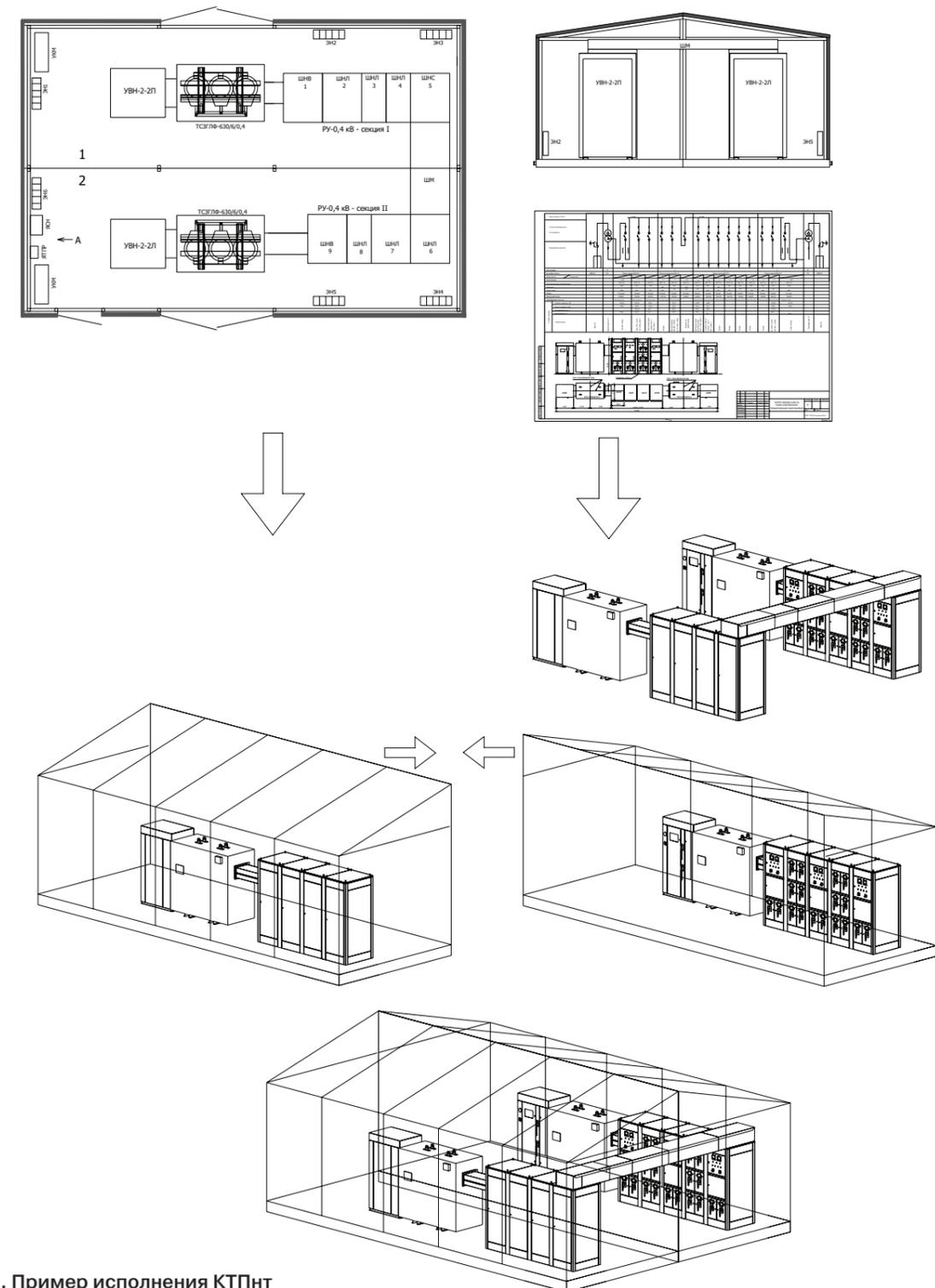


Рис. 8. Пример исполнения КТПнт в блочно-модульном здании

## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

1	2	3
Производитель		
Россия		
ШВВ-2Л(П), ШВВ-2нЛ(П)	ШВВ-2-2Л(П), ШВВ-2-2нЛ(П)	ШВВ-3-Л(П)
Габаритные размеры, мм		
Кабельный короб		
Установочные размеры, мм		

## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

4	5	6
Производитель		
Schneider Electric	ABB	
RM6	DeF	DeV
Габаритные размеры, мм		
Кабельный короб		
Установочные размеры, мм		

## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Тип шкафа	ШНВ-01Л (П)	ШНВ-02Л (П)	ШНВ-01Л (П)	ШНС-01
Схема главных соединений				
Назначение	Шкаф ввода	Шкаф ввода	Шкаф ввода	Шкаф секционный
Габариты шкафа				

### Марка автоматического выключателя и его номинальный ток

Ярус 3	Релейный отсек Отсек учета							
	Россия	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А			
Ярус 2	ABB	Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А	Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А	Emax E4 до 4000А	Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А			
	Schneider Electric	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Masterpact NT (NW) до 6300А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А			
	Legrand	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А			
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А	Sentron 3WL, 3WT до 3200А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А			
Ярус 1	Россия	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А
	ABB	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 2500А	Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 2500А	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 2500А
	Schneider Electric	Compact NSX до 630 А	Compact NSX до 630 А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NSX до 630 А	Compact NSX до 630 А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А
	Legrand	DPX до 630А	DPX до 630А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 630А	DPX до 630А	DPX до 1600А, DMX до 4000А
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 630А	Sentron 3VL, 3VT до 630А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 2500А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 2500А	Sentron 3VL, 3VT до 630А	Sentron 3VL, 3VT до 630А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 2500А

## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

ШНС-02	ШНА-01	ШНА-02	ШКУ-01
Шкаф секционный	Шкаф аварийного ввода	Шкаф аварийного ввода	Шкаф конденсаторной устан.

Релейный отсек	Релейный отсек Отсек учета	Релейный отсек Отсек учета	Конденсаторная установка до 800 кВАр
ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА50-45 (ПРОТОН 40) до 4000А ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	
Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А	Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А	Tmax T6, T7 до 1600А Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 3200А	
Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	
DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 1600А, DMX до 4000А	
Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А	Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 3200А	
ВА50-45 (ПРОТОН 25) до 2500А ВА57-43 до 1600А ВА08-1600 до 1600А	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	ВА51-35, ВА57-35 до 250А, ВА04-36 до 400А, ВА51-39, ВА57-39, ВА50-39Про до 630А	
Emax X1 до 1600А Emax E1...E3 до 2500А	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	Tmax XT1...XT4 до 250А Tmax T5 T6 до 630А	
Compact NS до 1600 А Masterpact NT (NW) до 4000А	Compact NSX до 630 А	Compact NSX до 630 А	
DPX до 1600А, DMX до 4000А	DPX до 630А	DPX до 630А	
Sentron 3VL, 3VT до 1600А, 3WL, 3WT до 2500А	Sentron 3VL, 3VT до 630А	Sentron 3VL, 3VT до 630А	

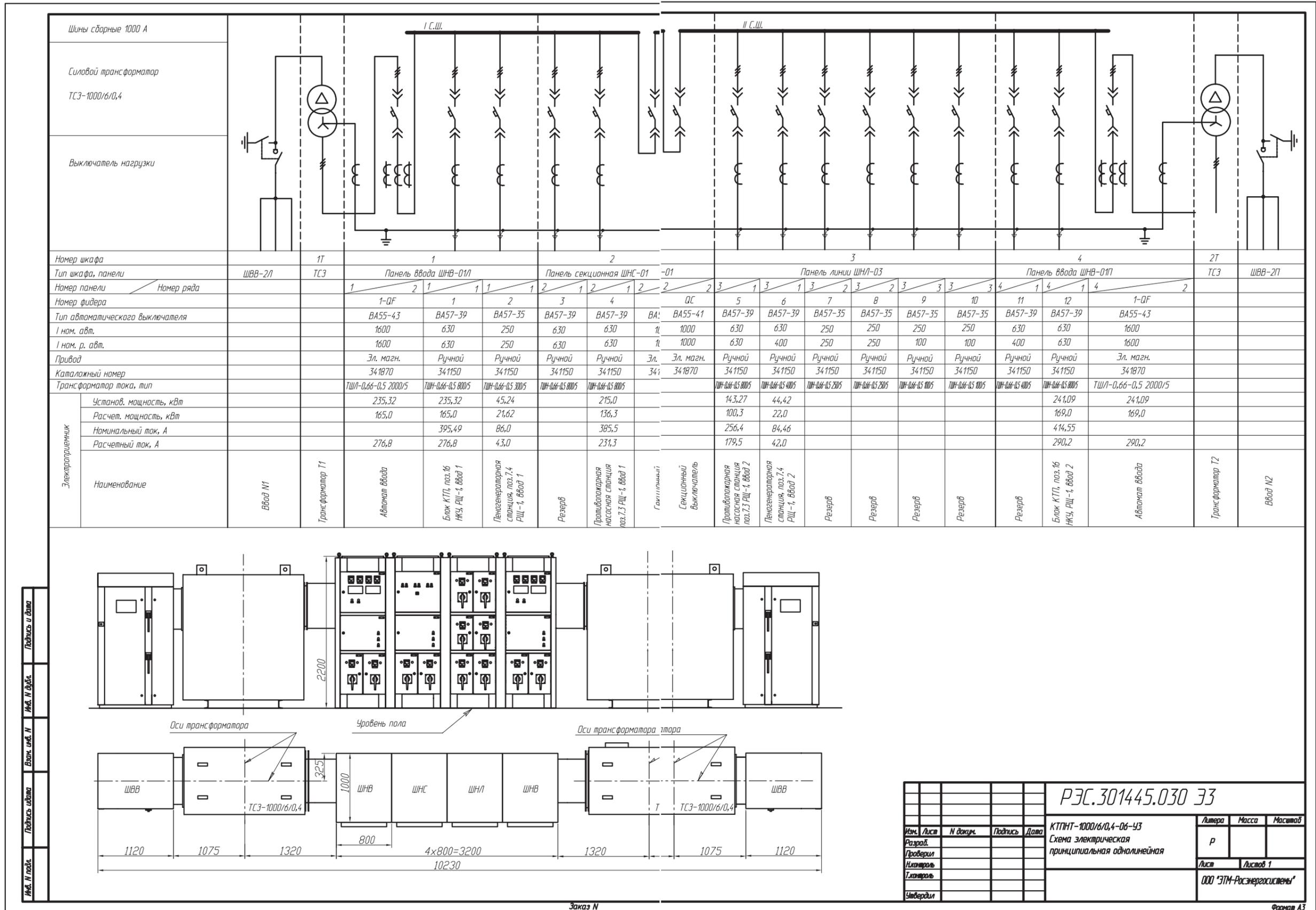
## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Тип шкафа	ШНЛ-01	ШНЛ-02	ШНЛ-03	ШНЛ-04			
Схема главных соединений							
Назначение	Шкаф отходящих линий						
Габариты шкафа							
<b>Марка автоматического выключателя и его номинальный ток</b>							
Ярус 3	Россия	BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA50-45(ПРОТОН25)до2500A(*) BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A
	ABB	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A Emax E1...E3 до 2500A (*)	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A			
	Schneider Electric	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 1600A	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 2500A(*)	Compact NSX до 630 A			
	Legrand	DPX до 1600A	DPX до 1600A, DMX до 2500A	DPX до 630A	DPX до 630A	DPX до 630A	DPX до 630A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A	Sentron 3VL, 3VT до 630A			
Ярус 2	Россия	BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA50-45(ПРОТОН25)до2500A(*) BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A
	ABB	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A Emax E1...E3 до 2500A (*)	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A			
	Schneider Electric	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 1600A	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 2500A(*)	Compact NSX до 630 A			
	Legrand	DPX до 1600A	DPX до 1600A, DMX до 2500A	DPX до 630A	DPX до 630A	DPX до 1600A	DPX до 1600A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A	Sentron 3VL, 3VT до 630A			
Ярус 1	Россия	BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA50-45(ПРОТОН25)до2500A(*) BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA50-45(ПРОТОН25)до2500A(*) BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	
	ABB	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A Emax E1...E3 до 2500A (*)	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	
	Schneider Electric	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 1600A	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 2500A(*)	Compact NSX до 630 A	Compact NSX до 630 A	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 2500A	
	Legrand	DPX до 1600A, DMX до 2500A	DPX до 1600A, DMX до 2500A	DPX до 630A	DPX до 630A	DPX до 1600A, DMX до 2500A	
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A (*)	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A	

## КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Тип шкафа	ШНЛ-05	ШНЛ-06	ШЦС-01	Тип шкафа	ШНЛ-01
Схема главных соединений				Схема главных соединений	
Назначение				Назначение	
Габариты шкафа				Габариты шкафа	
<b>Марка автоматического выключателя и его номинальный ток</b>					
Ярус 4	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A
	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A
	Schneider Electric	Compact NSX до 630 A	Compact NSX до 630 A	Schneider Electric	Compact NSX до 250 A
	Legrand	DPX до 630A	DPX до 630A	Legrand	DPX до 250A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 250A
Ярус 3	Россия	BA50-45(ПРОТОН25)до2500A BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	BA57-43 до 1600A BA08-1600 до 1600A	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A
	ABB	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A Emax E1...E3 до 2500A	Tmax T6, T7 до 1600A Emax X1 до 1600A	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A
	Schneider Electric	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 2500A	Compact NS до 1600 A Masterpact NT (NW) до 1600A	Schneider Electric	Compact NSX до 250 A
	Legrand	DPX до 1600A, DMX до 2500A	DPX до 1600A	Legrand	DPX до 250A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 250A
Ярус 2	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A
	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A
	Schneider Electric	Compact NSX до 630 A	Compact NSX до 630 A	Schneider Electric	Compact NSX до 250 A
	Legrand	DPX до 630A	DPX до 630A	Legrand	DPX до 250A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 1600A, 3WL, 3WT до 2500A	Sentron 3VL, 3VT до 1600A	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 250A
Ярус 1	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A, BA51-39, BA57-39, BA50-39Про до 630A	Россия	BA51-35, BA57-35 до 250A, BA04-36 до 400A
	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	TmaxXT1...XT4 до 250A Tmax T5 T6 до 630A	ABB	TmaxXT1...XT4 до 250A
	Schneider Electric	Compact NSX до 630 A	Compact NSX до 630 A	Schneider Electric	Compact NSX до 250 A
	Legrand	DPX до 630A	DPX до 630A	Legrand	DPX до 250A
	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Sentron 3VL, 3VT до 630A	Siemens	Sentron 3VL, 3VT до 250A

Шкаф центральной сигнализации



РЭС.301445.030 33

КТПНТ-1000/6/0,4-06-У3  
 Схема электрическая  
 принципиальная однолинейная

Изм.	Лист	И. док.	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масштаб
					Р		
Разраб.					Лист	Листов 1	
Проверил					ООО "ЭТМ-Росэнергосистемы"		
Инженер							
Технический							
Утвердил							

Заказ N

Формат А3

Шины сборные 4000 А																														
Трансформатор силовой ТМГФ-2500/10/0,4-У1 Δ/Δ 11 ТУ 3411-001-72210708-2004 ООО "Русский трансформатор" г.Самара																														
Выключатель автоматический																														
Трансформатор тока																														
Номер шкафа		1Т	1		2		3		4		5		6		7		8		9		2Т									
Тип шкафа, панели	Глухой ввод	ТМГФ	ШНВ-02-Л		ШНЛ-02		ШНЛ-07		ШНЛ-07		ШНС-02		ШНЛ-07		ШНЛ-07		ШНЛ-07		ШНВ-02-П		ТМГФ	Глухой ввод								
Номер панели / Номер ряда			1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6								
Номер фидера			1-0F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0С	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2-0F				
Расчетный ток фидера, А			3600	1107	2220	-	560	-	-	-	560	-	-	-	-	-	-	-	-	580	560	-	-	2220	1107	3600				
Тип выключателя автоматического			M40	M16	M25	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	M10	M25	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	NS630	M25	M16	M40				
I ном. авт.			4000	1600	2500	630	630	630	630	630	630	630	630	1000	2500	630	630	630	630	630	630	630	630	2500	1600	4000				
I ном. р. авт.			4000	1250	2500	630	630	630	630	630	630	630	630	400	250	800	2500	630	630	400	250	630	630	630	2500	1250	4000			
Привод			Эл. магн.	Эл. магн.	Эл. магн.	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Эл. магн.	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Эл. магн.	Эл. магн.	Эл. магн.				
Каталожный номер																														
Трансформатор тока: тип и коэффициент трансформации			ТШН-0,66 2000/5	ТШН-0,66 4000/5	ТШН-0,66 1500/5	ТШН-0,66 3000/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 3000/5	ТШН-0,66 800/5	ТШН-0,66 3000/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 400/5	ТШН-0,66 3000/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 600/5	ТШН-0,66 3000/5	ТШН-0,66 1500/5	ТШН-0,66 4000/5	ТШН-0,66 2000/5			
Измерительные приборы	Амперметр Э365		0-4000 А	0-1500 А	0-3000 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-400 А	0-250 А	0-800 А	0-3000 А	0-600 А	0-600 А	0-400 А	0-250 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-600 А	0-3000 А	0-1500 А	0-4000 А		
	Вольтметр Э365		0-500 В																								0-500 В			
	Счетчик		СА44-И673М, СР44-И673М																								СА44-И673М, СР44-И673М			
Назначение фидера	Ввод N1	Выключатель ввода	Установка 2ЖК1	Шит №1	2ПР1	Установка для режис	Резерв	Резерв	Резерв	2ПР3	2ПР5	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Секционный выключатель	2ПР4	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Установка для режис	Резерв	Резерв	Резерв	2ПР2	Шит №2	Установка 2ЖК2	Выключатель ввода	Ввод N2
Конструктивное исполнение (кабель или шинпровод) (К) (Ш)			К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	Ш	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1	К1
Заказчик, его адрес и телефон:	Объект:	Проектная организация, ее адрес и телефон:		Наличие АВР		Гидротележка																								
					Да	Нет	Да	Нет	Ненужное зачеркнуть																					

РЭС.301445.030 Э3			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
Разраб.	Баглаев		
Проверил	Данилов		
Утвердил	Рахимов		
Контроль			
Утвердил	Томашевский		

Заказ №

Подпись и дата  
 Имя, № док.  
 Имя, № док.  
 Подпись и дата  
 Имя, № док.

Формат А3