

**2**

ISSN 0312-5299

**1998**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

# **РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ**

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА

Москва

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
СЕТЕВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**АО РОСЭП**

---

**РУКОВОДЯЩИЕ  
МАТЕРИАЛЫ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

**Февраль**

**Москва 1998**

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

### 01. Электрические сети

ИММ 01.01-98 от 08.01.98

Статья о проблемах развития электрических распределительных сетей сельских территорий.....3

ИММ 01.02-98 от 08.01.98

Статья о малой энергетике.....10

### 03. Подстанции

ИММ 03.01-98 от 08.01.98

Письмо РАО "ЕЭС России" о совершенствовании резервирования работы устройств РЗА распределительных сетей 6-110 кВ.....17

ИММ 03.02-98 от 08.01.98

Обзор и анализ строительства и эксплуатации подстанций 10/0,4 кВ и рекомендации по их применению.....24

ИММ 03.03-98 от 08.01.98

О разъединительных пунктах 10 кВ ЗАО "ВЗВА" (г.Великие Луки.....51

ИММ 03.04-98 от 08.01.98

Письмо РАО ЕЭС РФ о применении ОПН 0,4-35 кВ ЗАО "ВЗВА".....56

**Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов**

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей**

**08.01.98**

**01.01-98**

**N**

**Москва**

Статья о проблемах развития электрических  
распределительных сетей сельских территорий.

Публикуем статью "Проблема развития электрических распределительных сетей сельских территорий" из сборника докладов на IV симпозиуме "Электротехника 2010 год" (ВЭИ, ТРАВК, 1997 г.)

Приложение : упомянутое.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

**Ю.М.Кадыков**

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
**1.12** РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В.И.Шевляков, РОСЭП-Сельэнергопроект

Сельские электрические распределительные сети России - это 2,2 млн. км воздушных линий напряжением 0,4...220 кВ и около 0,5 млн. трансформаторных подстанций 6...35/0,4 кВ (см. данные в табл. 1...2).

Сети были построены, в основном, в 60...70-е годы на деревянных и железобетонных опорах. К настоящему времени 17 % сельских электрических линий отработали свой ресурс и нуждаются в полной замене. Однако, в последние 5 лет их обновление практически не производилось. Таким образом, протяженность сетей, находящихся в непригодном для эксплуатации состоянии постоянно нарастает.

По данным института Сельэнергопроект к 2005 году подлежит замене на новые около 0,9 млн. км линий (~41 %). Объемы восстановления и замены ВЛ по классам напряжения приведены в табл.3.

Таблица 1.

Протяженность ВЛ сельскохозяйственного назначения (на 01.01.96 г.)

км

ВЛ по классам напряжений	Всего	В том числе		
		на железобетонных (металлических) опорах	На опорах из пропитанной древесины	На опорах из непропитанной древесины
ВЛ 0,4 кВ	832 847	253 755	424 776	104 355
ВЛ 6...10 кВ	1 132 515	640 386	387 715	66 708
ВЛ 35...110 кВ	270 339	126 971	21 665	-
ВЛ всех классов	2 235 701	1 021 112	834 156	171 061

Таблица 2.

Количество и мощность ТП сельскохозяйственного назначения

Характеристика ТП	Всего
Количество ТП 6...10/0,4 кВ, всего:	515 144
в т. ч. ЗТП	28 421
КТП	394 404
МТП	47 867
Мощность ТП 6...10/0,4 кВ, МВт	89 677
Количество ТП 35/0,4 кВ	293
Мощность, МВт	174
Количество ТП 110-35/10 кВ	10 837
Мощность, МВт	943 394

Таблица 3

Протяженность электрических распределительных линий, подлежащих замене к 2015 году вследствие их износа

тыс. км

ВЛ по классам напряжений	2005 год	2010 год	2015 год
ВЛ 0,4 кВ	450	490	605
ВЛ 6...10 кВ	470	590	910
ВЛ 35.. 110 кВ	15	16	31
ВЛ всех классов	935	1096	1546

Анализ электропотребления в аграрном секторе экономики указывает на некоторый спад общего использования электроэнергии на селе (с 103 ТВт.ч в 1991 году до 90 ТВт.ч в 1995 году). При этом, однако, наблюдается устойчивый рост электропотребления в коммунально-бытовом секторе села (с 29 до 37 ТВт.ч, или около 5 % ежегодно), что в значительной мере объясняется частичным переносом товарного производства из общественного сектора в сферу личного подсобного хозяйства и крестьянского подворья (фактические и прогнозные пока-

затели приведены в табл.4). К 2005 году ожидается, что электропотребление на коммунально-бытовые цели села удвоится и достигнет 75...80 ТВт.ч, при этом электрические нагрузки возрастут в 2...4 раза. Увеличение электропотребления и электрических нагрузок приведут к неизбежной перегрузке и необходимости модернизации дополнительно почти 0,5 млн. км действующих сетей напряжением 0,4 кВ, питающих коммунально-бытовую нагрузку.

Таблица 4

Показатели электрификации в сельском хозяйстве России

Показатель	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2005
Суммарное потребление, ТВт.ч	73,7	96,4	103,4	102,9	103,8	97,7	89	90	91,5	94,5	97,5	103	110
Потребление в производстве, ТВт.ч	54,6	67,3	70,5	69,9	69,2	61,4	53,0	51,5	51,5	52	52,5	55	60
Потребление в быту, ТВт.ч	19,1	29,1	32,9	33,0	34,6	36,3	37,0	38,5	40	42,5	45	48	50
Электро-вооруженность труда, МВт.ч/работ.	5,6	8,1	8,7	9,1	9,5	9,1	8,3	8,3	8,5	9,2	9,3	9,6	10,5
Удельное потребление в быту, кВт ч/житель	490	746	850	850	870	910	925	932	940	940	945	960	1000

В настоящее время в сельских электрических распределительных сетях имеют место большие потери электрической энергии и относительно большие перебои в электроснабжении. Так, в сетях напряжением 35 кВ и ниже, они составляют около 12 %, что примерно в 2 раза выше уровня потерь электроэнергии в промышленных и городских сетях того же класса напряжения. Структура потерь электроэнергии в сетях сельскохозяйственного назначения приведена в табл. 5. Как видно из таблицы около 85 % потерь электроэнергии имеет место в сетях 0,4...10 кВ, при этом в ВЛ напряжением 6...10 кВ теряется почти в 3 раза больше электроэнергии, чем в линиях напряжением 35...110 кВ.

Низкая надежность электроснабжения сельских потребителей является следствием не только низкой степени автоматизации распределительных сетей, значительным сроком службы и низкой надежностью отдельных элементов, при-

меняемых в электрических сетях, но также несовершенством применяемой системы тарифов на электроэнергию для сельскохозяйственных потребителей Действующие тарифы не стимулируют энергетические предприятия в повышении качества электрической энергии и надежности электроснабжения, в увеличении отпуска электроэнергии сельским потребителям.

Таблица 5.

Величина потерь электрической энергии в сельских электрических распределительных сетях

Элемент электрической распределительной сети	Величина потерь, % от общих потерь
Линия напряжением 0,4 кВ	34
ТП 10/0,4 кВ	26
Линия напряжением 6...10 кВ	25
ТП 35.. 110 кВ	6
Линия напряжением 35...110 кВ	9
Итого	100

Вследствие диспропорции в строительстве сетей напряжением 35...110 кВ и сетей 10...6 кВ сельские электрические сети оказались не готовыми к новым еще более рассредоточенным и увеличенным электрическим нагрузкам потребителей.

Таким образом, возникла настоятельная необходимость в коренном обновлении сельских электрических распределительных сетей, создании сетей нового поколения, отвечающих экономико-экологическим требованиям и современному техническому уровню распределения энергии в соответствии с условиями потребителя. Развитие сельских сетей в период до 2005 года будет строиться на следующих положениях.

1. Основной системой напряжений электрических распределительных сетей в сельских районах сохраняется система - 110/35/10/0,4 кВ.
2. При новом строительстве и реконструкции предусматривается:
  - приоритетное развитие сетей напряжением 35...110 кВ по отношению к сетям 10 кВ. Более широкое строительство воздушных линий 35 кВ, временно



используемых на напряжении 10 кВ, для электроснабжения крупных сельских населенных пунктов (с количеством дворов 300 и более);

- использование **ГЛУБОКИХ ВВОДОВ** для уменьшения ступеней трансформации электроэнергии путем применения подстанций 220/35 кВ, 110/10 кВ и 35/0,4 кВ;

- **МАГИСТРАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП** построения электрических сетей напряжением 10 кВ;

- исполнение ВЛ напряжением 0,4 кВ **ТРЕХФАЗНЫМИ** по всей длине линии;

- повышение пропускной способности электрических сетей всех напряжений на базе сооружения разукрупняющих подстанций 10/0,4 кВ, 35/10 кВ, 110/10 кВ и 110/35/10 кВ, а также широкого использования **СОВМЕСТНОЙ ПОДВЕСКИ** проводов на одних опорах и многоцепных линий;

- разработка, освоение и внедрение в воздушных электрических линиях новых конструкций опор с минимальным изгибающим моментом не менее 45 кН.м;

- применение в распределительных сетях напряжением 0,4 кВ в основном самонесущих изолированных проводов;

- применение новых типов трансформаторных подстанций - столбовых подстанций 10/0,4 кВ с силовыми масляными трансформаторами с воздушными вводами, закрытых подстанций напряжением 35/0,4 кВ с воздушным вводом 35 кВ, комплектных с ограждающими металлоконструкциями с утеплителем из полимерных материалов с воздушными и кабельными вводами Комплектных трансформаторных подстанций контейнерного типа с элегазовыми выключателями 35 кВ и вакуумными выключателями 10 кВ и других

- использование новых распределительных устройств с вакуумными и элегазовыми выключателями разъемных соединений для выполнения работ на линиях и в распределительных устройствах без снятия напряжения,

- трансформаторных подстанций 35...110/10 кВ с возможностью обслуживания под напряжением и закрытым распределительным устройством 10 кВ;

- использование новых информационных технологий для телеконтроля, телесигнализации и телеуправления режимами работы электрических распределительных сетей, а также устройств автоматики и средств диспетчерского и технологического управления в сетях.

- использование для резервирования и повышения надежности электро-снабжения ответственных потребителей (электроприемников I и II категории надежности) автономных источников, в том числе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Программа работ по развитию электрических распределительных сетей в сельской местности может быть реализована при комплексном взаимодействии технических, организационных и экономических мероприятий с использованием новейших научных и конструкторских разработок. Объем работ по развитию и техническому перевооружению действующих систем электроснабжения сельских территорий определяется в Схемах развития электрических сетей напряжением 0,4...110 кВ, разработка которых в настоящее время для всех республик, краев, областей и автономных округов России заканчивается.

По предварительным оценкам для технического перевооружения и обновления действующих электрических сетей на селе к 2005 году потребуется ежегодно строить около 120 000 км линий различного напряжения, вводить в действие до 120...180 новых центров питания, устанавливать различное оборудование для снижения потерь электрической энергии в воздушных линиях и другие работы.

**Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов**

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей**

**08.01.98**

**01.02-98**

N \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Москва

Статья о малой энергетике

Публикуем статью из журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства" № 4, 1997 г. статью о малой энергетике, отражающей новый подход к решению проблемы энергообеспечения потребителей.

Приложение : упомянутая статья.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадыков

## Малая энергетика и энергосберегающие технологии

Ю. М. КАДЫКОВ, инженер  
А. И. СЕЛИВАХИН, кандидат технических наук  
АО "Акционерная энерго-электротехническая компания"

**Перспективы развития.** Энергетика – ключевая отрасль экономики, имеющая важное значение в обеспечении жизнедеятельности населения, бесперебойного функционирования любого производства как в обычных, так и в чрезвычайных условиях, вызванных политическими, экономическими и природно-климатическими возмущениями. Нарушение устойчивого энергоснабжения ведет к тяжелым, а в ряде случаев к катастрофическим последствиям. Поэтому задача по обеспечению энергетической безопасности страны выдвигается сегодня на первый план.

Принципы развития и функционирования энергетики были разработаны в середине XX века и основывались на добыче и потреблении ископаемого топлива, сооружении крупных электростанций, объединенных в Единую Энергетическую Систему. Эти принципы явились впоследствии основным препятствием на пути создания и внедрения более эффективных, безопасных и экологически чистых энерге-

тических технологий, послужили причиной ликвидации тысяч малых энергоисточников, признанных неэкономичными.

События последних лет породили ряд проблем, решение которых немислимо без коренного пересмотра существующей концепции развития энергетики.

Это

– вынужденный отказ от дальнейшего развития атомной энергетики,

– сокращение по экологическим причинам числа площадок, пригодных для размещения крупных электростанций, консервация ряда действующих и строящихся,

– сокращение добычи органического топлива и его резкое удорожание;

– резкое снижение централизованного государственного финансирования строительства энергетических объектов,

– необходимость выполнения огромных объе-

мов реконструкции и технического перевооружения действующих,

– длительные сроки их строительства и реконструкции, огромные капиталовложения

Усиление хозяйственной самостоятельности субъектов РФ, энергодефицитность большинства регионов страны, наличие в них тех или иных своих энергоресурсов, повышение требований к защите окружающей среды, многочисленность населенных пунктов в зонах децентрализованного энергоснабжения, потребность в резком повышении уровня жизни населения, проживающего в сельской местности и в отдаленных районах, также обусловили новый подход к решению проблемы энергообеспечения потребителей

В этой связи перспективным направлением является создание эффективных систем децентрализованного энергоснабжения потребителей в пределах административно-территориальных единиц РФ на основе малых энергоисточников, использующих местные и возобновляемые топливные ресурсы для выработки электрической и тепловой энергии. Широкое применение относительно недорогих таких энергоисточников и их сочетаний, сооружаемых вблизи потребителей, позволит в короткие сроки решить проблему надежного энергообеспечения как отдельных потребителей, так и их групп, а также энерго- и ресурсосбережение, снижение воздействия энергетики на окружающую среду. Предусматриваются энергоустановки мощностью от нескольких киловатт до 5 МВт, работающие на энергии солнца, ветра, водных стоков, биоотходов, органического топлива и др.

Основные достоинства децентрализованных систем

максимальное приближение энергоисточников к потребителю и, следовательно, повышение надежности энергоснабжения,

снижение затрат на транспортировку топлива вследствие использования местных и возобновляемых природных топливных ресурсов,

высокая устойчивость к политическим, экономическим и природно-климатическим возмущениям в других административно-территориальных единицах вследствие их независимости друг от друга,

возможность создания нормальных жизненных условий для сельского населения, что обусловит возрождение российской деревни,

дополнительные рабочие места,

использование для их сооружения местных бюджетов, средств деловых структур и отдельных граждан

Наблюдаемое в последнее время достижение лучших показателей по сравнению с традиционными делает малые энергоисточники конкурентоспособными. Если в себестоимости вырабатываемой энергии учесть затраты на компенсацию ущерба от вредного воздействия крупных электростанций на человека и окружающую природную среду, малые энергоисточники и, особенно нетрадиционные, уже сегодня серьезная альтернатива традиционным.

Создание систем децентрализованного энергоснабжения ставит задачу организации разветвленной системы связи для передачи информации в рамках административно-территориальных единиц, обеспечивающей эффективное функционирование

малой энергетики. Разветвленная система передачи информации в то же время должна стать основой телефонизации многочисленных сельских населенных пунктов.

Состояние и основные направления становления децентрализованного энергообеспечения. Современные системы энергообеспечения в регионах (административно-территориальных единицах), получающие электроэнергию от Единой Энергетической Системы России, характеризуются разветвленными распределительными электрическими сетями общей протяженностью около 2,5 млн км. Их техническое состояние, особенно в сельской местности, далеко от удовлетворительного и с каждым годом ухудшается. Перемены в электроснабжении потребителей достигают 70 ч в год, что на порядок выше, чем в развитых зарубежных странах.

Систематическое невыполнение планов ввода новых энерго мощностей, недостаток их резерва привели к старению энергетического оборудования: около 57% имеет износ более 50%, полностью выработало свой ресурс свыше 11%.

Две трети регионов России являются сегодня энергодефицитными, получающими электроэнергию извне. Требуется пересмотра концепция централизации теплоснабжения, ориентированная на преимущественное использование мощных и сверхмощных ТЭЦ общегородского назначения и крупных районных котельных. Такое направление развития теплофикации не решает проблему отопления и горячего водоснабжения потребителей в сельской местности, исключает возможность использования дров на эти цели. Большинство традиционно применяемых источников теплоснабжения имеют низкую энергетическую и экологическую эффективность, требуют сложной и дорогостоящей транспортной инфраструктуры, обеспечивающей доставку энергоносителей, недостаточно надежны.

Все это обуславливает необходимость в реорганизации существующих и создании систем децентрализованного энергоснабжения на основе малой энергетики и энергосберегающих технологий. В сочетании с местной энергоресурсной базой и малыми предприятиями по добыче, переработке, транспортировке и хранению имеющегося ископаемого топлива – это тот региональный топливно-энергетический комплекс, вокруг которого формируется сырьевая, индустриальная и сельскохозяйственная зоны.

Децентрализованное энергоснабжение должно основываться на принципах взаимодействия и взаимозависимости. Взаимодействие обеспечивает эффективное использование энергетических ресурсов как в отдельном регионе, так и на межрегиональном уровне, взаимозависимость – живучесть систем энергоснабжения при возникновении различных возмущений.

Россия располагает огромными ресурсами возобновляемых источников энергии. В развитых зарубежных странах доля их использования резко возрастает. Реализуются национальные программы в США, Великобритании, Франции, Германии, Италии, Японии, Швеции, КНР, Индии и многих других при государственной поддержке. Это стало областью широкого международного сотрудничества с участием организаций ООН (Программа

развития ООН, ЮНИДО, ЮНЕСКО, ФАО), Европейского Экономического Сообщества, других международных организаций.

Развитие малой и нетрадиционной энергетики в России предполагается осуществлять по таким основным направлениям: солнечная энергетика, ветроэнергетика, малая гидроэнергетика, геотермальная энергетика, биоэнергетика, дизельные электростанции, газотурбинные, парогазовые и другие установки, системы электроснабжения потребителей, автоматизированные системы управления, комплексные системы связи, автономного энергообеспечения потребителей, широкомасштабное производство электрооборудования и т. п.

Рынок энергетического оборудования стоит на одном из первых мест в России, имеет свое традиционное развитие на мировом. Он охватывает практически все отрасли народного хозяйства.

Состояние солнечной энергетики в России в настоящее время характеризуется как начальная стадия ее развития. Наибольшее практическое применение могут получить фотоэлектрические установки на основе монокристаллического кремния и устройства с термодинамическим циклом преобразования энергии. В стране насчитывается восемь предприятий по производству солнечных фотоэлементов и модулей. Годовой выпуск их оценивается мощностью в 730 кВт.

Мощность фотоэлектрических установок ограничивается несколькими киловаттами из-за высокой стоимости преобразовательной техники (инверторов) и буферных аккумуляторных батарей. Они используются для электроснабжения отдельных сельских домов, водяных насосов, бытовых приборов, холодильных установок, кондиционеров, систем сигнализации и др.

Сегодня внутренний рынок России находится в стадии становления и не подготовлен к широкому применению солнечных энергетических систем. В дальнейшем потребуются расширение годового выпуска производства как солнечных элементов, модулей, так и солнечных систем мощностью до 1,5 МВт. Для обеспечения требуемого развития солнечной энергетики остается проблема организации производства высокоэффективного монокристаллического кремния по разработанным отечественным технологиям. Необходимо довести поставки пластин кремния до 4 млн шт. в год.

Перспективно сооружение модульных термодинамических солнечных электростанций с параболическими цилиндрическими концентраторами, а также коллекторов для теплоснабжения отдельных потребителей.

В настоящее время созданы и функционируют солнечные системы с общей площадью коллекторов около 200 тыс. м<sup>2</sup>.

Ветроэнергетика – это наиболее перспективный и подготовленный к широкому внедрению способ использования возобновляемого источника энергии. В Калмыкии введен в эксплуатацию головной агрегат на 1000 кВт ветроэлектростанции общей мощностью 22 МВт, 6 по 250 кВт в Заполярье близ г. Воркуты. Осваиваются энергетические установки на 10, 16, 50, 100, 150 и 250 кВт, вырабатывающие электроэнергию при пусковой скорости ветра 2,3 м/с, обеспечивающие номинальную мощность при

5–7 м/с. Их серийное освоение позволит использовать ветровые ресурсы на большей части территории России. Имеется необходимый потенциал для создания в короткие сроки ветродвигателей с низкоскоростными безредукторными электрогенераторами, современной аппаратурой регулирования и преобразования электроэнергии, уникальными характеристиками, обеспечивающими их конкурентоспособность на мировом рынке.

Ведутся работы по созданию вихревых ветроэнергетических установок мощностью 0,5 и 5 кВт, преобразующих поток равномерного ветра в вихреобразные струи, вращающие ветротурбину с электрогенератором.

**Малая гидроэнергетика.** В начале 50-х годов в стране насчитывалось около 7 тыс. малых ГЭС суммарной мощностью 332 тыс. кВт. К 1959 г. их число сократилось до 5 тыс., но общая мощность увеличилась до 481,6 тыс. кВт вследствие закрытия технически несовершенных и строительства средних, относительно больших ГЭС. В дальнейшем их строительство было признано бесперспективным на фоне гидроэлектростанций-гигантов. Сегодня на территории бывшего СССР работает около 350 малых ГЭС. Обследование показало, что здания большинства их требуют лишь косметического ремонта, некоторых – капитального, оборудование практически на всех необходимо заменить на более современное.

В настоящее время разработан ряд унифицированных проектов малых ГЭС, обеспечивающих быстрое сооружение в различных природных условиях на существующих и новых водохранилищах, перепадах каналов, нерегулируемых участках рек. Определено 60 мест для первоочередного строительства таких ГЭС. Ряд предприятий России уже сегодня готовы поставить для них оборудование на различные параметры водотока мощностью от 0,1 до нескольких тысяч киловатт.

**Геотермальная энергетика.** В стране начато комплексное использование теплового потенциала подземных вод на базе отечественных технологий и оборудования. Идет реализация таких энергетических ресурсов на Камчатке, Сахалине, Курильских островах, в Краснодарском крае, готовится освоение высокотемпературных парогидротерм в Ставропольском крае и Дагестане.

Для решения проблемы широкого использования геотермальной энергии при соблюдении всех экологических требований необходима разработка специального оборудования в модульном исполнении.

**Биоэнергетика.** Потенциал для использования биоотходов в целях получения энергии определяется наличием крупных ресурсов леса и сельским хозяйством. Сегодня становятся экономически приемлемыми технологии получения газа и моторного топлива из биомассы. Исходное сырье – навоз, рапс, отходы растениеводства, лесные, торф. Шлак, получаемый после сбраживания биомассы, представляет собой ценное органическое удобрение. Благодаря сбраживанию навоза снижается его запах, гибнут семена сорняков, яйца гельминтов и другая патогенная микрофлора, в результате чего уменьшается заражение почвы, грунтовых вод.

Промышленностью выпускаются биогазовые ус-

тановки, которые могут работать в комплексе с газонаполнительными станциями, укомплектованными серийным оборудованием. В перспективе необходима разработка и освоение производства комплексных автоматизированных биоэнергетических установок для различных условий применения, использующих различные первичные ресурсы.

**Дизельные электростанции.** Предприятиями России выпускаются дизель-электрические агрегаты мощностью до 6300 кВт. Особенно перспективны автоматизированные агрегаты с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии:

мощностью 30, 40, 60, 75 и 100 кВт – для энергоснабжения отдельных крупных потребителей и их групп,

мощностью 200, 315, 500, 630, 800 и 1000 кВт – для энергоснабжения населенных пунктов, предприятий местной промышленности.

Сегодня требуются доработка отдельных агрегатов в целях повышения моторесурса до 80–100 тыс. час., КПД, создание установок, работающих на природном газе, котлов-утилизаторов. На основе отдельных агрегатов необходимо производство комплексных дизельных электростанций, в том числе и в блочно-контейнерном исполнении.

**Газотурбинные и парогазовые установки.** В настоящее время ряд отечественных предприятий выпускает или заканчивает разработку газотурбинных установок на базе судовых и авиационных двигателей. Возможно создание типоразмерного ряда модульных электростанций, состоящих из унифицированных блоков с агрегатами единичной мощностью 0,8; 1,5; 2,5; 6,0; 16,0 и 25 МВт для электро- и теплоснабжения как отдельных потребителей, так и населенных пунктов и в целом районов.

Перспективно серийное производство

теплофикационных установок на базе газотурбинных двигателей самолетов, судов и колесно-гусеничных агрегатов электрической мощностью 50–60 кВт и тепловой – 0,5–90 МВт для промышленных котельных, работающих на природном газе,

паросиловых электрической мощностью до 1,2 МВт и тепловой до 12 МВт, предназначенных для производства электроэнергии в котельных, работающих на паре промышленных параметров,

газотурбинных и парогазовых на базе авиационных и судовых газовых и паровых турбин электрической и тепловой мощностью до 100 и 90 МВт соответственно для переоснащения действующих ТЭЦ, а также электроснабжения отдельных областей, округов, краев, республик.

Для сосредоточенных небольших потребителей (предприятия местной промышленности, животноводческие фермы и комплексы и др.) требуются газотурбинные установки электрической и тепловой мощностью соответственно 50, 75, 100 и 400, 600, 800 кВт.

Основные проблемы разработки газотурбинных установок – увеличение их моторесурса и снижение концентрации вредных веществ в отработавших газах.

**Теплонасосные установки.** Большинство традиционных источников теплоснабжения имеют низкую экологическую эффективность, необ-

ходимость в сложной и дорогостоящей транспортной инфраструктуре по доставке энергоносителей, а также недостаточную надежность, являющуюся причиной сбоев в теплоснабжении.

Теплонасосное производство теплоты – это новая технология, способная радикальным образом изменить положение дел не только в теплоснабжении, но и в значительной степени в энергетике в целом. Важной особенностью теплонасосных установок (ТНУ) является их универсальность по отношению к виду первичной энергии, так как компрессоры могут приводиться в действие механическим, электрическим и любым тепловым двигателем, что позволяет заменить более дефицитные менее дефицитными энергоресурсами. Другое преимущество – изменение мощности от долей до десятков тысяч киловатт, что перекрывает этот показатель любых существующих теплоисточников, в том числе малых и средних ТЭЦ. Энергосберегающий эффект в зависимости от типа ТНУ и заменяемого теплоисточника колеблется от 20–30 до 50–70%. При замене ими как крупных котельных, так и мелких низкоэффективных электронагревателей и теплогенераторов достигается многократная экономия топлива по сравнению с традиционной теплофикацией.

Теплонасосные установки могут использоваться в качестве источника теплоснабжения квартир, домов, кварталов и районов. Низкопотенциальные источники теплоты – бытовые и промышленные стоки, воздух, озерная, речная, морская, геотермальная и грунтовая воды, охлажденная вода тепловых электростанций. Мировой опыт свидетельствует, что на строительство крупных теплонасосных станций требуется около года, сроки окупаемости составляют 2–4 года. Увеличение теплопроизводительности с 10 до 100–130 кВт приводит к снижению стоимости станции с 670–1200 до 600–700 долл/кВт, а до 10 тыс. кВт и более – 200–300 долл/кВт.

Рационален путь использования ТНУ в комбинации с установками, использующими различные виды возобновляемых энергоресурсов.

Сейчас действует небольшое число достаточно крупных (50–200 кВт) теплонасосных установок. Известны установки малой мощности в виде единичных опытных образцов, находящиеся в стадии экспериментальных исследований.

**Нетрадиционные энергоустановки.** В настоящее время закончена разработка ряда когенерационных систем с использованием термоэлектрических и термоэмиссионных модулей и модулей на базе двигателя Стирлинга на газообразном и жидком топливе электрической и тепловой мощностью 0,5–10 и 5–150 кВт. В стадии разработки находятся системы, использующие солнечный нагрев с помощью концентратора теплоты.

За счет утилизации в детандер-генераторных агрегатах потенциальной энергии сжатого природного газа обеспечивается экономически эффективное и экологически чистое производство электроэнергии в диапазоне единичной мощности от 0,5 до 30 МВт. Анализ параметров работы газораспределительных сетей и пунктов показал, что на многих из них можно установить такие агрегаты. В настоящее время введен в эксплуатацию энергосберегающий комплекс в составе двух агрегатов по 5 МВт.



Создаются электрохимические генераторы на основе щелочных и твердополимерных низко- и высокотемпературных с карбонатным электролитом и твердооксидных среднетемпературных на основе фосфорной кислоты топливных элементов мощностью 1, 10, 100, 1000, 20 и 200 кВт. Смонтирована первая опытная установка, выделение энергии в которой происходит в результате цепной химической реакции расщепления массы силиката при его взаимодействии с бескислородными соединениями кремния.

Разработаны системы для получения пресной воды из атмосферного воздуха производительностью 50 и 200...300 л/сут. с потребляемой мощностью соответственно 50 Вт и 0,1...1,5 кВт.

Комплексные системы связи В России насчитывается около 20 тыс населенных пунктов, с которыми отсутствует электрическая связь. При размещении в них объектов малой и нетрадиционной энергетики потребуются система передачи информации для обеспечения бесперебойной эксплуатации и обслуживания. Она же сможет стать основой для предоставления услуг электросвязи местному населению.

Для этой цели предусматривается применение наиболее экономичных технических решений. Учитывая природно-географические условия намечено использование как проводных, так и беспроводных в диапазонах 300, 50 МГц, 800 МГц, 1,9 ГГц, 2,4 ГГц средств абонентского доступа. Беспроводные станции интегрируются с коммутационными системами. Выход на районные узлы связи и диспетчерские пункты энергосистемы планируется осуществить с помощью малоканальных цифровых радиорелейных линий в диапазонах 11, 13 и 15 ГГц. В отдельных случаях будут применены малоканальные средства спутниковой связи в диапазонах 1,5/1,6 ГГц, 4/6 и 11/14 ГГц, работающие как через отечественные, так и через международные ИСЗ. Предусматриваются выход абонентов на сеть связи общего пользования, автоматизированная система управления. Пользователи получают услуги голосовой и факсимильной связи, а также передачи данных, необходимых для обеспечения эффективной эксплуатации энергосистемы.

Комплексные установки автономного энергоснабжения. Комплексное использование энергоисточников – наиболее эффективный способ энергообеспечения потребителей. Для этого могут применяться на основе совместной работы дизельные и газотурбинные агрегаты, солнечные, ветроэнергетические и биогазовые установки, малые ГЭС. Использование различных энергетических ресурсов для выработки электрической и тепловой энергии – важный резерв энергосбережения в народном хозяйстве.

Успешная реализация положений рассмотренной концепции может быть обеспечена выполнением комплекса технических и организационных мероприятий при гарантированном их финансировании. Они включают

разработку схем комплексного использования энергоисточников малой и нетрадиционной энергетики в отдельных административно-территориальных единицах, подготовку ресурсных карт, установ-

ливающих не только величину и территориальное размещение энергоресурсов, но и изменение их интенсивности в течение года, оценивающие хозяйственные условия, определяющие экологические требования, необходимую энергоёмкость при сохранении и защите природного богатства;

технико-экономическое обоснование систем децентрализованного энергоснабжения потребителей, создание конкретных проектов освоения энергетического оборудования и сооружения отдельных энергообъектов,

разработку требуемой для этой нормативно-технической документации,

организацию широкого производства энергетического оборудования и установок для малой энергетики,

разработку и реализацию Национальной и региональных программ развития энергосберегающих технологий, малой и нетрадиционной энергетики,

реализацию утвержденных отраслевых программ освоения энергетических ресурсов и создания нового эффективного оборудования,

создание технологических цепочек, позволяющих осуществить полный цикл освоения и внедрения каждого вида энергетического оборудования;

определение системы мер по государственному стимулированию производства и применения энергетического оборудования, обеспечивающего ресурсосбережение, улучшающего социальные и экологические условия;

организацию демонстрационных комплексов и базовых организаций по сертификации энергооборудования для малой энергетики

Основными источниками финансирования являются

федеральный бюджет и средства отраслей – для разработки приоритетных проектов освоения и производства энергетического оборудования, имеющего эффективный рынок,

федеральный и региональные бюджеты – для сооружения энергообъектов малой и нетрадиционной энергетики и создания энергетического резерва на случай экстремальных ситуаций,

инвестиции российских и зарубежных финансовых структур – для освоения производства энергетического оборудования и строительства объектов под государственные гарантии их возвратности, а также под гарантии ведущих банков – участников реализации программ

Потребуется гибкая система ставок, включение в тарифы большой энергетики части средств на развитие малой, как это делается во многих зарубежных странах, коммерческое использование системы связи.

При этом потребитель получает возможность покупать не энергию и не зависеть от производителей, а непосредственно энергоисточники

Таким образом, рынок энергетического оборудования будет формироваться непосредственно потребителями частными лицами, предприятиями, объединениями, муниципальными организациями и отраслями, что позволит привлечь для финансирования средства населения, предпринимательских структур, из местного бюджета





Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

**08.01.98**

**03.01-98**

**N**

**Москва**

Письмо РАО "ЕЭС России"  
о совершенствовании резер-  
вирования работы устройств  
РЗА распределительных сетей 6-110 кВ

Публикуем для сведения и руководства при проектировании информационное письмо Департамента науки и техники РАО "ЕЭС России" N ИП-1-96Э от 30.09.96 г. "О совершенствовании ближнего и дальнего резервирования работы устройств РЗА распределительных сетей 6-110 кВ".

Сообщаем, что информационное письмо о дальнем резервировании релейной защиты трансформаторов и подробное техническое описание устройства УДР АХ.94.2 было опубликовано в РУМ N 4, 1996 г. стр.9.

Техническую информацию о новой резервной защите силового трансформатора типа РТЗТ-01 публикуем в приложении к данному ИММ.

Приложение : упомянутое.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадьков

**Российское акционерное общество  
энергетики и электрификации  
«ЕЭС России»  
Департамент  
науки и техники**

103074, Москва, К-74, Китайгородский пр 7  
Тел 220-51-54, 220-51-52  
Факс 220-48-23

Акционерным обществам энергетики  
и электрификации, объединенным  
энергетическим системам, научно-  
исследовательским и проектным  
институтам

30 09 96 г.

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

#### **«О совершенствовании ближнего и дальнего резервирования работы устройств РЗА распределительных сетей 6-110 кВ»**

В последние годы увеличилось количество отказов основных защит или коммуникационных аппаратов (короткозамыкатели, отделители), особенно на тупиковых подстанциях напряжением 6-110 кВ, и как следствие - число повреждений силовых трансформаторов

В 1995 г., по указанным выше причинам на подстанциях 6 кВ и выше произошло 115 технологических нарушений в работе электрических сетей, приведших к повреждению 31 силового трансформатора напряжением 110-500 кВ

Так, в Хабаровскэнерго при коротком замыкании в ячейке КРУ 6 кВ и отказе устройств РЗА на подстанции 110\35\6 кВ, а также из-за необеспечения резервирования действия устройств РЗА произошел пожар, в результате которого был поврежден трансформатор ТДТН-25000\110 и 34 ячейки КРУ 6 кВ. Аналогичный случай произошел в Псковэнерго на подстанции 110\6 кВ. При этом были повреждены 16 ячеек ЗРУ 10 кВ и трансформатор ТРДЦН-63000\110.

Существующие типовые решения не обеспечивают в полной мере дальнейшее резервирование действия устройств РЗА ВЛ 6-110 кВ и питающихся от них силовых трансформаторов в случае присоединения к линии двух и более трансформаторов. Даже в случае присоединения к тупиковой линии одного трансформатора невозможно обеспечить чувствительность защиты линии к возникшему короткому замыканию за трансформатором (в том числе для трансформаторов большой мощности) при наличии реактирования линий на стороне низшего напряжения.

Следует отметить, что типовые проектные решения прошлых лет в ряде случаев не позволяют обеспечить в полной мере надежное ближнее резервирование действия защит при коротких замыканиях на стороне низшего напряжения силовых трансформаторов 110\6-10 кВ из-за следующих недостатков, выявленных в процессе эксплуатации

1. Оперативные цепи защит и цепи управления выключателями не имеют секционирования в пределах КРУ 6-10 кВ.

2. Оперативные цепи отделителя короткозамыкателя объединены.

3. Дифференциальная защита трансформатора включается в общие токовые цепи с максимальной токовой защитой.

4. Защиты трансформатора в ряде случаев выполнены с одним выходным промежуточным реле.

5. На подстанциях с переменным оперативным током действие максимальной токовой защиты (МТЗ) на стороне 110 кВ с первой выдержкой времени и на отключение вводов низшего напряжения выполняется от предварительно заряженных конденсаторов. При коротком замыкании в ячейке ввода конденсаторы схемы отключения выключателя разряжаются, защита трансформатора может действовать только со второй выдержкой времени на отключение короткозамыкателя, что приводит к задержке ликвидации КЗ.

Кроме этого, следует отметить, что Правилами устройства электроустановок (ПУЭ, п.3.2.17, Энергоатомиздат, 1985) допускается в ряде случаев не обеспечивать полное дальнейшее резервирование действия устройств РЗА, если оно связано со значительным усложнением защиты или технически невозможно.

Как показало выполненное АО "Фирма ОРГРЭС" обобщение полученной информации от служб РЗА, многие энергосистемы пытаются самостоятельно решить вопросы более полного и надежного обеспечения резервирования устройств РЗА (в основном ближнего действия).

На подстанциях с короткозамыкателями и отделителями выполняется действие защит на отключение отделителя при срабатывании защит трансформатора и отказе во включении короткозамыкателя в соответствии с Информационным письмом N 5-91 "О схемах защиты и автоматики подстанций с отделителями и короткозамыкателями" (М.СПО ОРГРЭС, 1992).

Разделяются оперативные цепи отделителя и короткозамыкателя, устанавливаются дополнительные резервные МТЗ на стороне 110 кВ трансформаторов с токовыми и оперативными цепями, не заходящими в КРУ или КРУН.

Для быстрой ликвидации КЗ в ячейках КРУ устанавливаются дуговые защиты. Для КРУ, конструкция которых не позволяет выполнить дуговые защиты, выполняются токовые защиты шин.

Перечисленные мероприятия, внедренные в ряде энергосистем (Курскэнерго, Мосэнерго, Рязаньэнерго, Татэнерго) позволили существенно снизить повреждаемость трансформаторов.

Кроме того Московским институтом "Энергосетьпроект" в 1995 г. разработаны рекомендации по реконструкции схем релейной защиты и управления существующих подстанций 110-220 кВ с упрощенными схемами соединений на переменном оперативном токе, позволяющие обеспечить надежное резервирование работы устройств релейной защиты.

В последние годы разработаны и внедрены в эксплуатацию устройства РЗА, позволяющие решать вопросы ближнего и дальнего резервирования.

**1. Устройство дальнего резервирования релейной защиты УДР АХ-94.2**

**2. Резервная защита трансформатора РТЗТ-01**

**3. Резервная защита трансформаторной подстанции РЗТ.**

**4. Устройство резервирования защит трансформаторов подстанций 110-220 кВ типа УРЗТ**

Все эти устройства выполнены на микроэлектронной элементной базе и внедрены в опытную эксплуатацию в ряде энергосистем Российской Федерации и СНГ.

Устройства УДР и РТЗТ-01 прошли квалификационные испытания в АО «Фирма ОРГРЭС» и рекомендованы Департаментом науки и техники к широкому применению энергосистемах

Основные технические характеристики устройств приведены в Приложении

С целью предотвращения тяжелых повреждений и сохранения в работе силовых трансформаторов рекомендуется выполнить следующие мероприятия:

1 На подстанциях с короткозамыкателями и отделителями при срабатывании защит трансформатора и отказе во включении короткозамыкателя выполнить действие защит на отключение отделителя в соответствии с информационным письмом № 5-91 «О схемах защиты и автоматики подстанций с отделителями и короткозамыкателями» (М СПО ОРГРЭС, 1992)

2. Разделить оперативные цепи отделителя и короткозамыкателя

3 Для подстанций 110-220 кВ с переменным оперативным током провести реконструкцию схем РЗА и управления в соответствии с работами Московского института «Энергосетьпроект»:

3.1. Рекомендации по реконструкции схем релейной защиты, управления, автоматики, сигнализации и компоновочным решениям существующих подстанций 110-220 кВ с упрощенными схемами соединений на переменном оперативном токе, 1995 г., инв №3283-тм, т.т.1-7

3.2. Рекомендации по реконструкции схем релейной защиты, управления, автоматики, сигнализации и компоновочным решениям существующих подстанций типа КТПБ без выключателей на стороне 110 кВ на переменном оперативном токе, 1995 г., инв №3284-тм, т.т.1-6.

4. В соответствии с п.5.4.19 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (М СПО ОРГРЭС, 1996 г.) в КРУ 6-10 кВ устанавливать быстродействующую защиту от дуговых коротких замыканий внутри шкафов ячеек. В случае невозможности установки этих защит устанавливать токовые защиты шин

5 Для обеспечения более полного дальнего резервирования защит трансформаторов устанавливать на головном конце ВЛ-110 кВ, работающей в радиальном режиме, устройство дальнего резервирования УДР АХ-94 2

6 Для обеспечения ближнего резервирования защит трансформаторов устанавливать дополнительную максимальную токовую защиту типа РТЗТ-01

Техническая помощь энергосистемам по внедрению новых устройств РЗА и мероприятий по совершенствованию резервирования защит силовых трансформаторов может быть оказана специалистами АО «Фирма ОРГРЭС» (тел 095-3603240) и НПО «Техносервис-Электро» (095-3601362)

**Начальник электротехнического  
отдела**

**К.М. Антипов**

Белотелов  
2205166

**Основные технические характеристики устройств  
ближнего и дальнего резервирования защит  
трансформаторов 110-220 кВ**

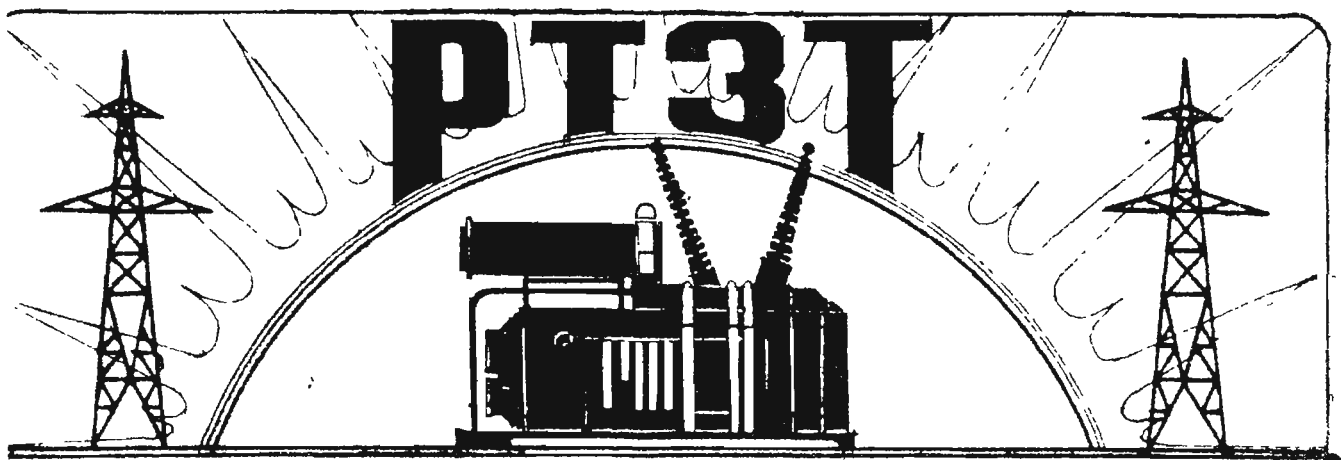
**1. Устройство дальнего резервирования релейной защиты УДР АХ-94.2**

Предназначено для дальнего резервирования при отказах релейной защиты или коммутационных аппаратов силовых трансформаторов с высшим напряжением 10-220 кВ. В зависимости от назначения устройство УДР АХ-92 устанавливается на головном конце ВЛ, работающей в радиальном режиме или на трансформаторе. Принцип работы устройства на значительном увеличении фазы тока при коротком замыкании за трансформатором или реактором по сравнению с током нагрузки. С целью обеспечения необходимой чувствительности независимо от вида КЗ и группы соединения трансформатора, устройство имеет трехфазное исполнение. Устройство разработано ДП «Армэнергонадка» и НПО «Техносервис-Электро» (г. Москва) и прошло квалификационные испытания в АО «Фирма ОРГРЭС». Устройство УДР АХ-2 рекомендовано к применению в энергосистемах Российской Федерации письмом № 02-6\20 от 02.11.95 г Департамента науки и техники РАО «ЕЭС России».

Технические данные

Номинальные данные входов	
- по напряжению, В	100
- по току, А	5
- частота, Гц	50
Потребляемая мощность.	
- по напряжению (на фазу), ВА	6
- по току (на фазу), ВА	1
Диапазон уставок:	
- по току*, А	0 1-20
- по углу*, эл град.	1-90
- по времени, с	0 1-20
Коэффициент возврата	не менее 0 95
Выходной контакт	0 2 А, 220 В
Температура окружающей среды, град С	от -60 до +55
Габаритные размеры, мм	60x305x170
Масса, кг	3,0

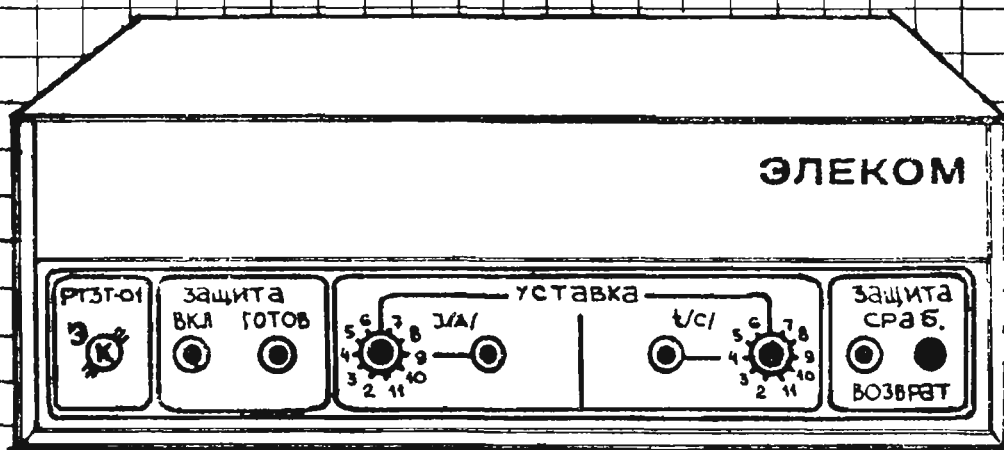
\* Может быть изменен по заказу



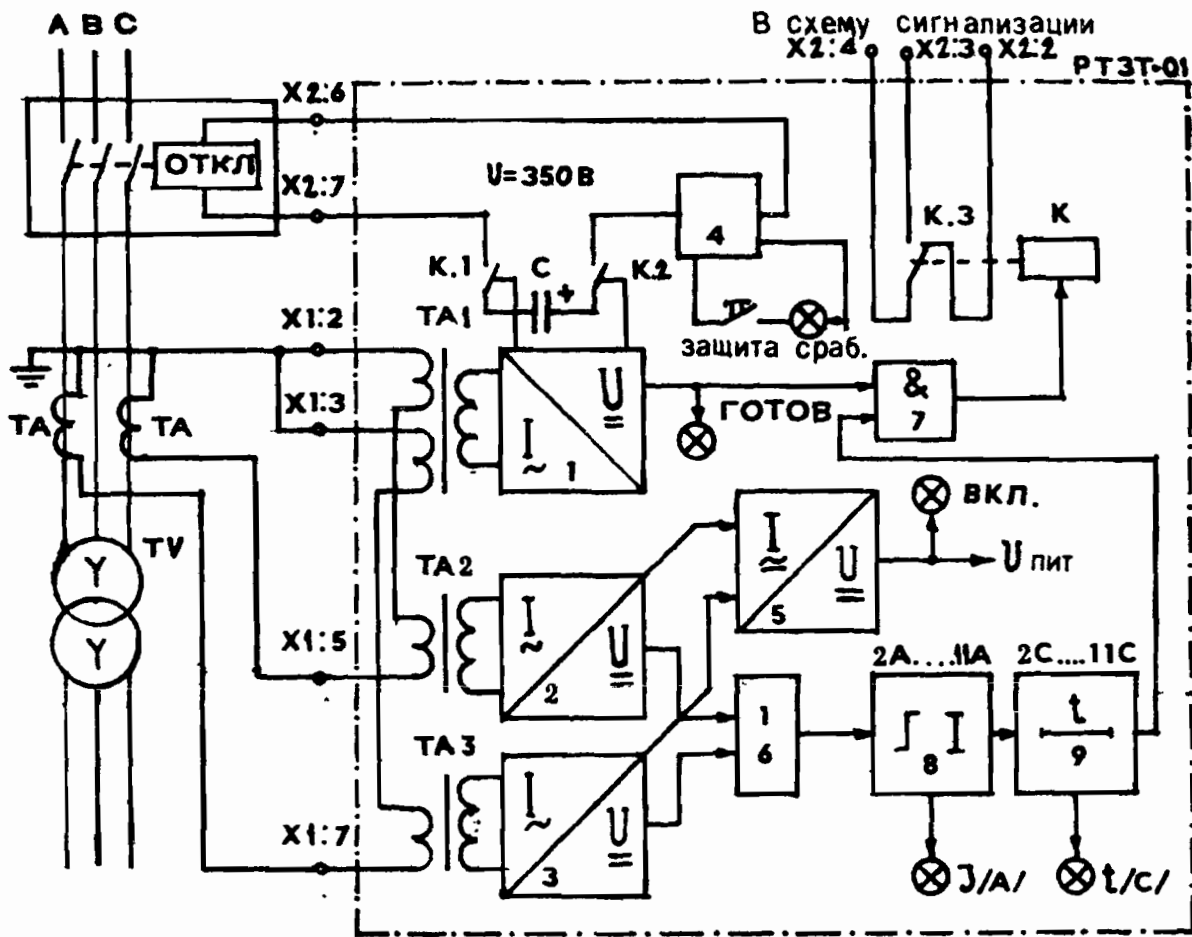
**НОВАЯ ЗАЩИТА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА  
ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ, НЕ ТРЕБУЮЩАЯ ПИТАНИЯ  
ОПЕРАТИВНЫМ ТОКОМ - УСТРОЙСТВО РТЗТ - 01.**

Резервирование защит силового трансформатора при КЗ, сопровождающихся потерей оперативного тока.

Отключение выключателя силового трансформатора со стороны источника питания при коротких замыканиях.



- Диапазон уставок по току срабатывания, А ..... от 2 до 11
- Дискретность уставок по току, А ..... 1
- Основная погрешность срабатывания реле тока, % ..... не более 5
- Диапазон уставок по времени срабатывания, с ..... от 2 до 11
- Дискретность уставок времени срабатывания, с ..... 1
- Основная погрешность времени срабатывания, % ..... не более 5
- Напряжение заряда конденсатора емкостью 220 мкф, В . 350
- Температурный диапазон, ЦЕЛ ..... от -40 до +50
- Габаритные размеры, мм ..... 130\*265\*160
- Масса, кг ..... 3,5



Устройство РТЗТ-01 включается на трансформаторы тока двух фаз А и С, установленные с питающей стороны силового трансформатора. Промежуточный трансформатор тока ТА1 устройства через схему заряда I обеспечивает в рабочем режиме силового трансформатора заряд конденсатора С до 350 В. Промежуточные трансформаторы ТА2, ТА3 обеспечивают через преобразователи 2 и 3 формирование входного сигнала на реле тока 8. При превышении хотя-бы одним из контролируемых токов уставки по току реле тока выдает сигнал на реле выдержки времени 9, которое по истечении заданной уставки по времени выдает сигнал на схему 7, включающую реле К. Реле К подключает конденсатор С через реле сигнальное к катушке отключения выключателя силового трансформатора и одновременно контактом КЗ подает сигнал о срабатывании устройства во внешнюю схему сигнализации.

Разработка устройства РТЗТ-01 выполнена НПП ЭЛЕКОМ (г. ОБНИНСК) совместно с фирмой ОРГРЭС, АО РОСЭП и АО МОСЭЛЕКТРОЦИТ (г. Москва) по техническим требованиям, утвержденным РАО ЕЭС РОССИИ.

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ЭЛЕКОМ**  
249020 г. ОБНИНСК, Калужская область, Самсоновский пр. д. 6  
Тел. (08439) 7-96-16

**АО МОСЭЛЕКТРОЦИТ** Тел. (095) 447-27-55





Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

**08.01.98**

**03.02-98**

**N** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Москва

Обзор и анализ строительства и  
эксплуатации подстанций 10/0,4 кВ  
и рекомендации по их применению

Публикуем для сведения "Краткий обзор и анализ строительства и  
эксплуатации подстанций 10/0,4 кВ и рекомендации по их применению".

Номенклатура выпускаемых заводами КТП и их элементов, на которую  
имеется ссылка в Рекомендациях, опубликована в РУМ N 11-12 1996 г.

Номенклатура на 1998-1999 гг. будет опубликована в РУМ N 3, 1998 г.

Приложение упомянутое.

Зам. Генерального директора

Ю.М.Кадыков

## **КРАТКИЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДСТАНЦИЙ 10/0,4 кВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ.**

### **1. Введение.**

Анализ строительства и эксплуатации подстанций 10/0,4 кВ, предназначенных для электроснабжения потребителей, расположенных в сельской местности, поселках и небольших городах и рекомендации по их применению составлены с целью облегчить задачу выбора наиболее прогрессивных решений при проектировании сетей электроснабжения потребителей и в частности при выборе типов, схем и конструкций трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ.

### **2. Конструкции подстанций.**

В настоящее время в сельских распределительных электрических сетях находятся в эксплуатации три основных типа подстанций 10/0,4 кВ : мачтовые трансформаторные подстанции, комплектные подстанции шкафного и киоскового типа и закрытые трансформаторные подстанции.

По данным энергосистем в предприятиях электрических сетей мачтовые ТП, составляют порядка 7%, КТП - 80% и 5% ТП других типов от общего числа подстанций 10/0,4 кВ.

Наиболее распространенными КТП в сельской местности являются КТП шкафного типа с трансформаторами мощностью 25-160 кВА. Они составляют более 20% от общего количества КТП, эксплуатируемых в электрических сетях сельских районов. (см. фото 1).

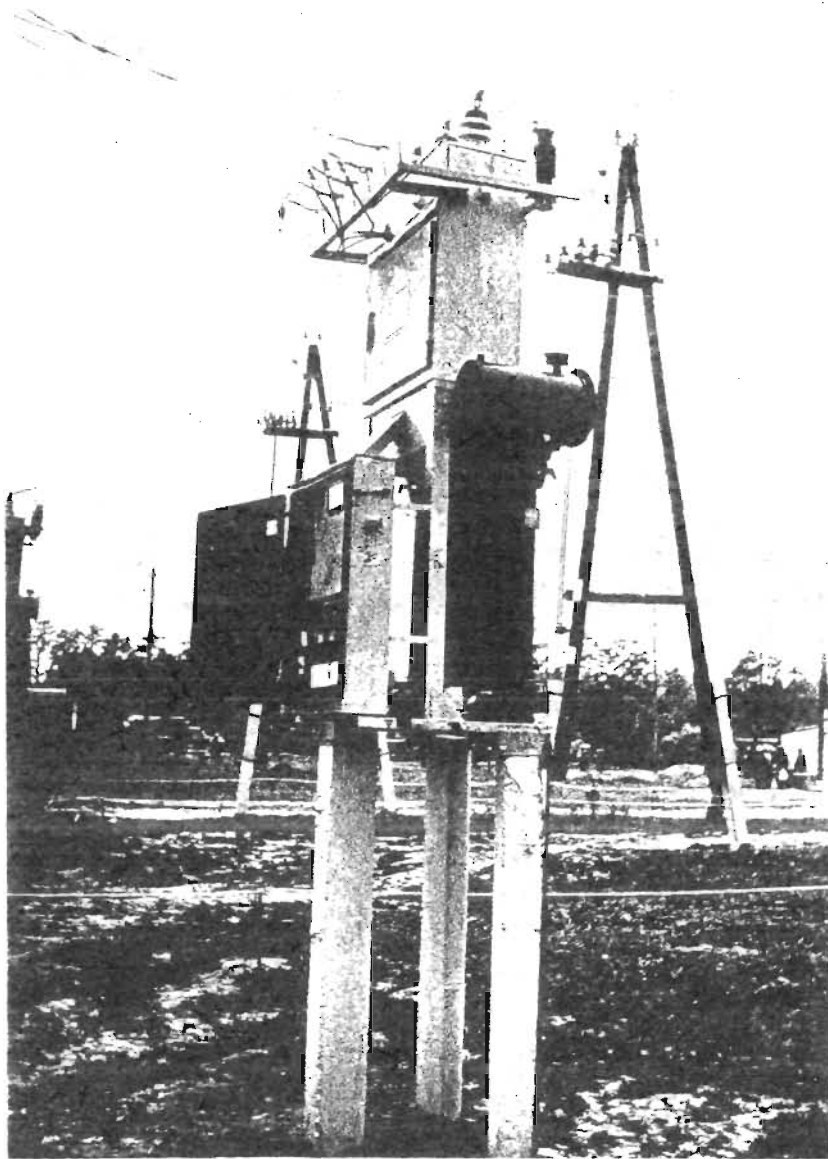
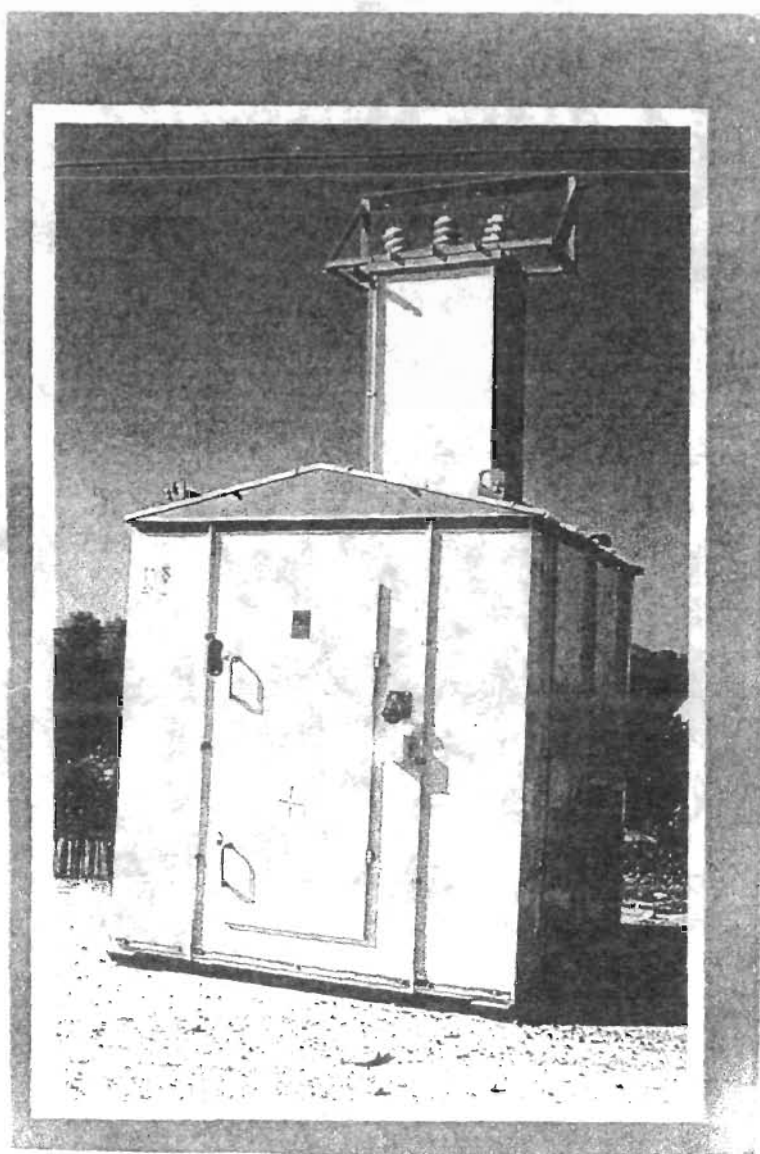


Фото 1. КТП 10/0,4 кВ шкафного типа

Указанные КТП имеют металлическую конструкцию и состоят их 3-х основных частей : высоковольтного шкафа (с предохранителями ПК-10), силового трансформатора и низковольтного шкафа. Силовой трансформатор расположен под высоковольтным шкафом. КТП указанной конструкции устанавливаются, как правило, на железобетонных стойках, на высоте 1,8 м от уровня земли.

При мощности 160, 250 и 400 кВА применяются КТП киоскового типа в металлическом корпусе. КТП состоит из самого "киоска", который имеет два отсека. В одном размещается силовой трансформатор и предохранители 10 кВ, в другом - щит низкого напряжения (см. фото 2).



**Фото 2. КТП 10/0,4 кВ киоскового типа**

Верхней частью КТП является короб для высоковольтного ввода 10 кВ.

Линейный разъединитель КТП как шкафного, так и киоскового типа устанавливается на концевой опоре ВЛ 10 кВ.

Применяется также КТП проходного типа приблизительно той же конструкции (см. фото 3).

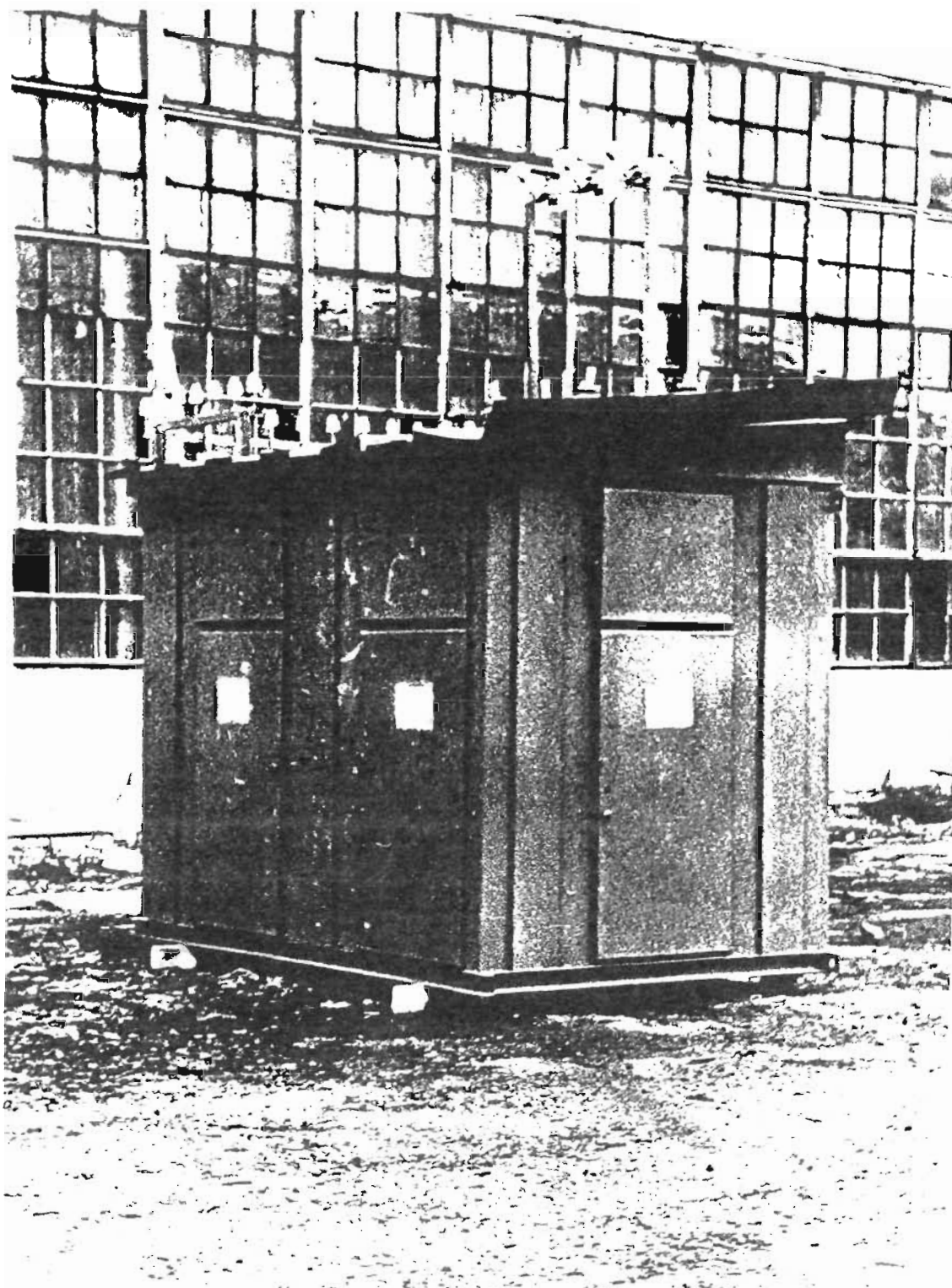


Фото 3. КТП 10/0,4 кВ проходного типа

Проведенные обследования состояния многочисленных подстанций, а также полученные от эксплуатационных организаций сведения показали, что КТП, применяемые в сельских электрических сетях имеют низкую надежность, очень короткий срок службы, неудобны и опасны при обслуживании оборудования. Отмечается, что из-за низкого качества противокоррозийных покрытий, корпуса большинства КТП через 1,5-2 года полностью корродируют и приходят в негодность через 5-8 лет эксплуатации, вместо нормативных 25 лет.

Наиболее серьезным недостатком КТП является проблема, связанная с конденсацией влаги внутри КТП при резких перепадах температуры.

Проверка многочисленных КТП подобных конструкций в металлическом корпусе показала, что имеющее место загрязнение при одновременном воздействии влажности приводит к снижению изоляционной прочности электрооборудования и аппаратуры КТП и выходу ее из строя.

Практически во всех типах КТП наружной установки, установленное в них электрооборудование и аппаратура не рассчитаны на климатические условия, которые имеют место внутри шкафа КТП в металлическом корпусе. Несоответствие, исполнения оборудования условиям эксплуатации и плохая герметизация шкафов (дефект конструкции и изготовления) приводит к большому количеству различного рода перекрытий изоляции. Количество отказов по этим причинам составляет примерно 50% от общего количества отказов.

Установленные в низковольтном шкафу автоматы повреждаются через 2-3 года эксплуатации КТП.

Отсутствие у эксплуатационных организаций необходимых автоматов для замены поврежденных приводит к тому, что устанавливают любые автоматы, имеющиеся в наличии, рубильники с предохранителями, а иногда и просто рубильники без предохранителей.

Основными причинами повреждений автоматов является несоответствие конструкции (исполнение У3) условиям эксплуатации (У2 по ГОСТ 15150-69) и плохая герметизация шкафа.

Повреждение автоматов с последующим перекрытием приводит к пожару в низковольтном шкафу и полному выходу его из строя. Проведенные исследования эксплуатации КТП показали частое повреждение предохранителей ПК-10, установленных в цепи 10 кВ для защиты трансформатора от токов коротких замыканий. По этим причинам происходит до 25% случаев отключения потребителей.

Причиной указанного является в основном попадание пыли, воды и снега на опорные изоляторы предохранителей, климатическое исполнение которых У3.

Большая часть территории России расположена в относительно суровых климатических условиях, обслуживание КТП при которых вызывает большие трудности и проблемы.

При плохой погоде недопустимо открывать низковольтный шкаф и вести ремонтные работы. В гололед невозможно отключить разъединитель, установленный открыто на концевой опоре и заземлить его ножи.

В КТП шкафного типа, у которых высоковольтные предохранители расположены в металлическом шкафу, на высоте более трех метров, опасно выполнять проверку отсутствия напряжения и менять плавкие вставки.

В эксплуатации наблюдается достаточно много случаев нарушения герметизации шкафов в КТП открытого типа из-за повреждений посторонними лицами. Имеют место случаи, когда в КТП сорваны замки, открыты двери низковольтных щитов.

В связи с указанным можно сделать вывод, что применяемые конструкции КТП 10/0,4 кВ наружной установки, в металлических корпусах без утеплителей предназначены и могут применяться только для временного электроснабжения и, в виде исключения, для электроснабжения неответственных потребителей.

Подстанции, имеется в виду мощностью более 160 кВА, которые не имеют указанных недостатков и которые, в большей степени будут отвечать требованиям эксплуатации, учитывая суровые климатические условия большей части территории страны, являются подстанциями закрытого типа, с размещением оборудования внутри помещения с микроклиматом, соответствующим требованиям ТУ на электрооборудование.

Однако, применяемые в сельских сетях закрытые ТП городского типа В-42-400 (см.рис. 4) громоздки, трудоемки, оборудование РУ 10 кВ расположено на втором этаже, что значительно затрудняет его эксплуатацию и ремонт.

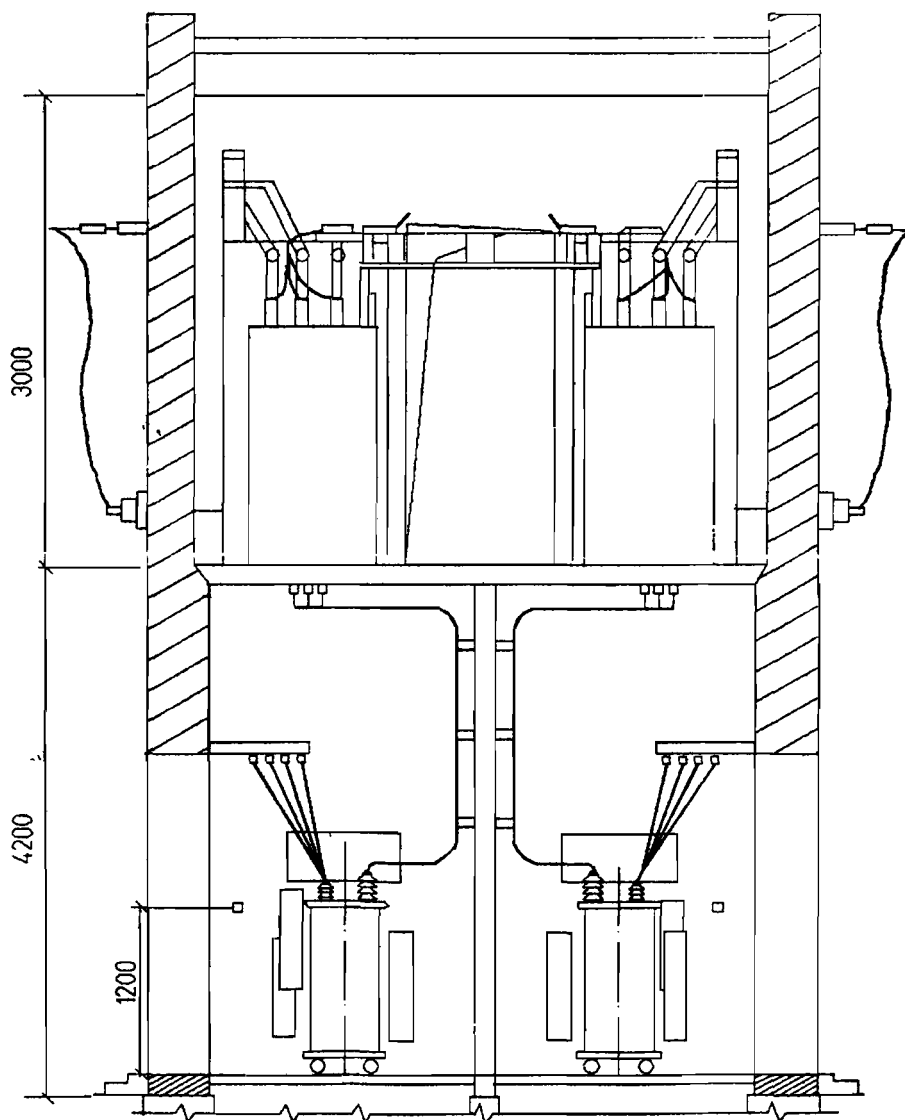
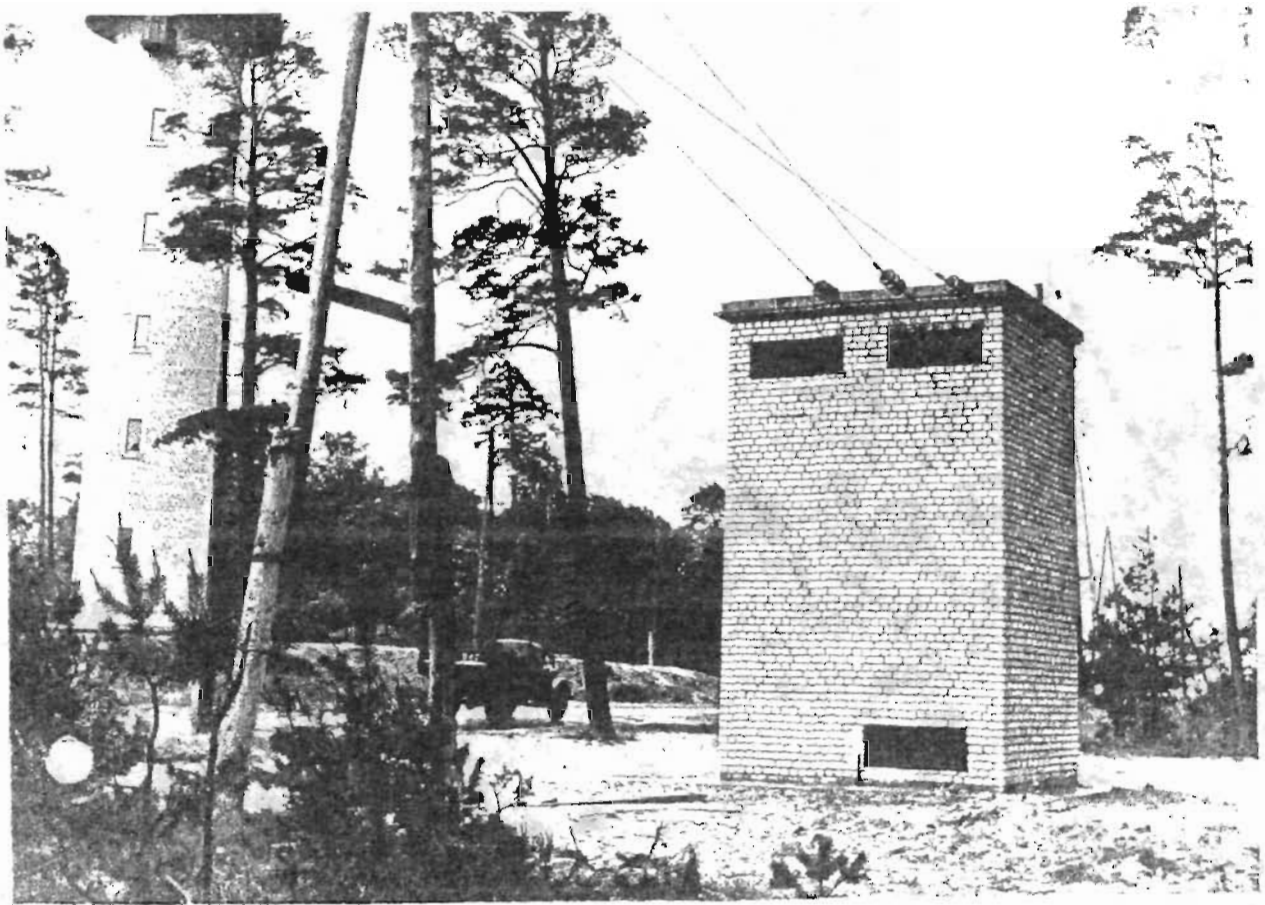


Фото 4. Закрытая ТП 10/0,4 кВ городского типа (В-42-400)

Оборудование и конструкции подстанций поставляются россыпью. Стоимость сооружения таких ТП во много раз превышает стоимость КТП. По этим причинам, в основном и сдерживается их массовое применение для объектов, сооружаемых в сельской местности.

В целях решения затронутой проблемы, касающейся подстанций 10/0,4 кВ мощностью от 160 кВА и выше АО РОСЭП были разработаны, а Люберецким ЭМЗ освоено производство электрооборудования для серии закрытых трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ сельского типа (ЗТПС-10) компактной конструкции шести типов для различных условий присоединения к сети и степени надежности (см. фото N 5).

Изготовление комплектов электрооборудования и конструкций для серии ЗТПС.10 намечается также на ЗАО "ВЗВА", Свердловском и Азовском ЭМЗ.



**Фото 5. Закрытая ТП 10/0,4 кВ сельского типа  
(ЗТПС-10)**



Все оборудование подстанций размещается внутри помещений, в отсеках силового трансформатора, РУ 10 и 0,4 кВ.

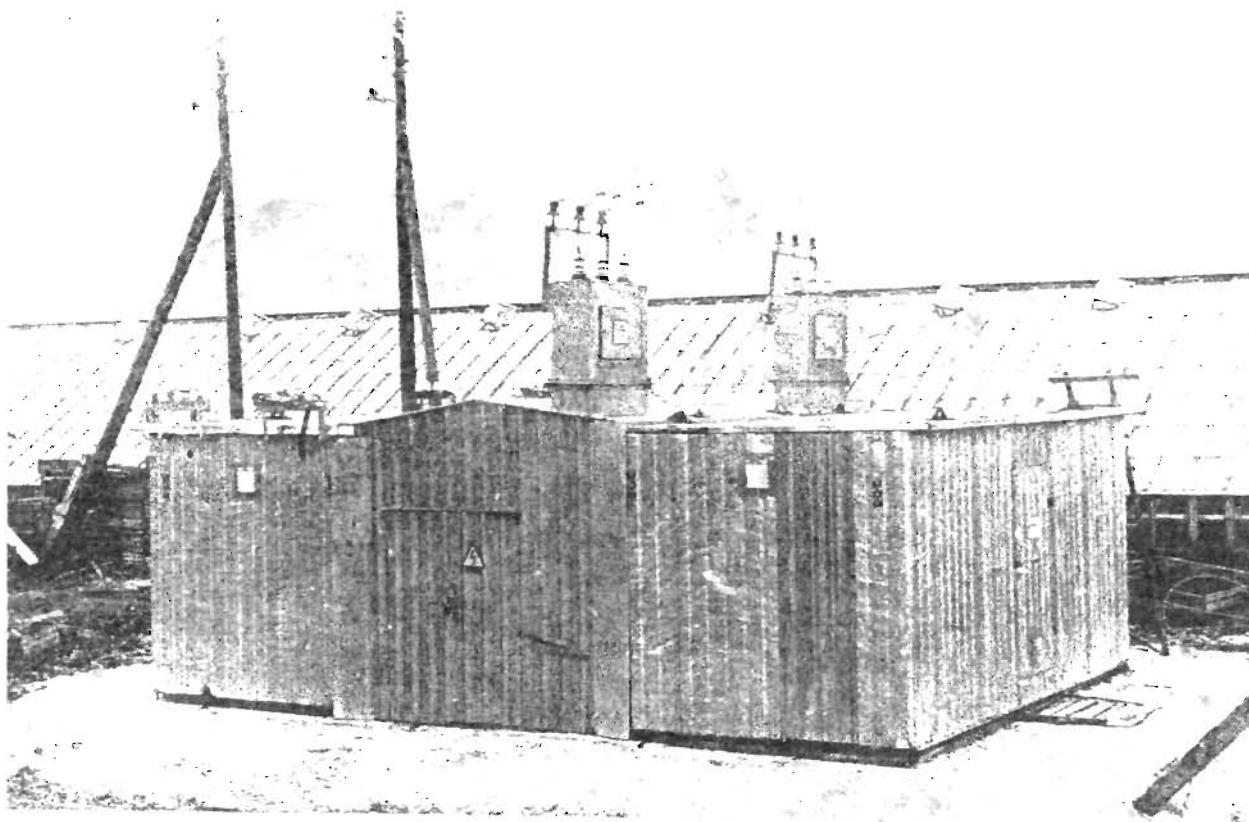
Выводы линий 10 и 0,4 кВ могут быть воздушными или кабельными.

Здание подстанций отдельностоящее, одноэтажное, простейшей конструкции. Несущие стены из кирпича, фундаменты из стандартных бетонных блоков.

Электрооборудование, установочные и основные конструкции для ЗТПС-10 поставляются в полном комплекте ("КЭ") одним заводом.

За последнее время рядом заводов были освоены закрытые комплектные подстанции блочного типа, с поставкой на объект подстанции в виде готовых блоков, с размещенным в них электрооборудованием.

Так на Свердловском электромеханическом заводе (г.Кушва) изготавливаются закрытые блочные подстанции 10/0,4 кВ, у которых в качестве ограждающих конструкций применяются металлические 3-х слойные панели с утеплителем типа "сэндвич". Подстанции, выпущенные СЭМЗ двухтрансформаторные проходного типа состоят из трех блоков: РУ 10 кВ, РУ 0,4 кВ и камеры трансформаторов (см.фото N 6).



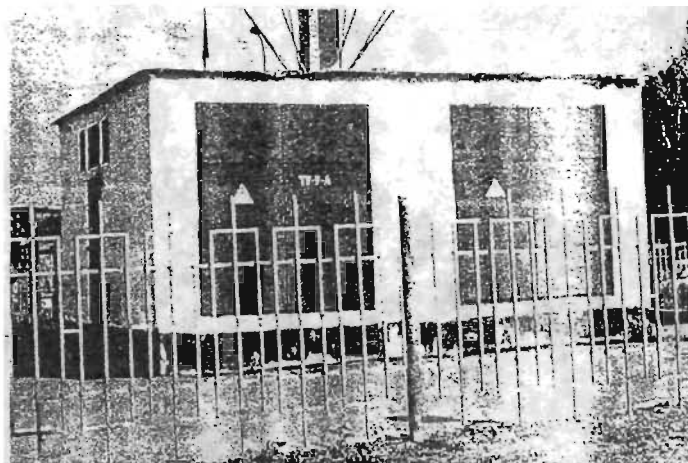
**Фото 6. КТП 10/0,4 кВ блочного типа  
из панелей "Сэндвич"**

В помещениях РУ обеспечивается требуемый для оборудования микроклимат, однако из-за большой стоимости и громоздкости КТП данной конструкции широкого применения не получили.

Наиболее широко применяются блочные подстанции закрытого типа в крупных городах. Этому способствует массовость их строительства в пределах небольшого района, а также то, что в городах распределительные сети 6-10 кВ все кабельные.

Следует отметить, что трансформаторные подстанции с кабельными линиями 10 кВ можно сооружать малогабаритными, надземными, полундземными и вообще подземными.

Одним из примеров конструкций блочной КТП с кабельными вводами линий 10 и 0,4 кВ является универсальная подстанция типа БКТП, освоенная АО ЭЗОИС (см. фото N 7)



**Фото 7. Блочная КТП 10/0,4 кВ универсальная (ЭЗОПС)**

БКТП полностью монтируется на заводе и поставляется на стройку укомплектованной (кроме трансформаторов).

Здание, БКТП и ее кабельные каналы выполнены из железобетона (или пенобетона) в виде объемных блоков. Длина блока 6,4 м, ширина 3,4 м, высота 3,1 м. Вес блока 19,35 т. Имеются варианты блока с меньшим весом.

Еще одним примером городской подстанции 10/0,4 кВ из объемных железобетонных блоков может быть приведена подстанция, широко применяемая несколько лет назад в г.Москве (см.фото 8).

В сельской местности применение громоздких тяжелых блочных подстанций затруднено из-за их большого веса, отсутствия хороших дорог, значительных расстояний от завода-изготовителя. Крайне ограничено их применение из-за невозможности выполнения в них воздушных вводов 10 кВ.

В сельских электрических сетях в основном вводы на подстанциях воздушные. Кабельные вставки 10 кВ, как показал опыт, значительно снижают надежность работы сетей и практически в сельских сетях применяются мало.



**Фото 8. KTP 10/0,4 кВ из объемных ж.б. блоков (г.Москва)**

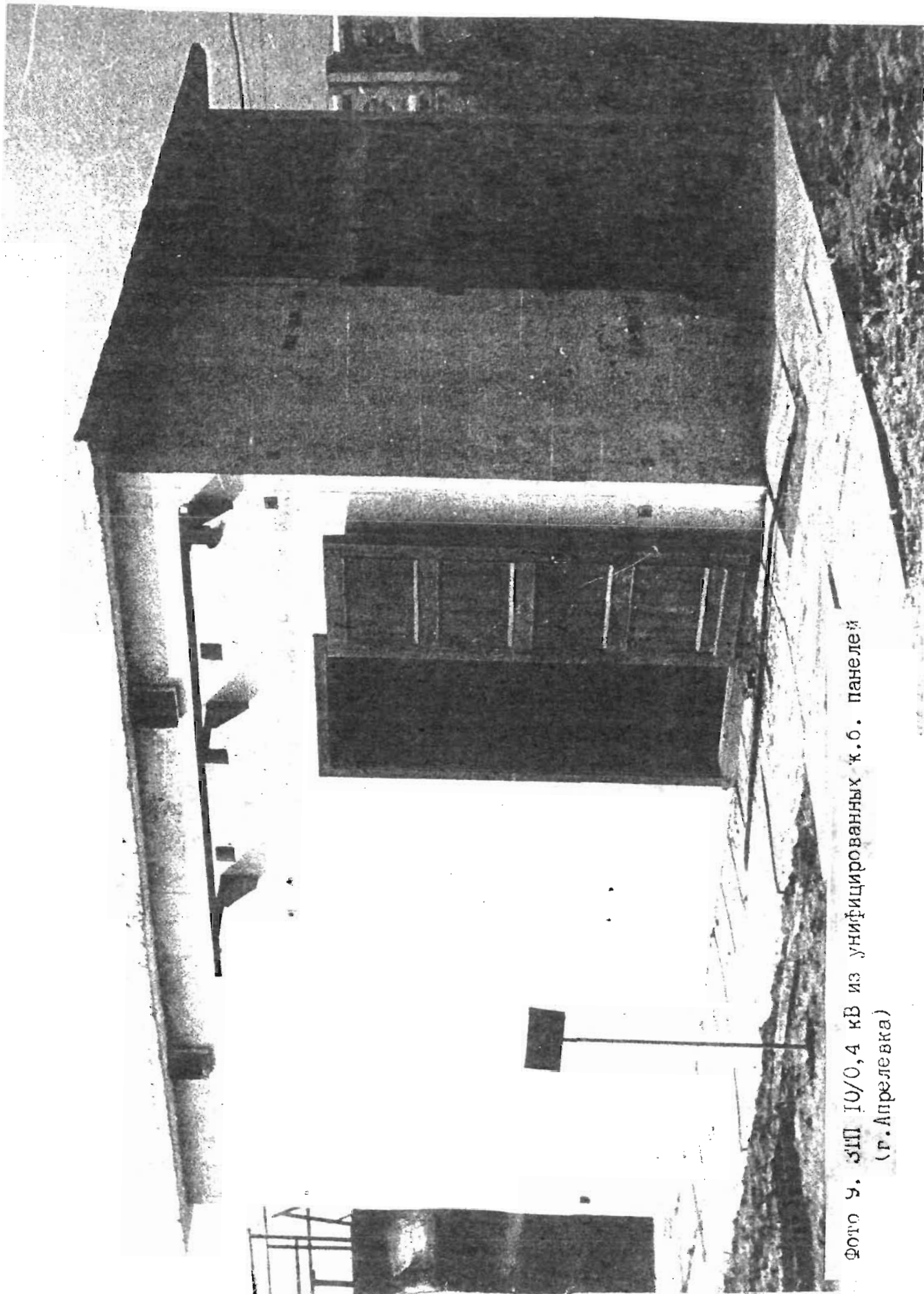


Фото 9. ЗИП 10/0,4 кВ из унифицированных к.б. панелей  
(г. Апрелевка)

Приблизительно те же причины не позволяют применять в широких масштабах блочные подстанции по аналогу с конструкциями КТП, изготавливаемых зарубежными фирмами. Но самой основной причиной, почему не внедряются у нас зарубежные КТП, является то, что все они предназначены для кабельных линий и не рассчитаны на воздушные вводы линий 10 кВ. Согласно ПУЭ расстояние от земли до воздушных вводов 10 кВ должно быть не менее 4,5 м. Тогда как высота ЗТП с кабельным вводом не превышает 2,5-3,0 м. При высоте вводов 4, 5 м очень затруднительно выполнить компактные малогабаритные подстанции. Был опыт за рубежом и у нас в стране применить для вводов от воздушных линий изолированные провода напряжением 10 кВ. Но опыт эксплуатации нескольких подстанций показал недолговечность этих проводов. Через несколько лет (5-7) они теряли свои изоляционные свойства и подстанции были вынуждены демонтировать, из-за недостаточного расстояния до проводов, практически считающихся неизолированными.

Как упоминалось ранее, зарубежными фирмами выпускаются блочные закрытые комплектные подстанции в основном с кабельными вводами. Корпус (оболочка) таких подстанций выполняется из металла, пластика, пенобетона, кирпича, железобетона и т.д. Одним из примеров решения конструкции КТП, заслуживающего внимания, являются блочные КТП, разработанные и изготавливаемые фирмой GEC ALSTHOM (см. фото N 10)

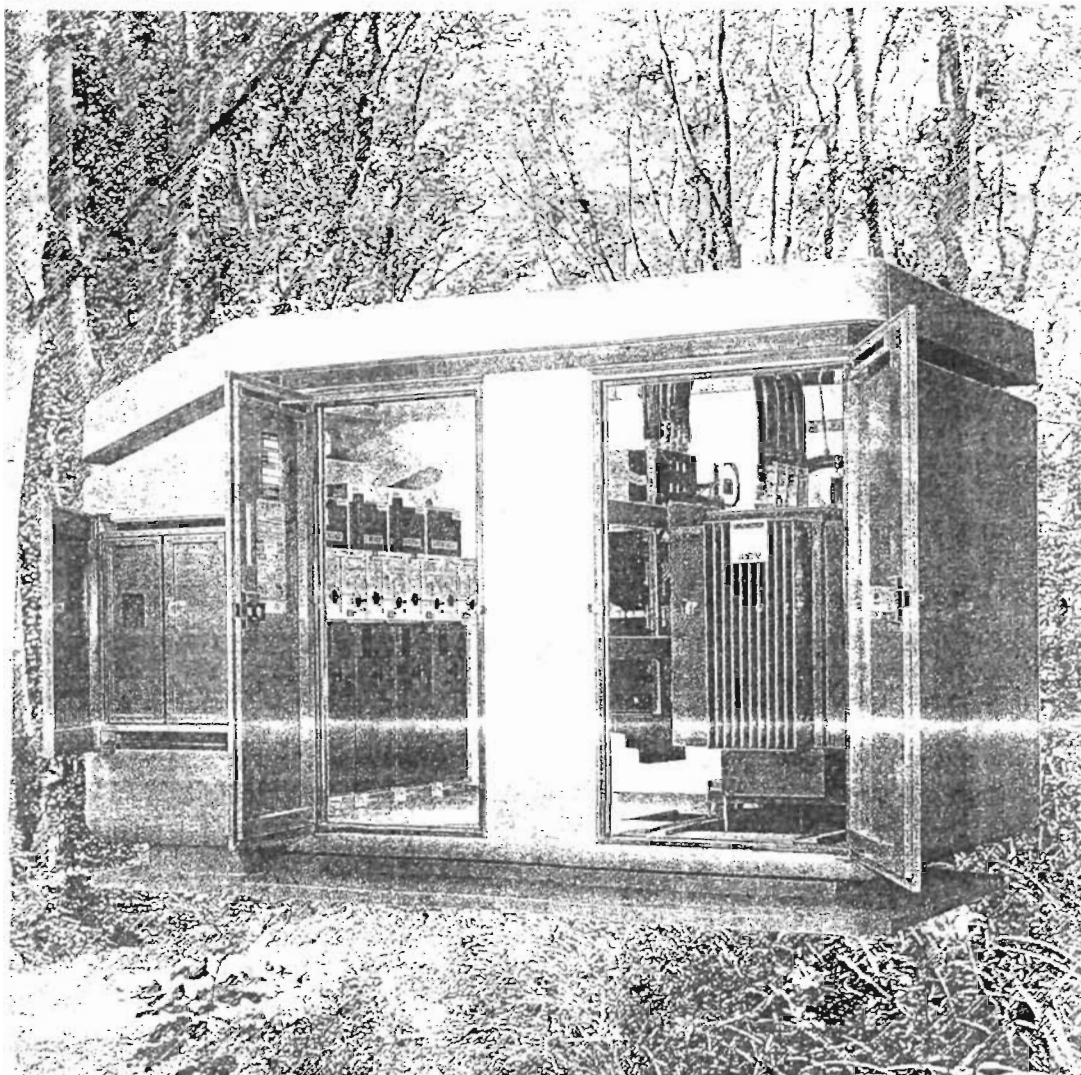


Фото 10. КТП фирмы "ЖЭК Алстехом" (Франция)

Подстанция монтируется в одном блоке, в котором размещены шкафы КРУ 10 кВ, (с коридором обслуживания), камера силового трансформатора и щит низкого напряжения. Обслуживание щита 0,4 кВ осуществляется снаружи, корпус подстанции выполняется из стали или пластика. Особенностью КТП является РУ 10 кВ, выполняемое из шкафов КРУ в элегазовой оболочке. Следует отметить высокое качество изготовления подстанции и ее эстетичность.

Однако эти подстанции предназначены для применения в городах и только кабельных сетях. Обслуживание низковольтного щита снаружи не всегда удобно и безопасно в условиях достаточно сурового климата в большинстве районов страны.

### 3. Схемы электрических соединений и электрооборудование.

Схемы электрических соединений являются одним из основных параметров, определяющих технические свойства подстанции.

Схемы электрические соединений трансформаторных подстанций в первую очередь определяются мощностью и ответственностью потребителей, подключаемых к ним, а также условиями присоединения их к распределительной электрической сети.

Основным принципом построения распределительной сети 10 кВ в сельской местности является сочетание радиальных и петлевых линий. Для наиболее ответственных потребителей (1-ой категории надежности) применяется двухлучевая схема с присоединением линий к разным источникам питания. Все больше применяются при построении распределительных сетей петлевые схемы, обеспечивающие двустороннее питание.

В узловых точках сети, с числом присоединяемых линий более 3-х сооружаются подстанции со схемой с двумя секционированными сборными шинами и подключением линий через выключатель.

На стр. приведены наиболее характерные примеры схем присоединения подстанций к распределительным сетям 10 кВ.

Схема 10-1, в основном, применяется для ТП тупикового типа, питающих неответственных потребителей III категории. ТП присоединяется к сети отпайками или через радиальную нерезервирующую линию. В цепи присоединения ТП к линии устанавливается разъединитель или выключатель нагрузки. Для защиты трансформатора предусматривается установка предохранителей. Отключение и включение ТП разъединителем осуществляется при отключенной нагрузке трансформатора со стороны 0,4 кВ. Отключение и включение ТП выключателем нагрузки можно выполнять без снятия нагрузки.

Схема 10-2 применяется для ТП проходного типа, питающих потребителей II и III категорий, при условии соблюдения нормативных показателей надежности. Данная схема предусматривает присоединение ТП к магистральным или кольцевым линиям 10 кВ. В цепях линий устанавливаются выключатели нагрузки, позволяющие оперативно отключить участки линии без снятия нагрузки на магистральной линии.

Схемы 10-3 и 10-4 предназначаются для ТП, питающих потребителей I и II категорий по двухлучевой схеме. В нормальном режиме каждый трансформатор подключен к своей линии, секционные разъединители отключены. При повреждении одной линии в работе остается второй трансформатор. АРВ на стороне 0,4 кВ переключает потребителей к трансформатору второго луча (линии), тем самым обеспечивается их бесперебойное электроснабжение.



Наименование и назначение схемы	Условное изображение схемы	Номер схемы	Пример присоединения к сети
Линия - трансформатор, с выключателем нагрузки в линии (тушковая)		10-1	
Две линии - трансформатор, с выключателями нагрузки в линиях (проходная)		10-2	
Две линии - два трансформатора с выключателями нагрузки в линиях (тушковая, для 2х лучевых стем)		10-3	
Четыре линии - два трансформатора (проходная, для 2х лучевых стем)		10-4	
Две линии - два трансформатора, с выключателями в линиях (тушковая с АВР)		10-5	
Четыре линии - два трансформатора, с выключателями и выключателями нагрузки в линиях (узловая с АВР)		10-6	
Мостик с выключателем в перемычке (проходная с АВРС)		10-7	
Мостик с выключателем в перемычке и линиях (тушковая с АВРС)		10-8	
Четыре линии - два трансформатора, с выключателями в линиях и между секциями (узловая с АВРС)		10-9	

СЕТКА СХЕМ ЗТГ НА СТОРОНЕ 10кВ

Схема 10-3 применяется в воздушных эл. сетях. Схема 10-4 применяется в кабельных сетях.

Схема 10-5 предусматривает двустороннее питание подстанции с автоматическим отключением резервного питания (резервной линии).

Схема 10-6 имеет то же назначение, что и схема 10-5, но она предусматривает подключение к подстанции еще одной или двух отходящих линий.

Схема 10-7 применяется для подстанций, питающих ответственных потребителей I и II категории.

Подстанции присоединяются к сети по кольцевой схеме с автоматическим включением резервного питания. Подстанции со схемой 10-7 можно применять также для секционирования распределительных сетей и сетевого АВР.

Схема 10-8 предназначена для ТП, питающих ответственных потребителей I и II категории по двухлучевой схеме, с обеспечением АВР на стороне 10 кВ.

Схема 10-9 применяется для подстанций узлового типа, в тех случаях, когда к ней подключается три или четыре линии 10 кВ.

В цепях линии и секционирования устанавливаются выключатели, что обеспечивает возможность максимальной автоматизации подстанции.

Схема распределительного щитка, часто применяемого в городских сетях, аналогична схеме 10 кВ, но с большим числом отходящих линий (6 и более).

Следует отметить что большая доля подстанций (80-85%) сооружается по схемам 10-1, 10-2 и 10-3.

Схема 10-2 "две линии - трансформатор" широко применяется в КТП зарубежных фирм (см. информацию N 9). Данная схема является как бы схемой-модулем для подстанций 6-20 кВ различного назначения. По этой схеме изготавливаются КРУ различных типов и назначений с воздушной и элегазовой изоляцией, твердого диэлектрика типа "магнетика" и т. д.

На стороне 0,4 кВ трансформаторные подстанции имеют следующие особенности : Отключение трансформатора со стороны низкого напряжения осуществляется с видимым разрывом цепи (предусматривается установка рубильника).

Линии 0,4 кВ присоединяются к шинам через предохранители. За последнее время более широко стали применяться автоматические выключатели, с дополнительной установкой в нулевом проводе токового реле, что повышает чувствительность защиты к однофазным коротким замыканиям на нулевой провод. Практически все КТП оборудуются фидерами уличного освещения с автоматическим управлением от фотореле. На вводе 0,4 кВ предусматривается учет активной электроэнергии. На двухтрансформаторных подстанциях ответственного назначения на стороне 0,4 кВ, в случае необходимости предусматривается автоматическое включение резервного питания (АВР). Характерным примером схем РУ 0,4 кВ применяемых для подстанций в сельских сетях могут быть схемы, приведенные в информации NN 1-5.

За последнее время, в связи с распадом СССР, в России многие заводы освоили выпуск силовых трансформаторов малой мощности от 250 до 630 кВА напряжением 10/0,4 кВ, которые раньше они не выпускали [СВПО "Трансформатор" г.Тольятти, АО "Энергия" г.Раменское Моск.обл., АО "Средние трансформаторы" "ХК "Электрозавод" г. Москва].



Выпускаемые трансформаторы масляные стандартной конструкции типа ТМ-10. Продолжает быть массовым поставщиком в Россию, трансформаторов 10/0,4 кВ Минский ЭТЗ (Белоруссия). Минский ЭТЗ изготавливает разные типы трансформаторов. Но лучшие трансформаторы герметичного исполнения типа ТМГ-10, изготавливаемые заводом по лицензии французских фирм.

АО "Уралэлектротяжмаш" освоил выпуск сухих трансформаторов напряжением 10/0,4 кВ малой мощности. Их преимущество перед масляными - это экологическая чистота и пожаробезопасность.

Однако окончательные выводы о целесообразности их применения в сельских сетях сделать еще рано из-за малого опыта их эксплуатации. Кроме этого сухие трансформаторы в 1,3-1,5 раза дороже масляных.

Опыт эксплуатации силовых трансформаторов показал, что причиной отказов трансформаторов являются: грозы, к.з. в сети, перегрузки течи масла и повреждение посторонними лицами. Аварийные и систематические перегрузки в распределительных сетях, особенно в сельских, наблюдается редко. Поэтому видимо под перегрузками работники энергосистем понимают значения токов, которые протекают через удаленный трансформатор, при удаленных неотключаемых к.з. в сети.

Выключатели нагрузки 10 кВ являются основным коммутационным аппаратом в распредустройствах. Следует отметить, что указанные аппараты в России изготавливаются не достаточно совершенных конструкций и некачественно. Так Нальчикский ЗВА выпускает выключатели нагрузки со встроенным пружинным приводом. Но его конструкция такова, что его ножи расположены с тыльной стороны и надежно рассмотреть отключен или включен аппарат затруднительно.

В настоящее время Свердловский ЭМЗ осваивает выпуск выключателей нагрузки, у которых пружинный привод монтируется отдельно и аппарат устанавливается с расположением ножей как требуется, со стороны управления. За рубежом выключатели нагрузки изготавливаются различных конструкций с разъединяющими ножами, розеточного типа, встроенные в панель из твердой изоляции (магнефикс) и др.

Отличие от наших аппаратов - высокое качество изготовления.

Основным устройством защиты от грозовых перенапряжений являются вентильные разрядники. Причинами повреждений вентильных разрядников являются загрязнения фарфора, старение герметизирующих резиновых прокладок и появление микротрещин в фарфоровых покрышках. В настоящее время вместо вентильных разрядников начинают применять ограничители перенапряжения.

Их достоинства

- низкий защитный уровень для всех видов перенапряжений;
- высокая удельная энергоемкость;
- повышенная устойчивость к воздействиям загрязнения;
- малые габариты и масса.

Короткие замыкания являются одной из основных причин отключения потребителей. Защитой от к.з. в сети являются в основном плавкие предохранители типа ПН или различного типа автоматы в сочетании с токовым реле в нулевом проводе или защитой от однофазных замыканий типа ЗТИ-0,4.

Установка некалиброванных предохранителей при к.з. в сети 0,4 кВ приводит, как правило, к недопустимым перегрузкам трансформаторов, преждевременному износу или их отказу.

Основными причинами повреждений автоматов 0,4 кВ в КТП является несоответствие конструкции (исполнение УЗ) условиям эксплуатации (У2), неудовлетворительные характеристики тепловых (биметаллических) расцепителей.

#### 4. В Ы В О Д Ы.

На основании анализа отечественного и зарубежного опыта строительства и эксплуатации трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ, предназначенных для электроснабжения потребителей в сельской местности, в части конструкции подстанций можно сделать следующие выводы .

1. Эксплуатируемые и сооружаемые в нашей стране КТП в металлических корпусах наружной установки имеют низкую надежность, не удобны и опасны при обслуживании. Фактический срок их службы очень низок.

2. Преимущественно подстанции в сельской местности применяются с воздушными вводами линий. Кабельные вставки для вводов 10 кВ в подстанции ненадежны

3. КТП за рубежом в наиболее развитых странах отличаются высоким качеством изготовления, выполняются из различных видов ограждающих конструкций, включая легкий бетон, стеклопластик, полимерные конструкции и др.

Однако в основном КТП применяются в кабельных электрических сетях и их использование в воздушных сетях исключается. Кроме этого указанные КТП сравнительно дороги.

4. Наиболее лучшими качествами конструкций обладают два типа подстанций :

- При мощности до 63-100 кВА подстанции мачтового или столбового типа, с открытым расположением оборудования на опоре ВЛ.

- При сравнительно большей мощности, особенно в районах густой застройки, при электроснабжении ответственных потребителей и т.д. - подстанции закрытого типа с обслуживанием оборудования внутри помещения.

5. Схемы электрических соединений ТП 10/0,4 кВ отличаются многовариантностью, зависят от назначения подстанций, мощности трансформаторов, условий присоединения к питающей сети, степени надежности электроснабжения и т.д.

6. Основными схемами на стороне 10 кВ подстанций, определяющими возможные случаи их применения в сельских сетях, являются

- схема тупиковых подстанций "линия - трансформатор";

- схема проходных подстанций "две линии - трансформатор";

- схема проходных двухтрансформаторных подстанций "две линии - два транс-

- схема узловых подстанций "3-4 линии и более - два трансформатора с секционированной системой сборных шин".

7. Основными схемами на стороне 0,4 кВ подстанций являются :

- схема однострансформаторной подстанции "ввод с разъединителем (рубильником) в его цепи -4 и более линий с автоматами или предохранителями в их цепях";
- схема двухтрансформаторной подстанции "два ввода с разъединителями (или с автоматами при АВР) в их цепях 8 и более линий с автоматами или предохранителями в их цепях с секционированным разъединителем (или автоматом при АВР) со сборными шинами".

8. В части применения на подстанциях основного электрооборудования лучшими решениями являются :

- масляные герметичные силовые трансформаторы. Сухие трансформаторы пока дороги и их примененис в сельских сетях требует опытной проверки;
- выключатели нагрузки 10 кВ пружинного типа более совершенной и надежной конструкции, чем ВМП Нальчикского ЗВА;
- для защиты от перенапряжений ограничители перенапряжения 10 и 0,4 кВ вместо разрядников ;
- в цепях линий 0,4 кВ автоматические выключатели с токовыми реле в нулевом проводе, вместо предохранителей;
- защитное устройство от возможных неполнофазных режимов в сети.

##### **5. Рекомендации по применению подстанций 10/0,4 кВ, предназначенных для электроснабжения сельских потребителей.**

Ниже приводится перечень подстанций и краткие рекомендации по их применению, а также чертежи общих видов конструкций основных типов подстанций.

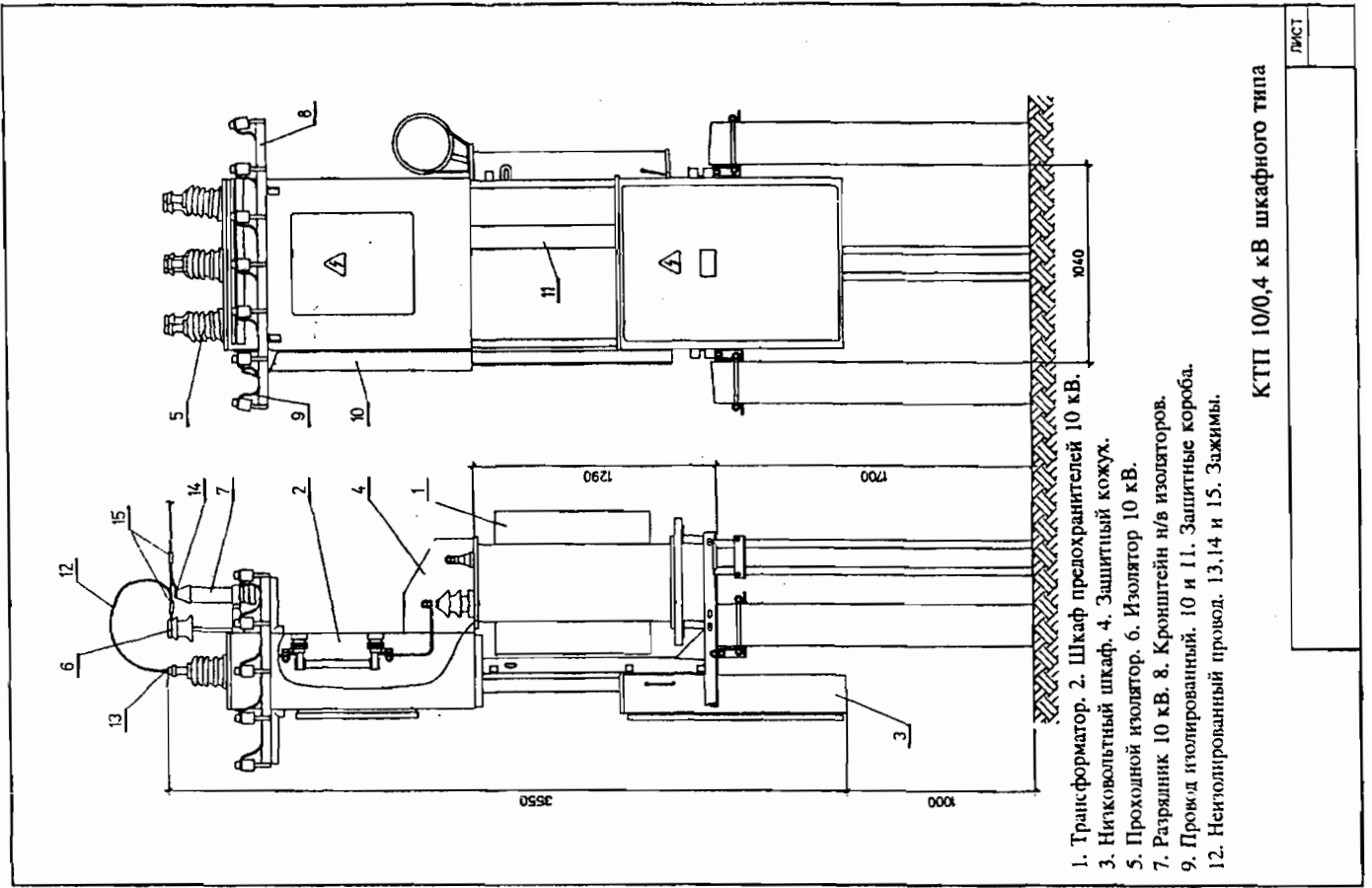
**Рекомендации по применению трансформаторных подстанций  
10/0,4 кВ для электроснабжения с/х и др. потребителей**

N Поз.	Наименование	N поз. номенклатур- ного каталога	N рис. (лист)	Рекомендации
1	2	3	4	5
1.	Однофазные ТП 10/0,23 кВ мощностью до 10 кВА	2.1.1.1- 2.1.1.3	-	Применяются для электроснабжения потребителей мощностью до 10 кВА по однофазной воздушной эл. сети 10 кВ
2.	Столбовые ТП 10/0,4 кВ мощностью до 63 кВА	2.1.1.4	-	Применяются для электроснабжения потребителей мощностью до 63 кВА по трехфазной воздушной эл. сети 10 кВ Разъединитель может быть групповым для нескольких подстанций
3.	Мачтовые двухстолбовые ТП 10/0,4 кВ Мощностью до 250 кВА	2.1.1.5- 2.1.1.8	46	Рекомендуется массовое применение для электроснабжения с/х потребителей мощностью до 100 кВА, III категории надежности. МТП имеют самую низкую стоимость.
4.	КТП 10/0,4 кВ шкафного типа мощностью до 250 кВА	2.1.2.1- 2.1.2.8	46	Применяются для электроснабжения с/х потребителей мощностью до 160 кВА, III категории надежности. КТП имеют высокую степень заводской готовности. Однако опыт эксплуатации показал их несколько меньшую надежность и безопасность обслуживания по сравнению с другими типами подстанций
5.	КТП 10/0,4 кВ киоскового типа луниковые мощностью до 400 кВА	2.1.3.1 - 2.1.3.9	47	Рекомендуется применять для электроснабжения с/х потребителей мощностью до 250 кВА. КТП имеют высокую степень заводской готовности. Однако в связи с тем, что оборудование размещено в металлическом корпусе без утеплителя и коридора обслуживания, в районах с суровыми климатическими условиями, КТП могут использоваться только для временного электроснабжения.

1	2	3	4	5
6.	КТП 10/0,4 кВ киоскового типа проходные мощностью до 400 кВА с воздушным вводом 2-х линий 10 кВ	2.1.3.10- 2.1.3.19	-	То же, что и п.5. КТП применяются как проходные, в кольцевых воздушных эл. сетях 10 кВ. См. примеры схемы присоединения N 10-2.
7.	КТПГ 10/0,4 кВ городского типа проходная мощностью до 630 кВА с кабельным вводом 2-х линий 10 кВ	2.1.3.20 (доп.)	-	Рекомендуется применять для электроснабжения городских и др. потребителей по кабельной эл. сети 10 кВ. КТП применяются как проходные в кольцевой сети. См. схему 10-2. Достоинство - высокая степень заводской готовности.
8.	КТП 10/0,4 кВ передвижные на автотрицикле мощностью до 400 кВА	2.1.4.1	-	Рекомендуется применять для временного электроснабжения с/х потребителей мощностью до 400 кВА от воздушной эл. сети 10 кВ.
9.	Серия закрытых ТП 10/0,4 кВ облегченной конструкции типа ЗТП.С.10 с комплектной подставкой оборудования мощностью трансформаторов до 400 кВА	2.1.5.1	48	Рекомендуется массовое применение для электроснабжения с/х и др. потребителей III и II категории надежности. ЗТП более надежны и безопасны, чем КТП в металлических корпусах. Более долговечны. Имеют меньший уровень шума, безопасна для посторонних людей. Имеют повышенную заводскую готовность.
10.	Закрытая ТП 10/0,4 кВ городского типа В-42-400 с воздушным вводом 4-х линий 10 кВ	3.4.1-3.4.7	-	Применяются в воздушных эл. сетях для электроснабжения городских и др. потребителей мощностью до 630 кВА. ЗТП двухэтажные. Требуют значительных затрат труда и времени по сравнению с ЗТП.С.10.(поз.9).
11.	Закрытая ТП 10/0,4 кВ городского типа К-42-630 с кабельным вводом 4-х линий 10 кВ.		49	Рекомендуется применять в кабельных эл. сетях, когда требуется к ТП подключить 3 или 4 кабельные линии 10 кВ. Примеры присоединения см. схемы N 10-3 и 10-4.

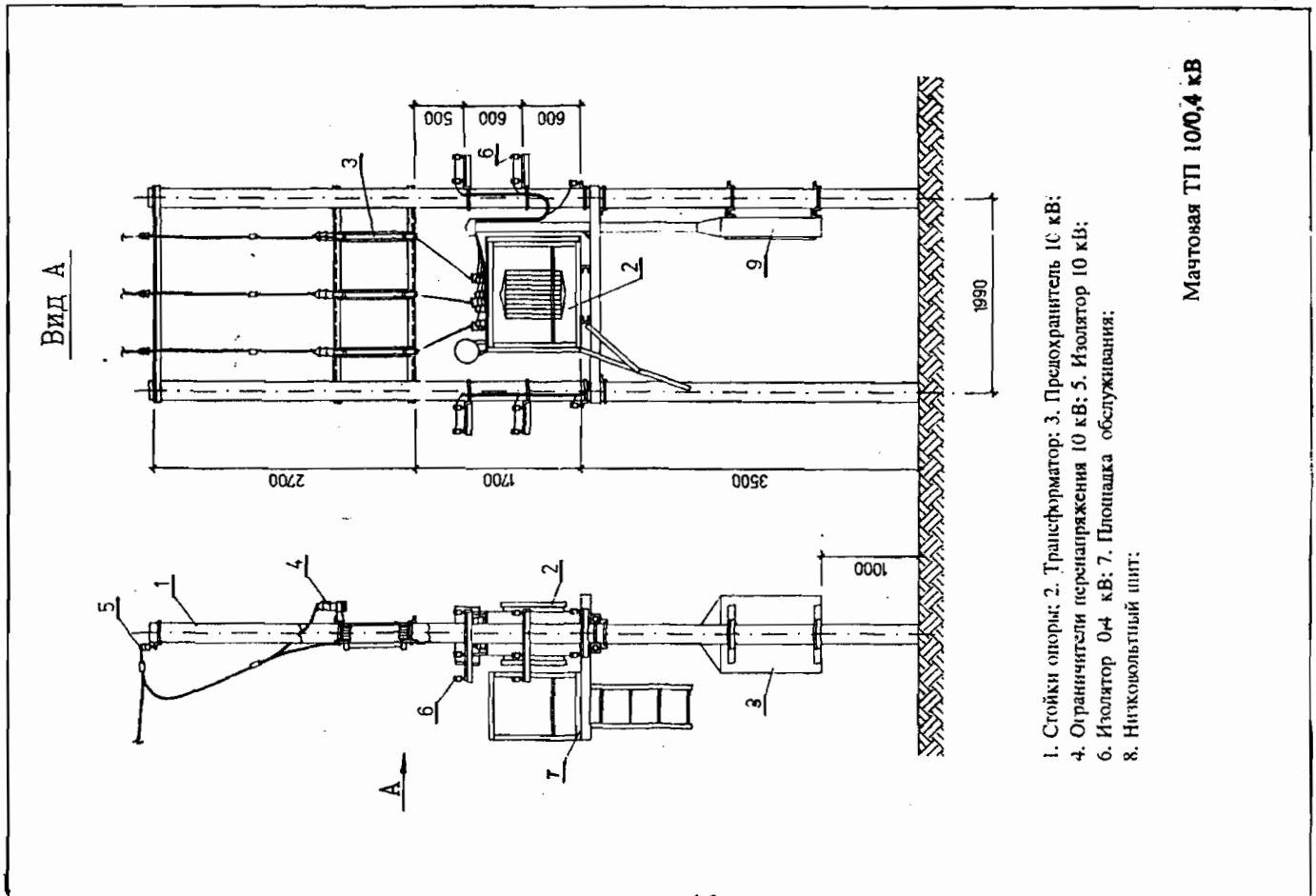
1	2	3	4	5
12.	Закрытые ТП 10/0,4 кВ узлового типа УЗТП-10 с КРУ 10 кВ серии К-114 мощностью 2х630 кВА с воздушным вводом 4-х линий 10 кВ	3.3.3	-	То же, что и п.11. Применяются в узловых токах распределительных сетей 10 кВ, когда в цепях линий 10 кВ требуется предусматривать выключатели (вакуумные или масляные) с РЗА и АВР. УЗТП имеют значительно высокую стоимость по сравнению с ЗТП поз. 9, 10 и 11. Примеры присоединения см схемы N 10-5, 10-6.
13.	Распределительный пункт 10 кВ (РП) закрытого типа с камерами 10 кВ КСО-285 панелями 0,4 кВ ЩО-70	3.4.5	-	То же. РП применяются в узловых токах распределительных сетей 10 кВ, с количеством присоединяемых линий более 5-ти и только кабельным вводом линий 10 кВ.
14.	Распределительный пункт 10 кВ (РП) наружной установки со шкафами КРУН 10 кВ	3.1.1	-	То же, что и п.13. Применяется в воздушных электросетях, когда целесообразно разна открытая установка оборудования РП.
15.	Секционирующие пункты 10 кВ	3.2.1-3.2.4(доп.)	50	Рекомендуется применять для секционирования отпаяк, магистралей ВЛ 10 кВ с односторонним и двусторонним питанием с устройством АВР. Предпочтительным является вариант СП с выкатным выключателем 10 кВ и штепсельным разъемом цепей (секц.пункт Люберецкого ЭМЗ, поз. 3.2.4.(доп.)

Примечание : 1) КТП, позиции которых выделены обозначением 3, 9 и т.д. являются особо рекомендуемыми.

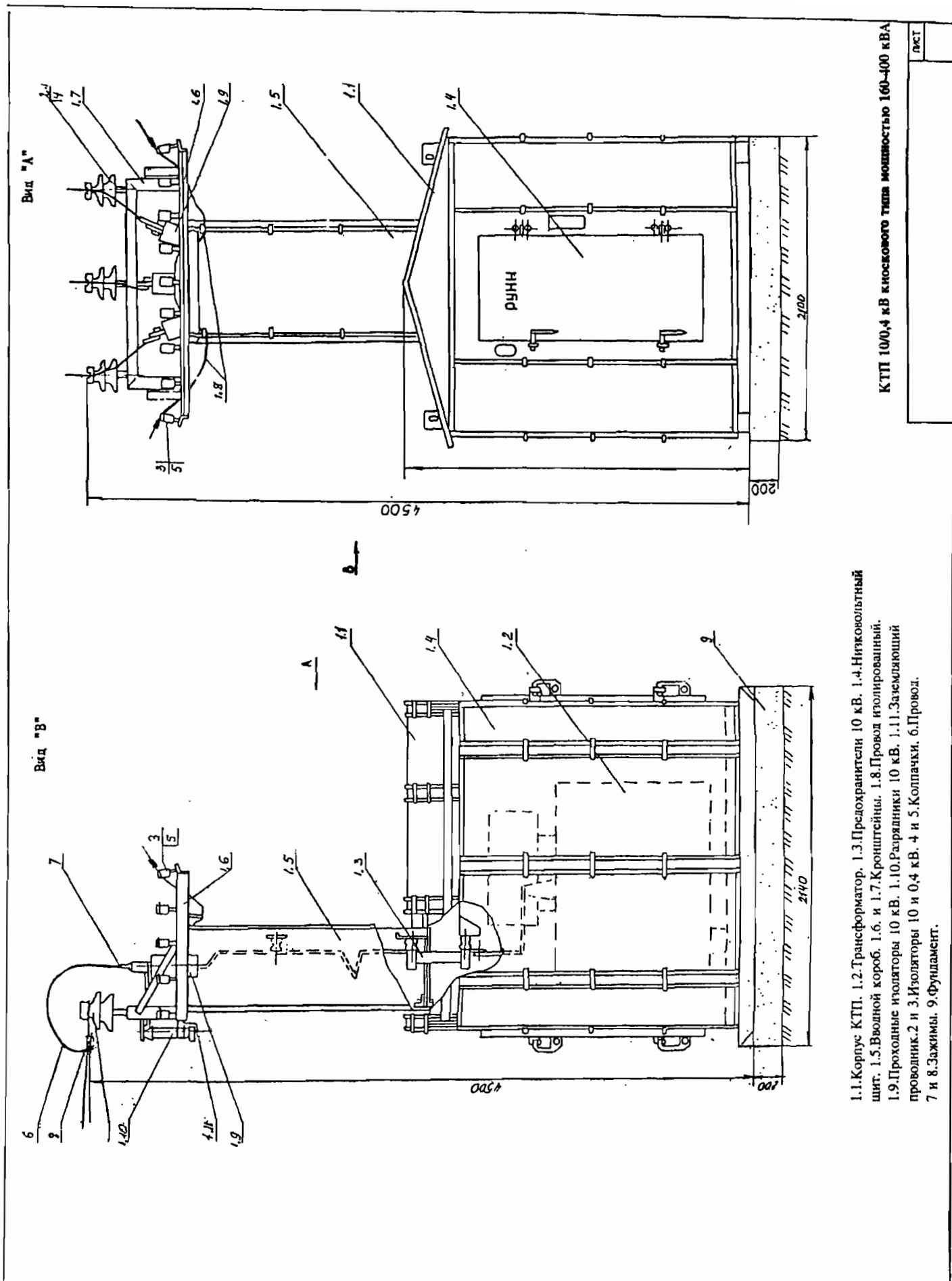


КТП 10/0,4 кВ шкафового типа

ЛИСТ



Мачтовая ТП 10/0,4 кВ



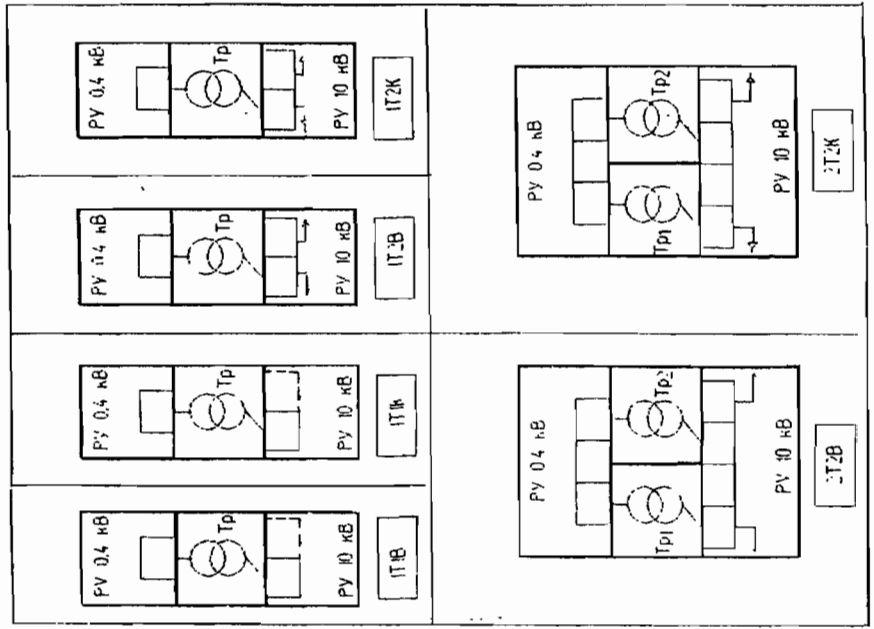
КТП 10/0,4 кВ кроссового типа мощностью 160-400 кВА

лист

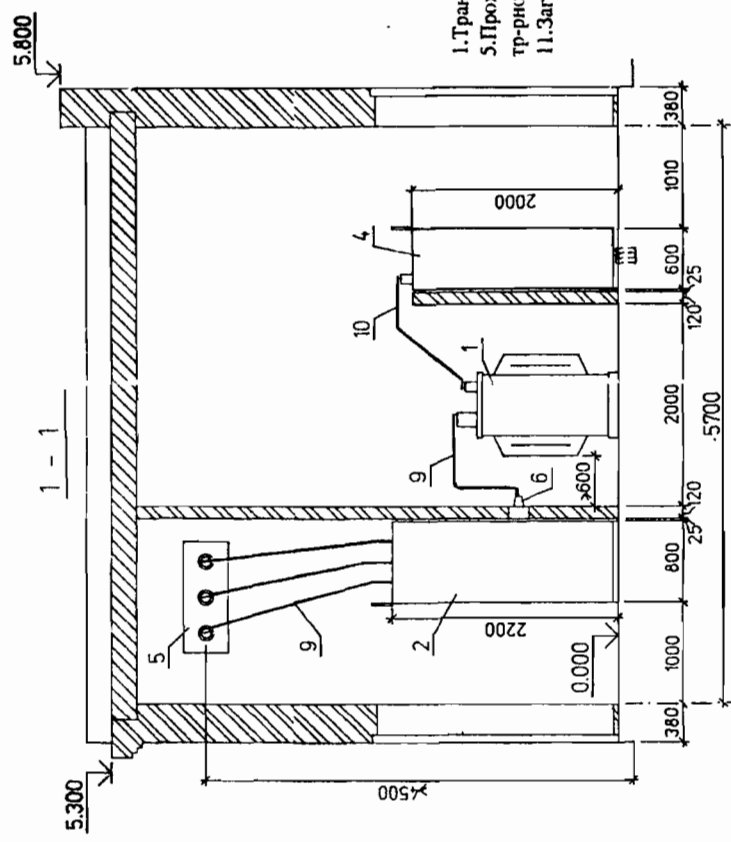
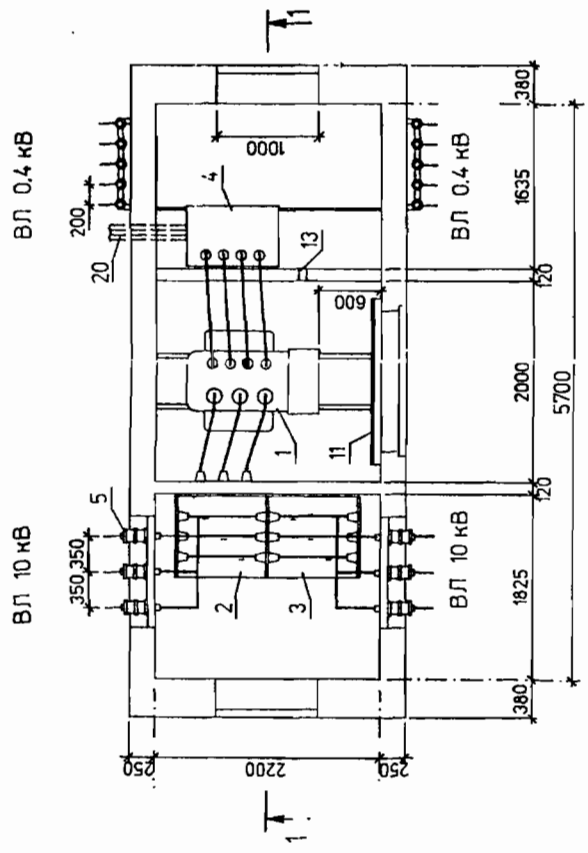
- 1.1. Корпус КТП. 1.2. Трансформатор. 1.3. Предохранители 10 кВ. 1.4. Никелевольфрамный щит. 1.5. Вводной короб. 1.6. и 1.7. Кронштейны. 1.8. Провод изолированный. 1.9. Проходные изоляторы 10 кВ. 1.10. Разрядники 10 кВ. 1.11. Заземляющий проводник. 2 и 3. Изоляторы 10 и 0,4 кВ. 4 и 5. Колпачки. 6. Провод. 7 и 8. Зажимы. 9. Фундамент.



Сетка компонентов серии подстанций ЗТП.С.10



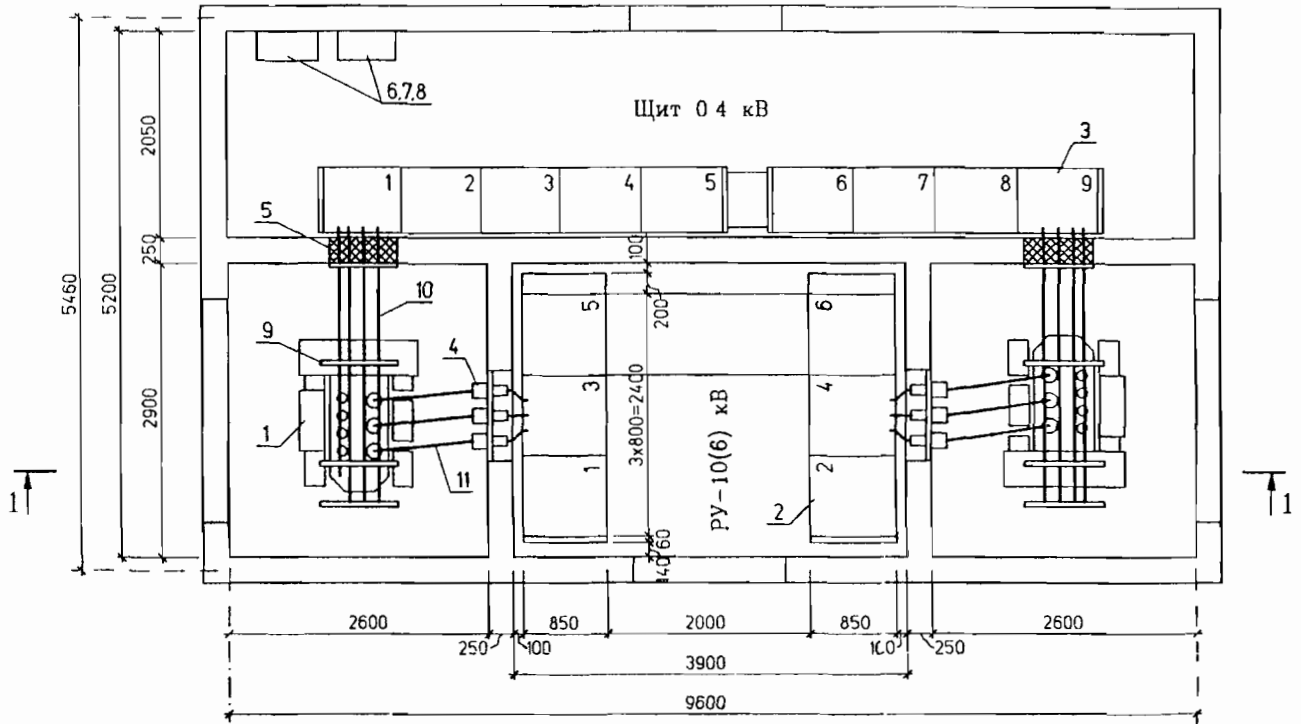
План



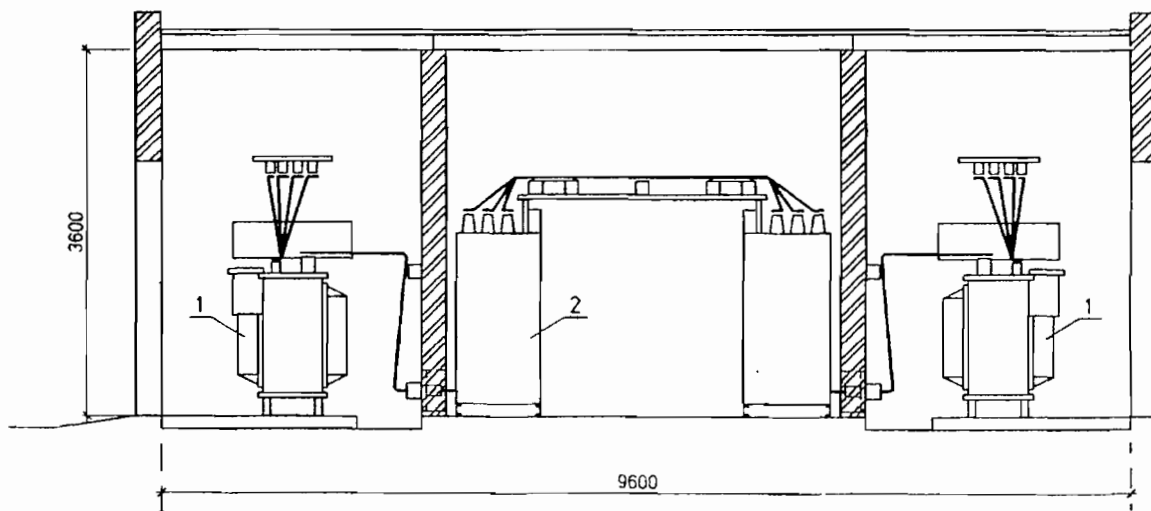
1. Трансформатор. 2 и 3. Камеры КСО 10 кВ. 4. Низковольтный щит.
5. Проходные линейные изоляторы 10 кВ. 6. Проходные изоляторы тр-ного ввода 10 кВ. 7 и 8. Двери и ворота. 9 и 10. Шины 10 и 0,4 кВ.
11. Заградительный барьер. 12. Трубы. 13. Смотровое отверстие.

Закрытые ТП 10/0,4 кВ типа ЗТП.С.10 мощностью 160-100 кВА.

ПЛАН

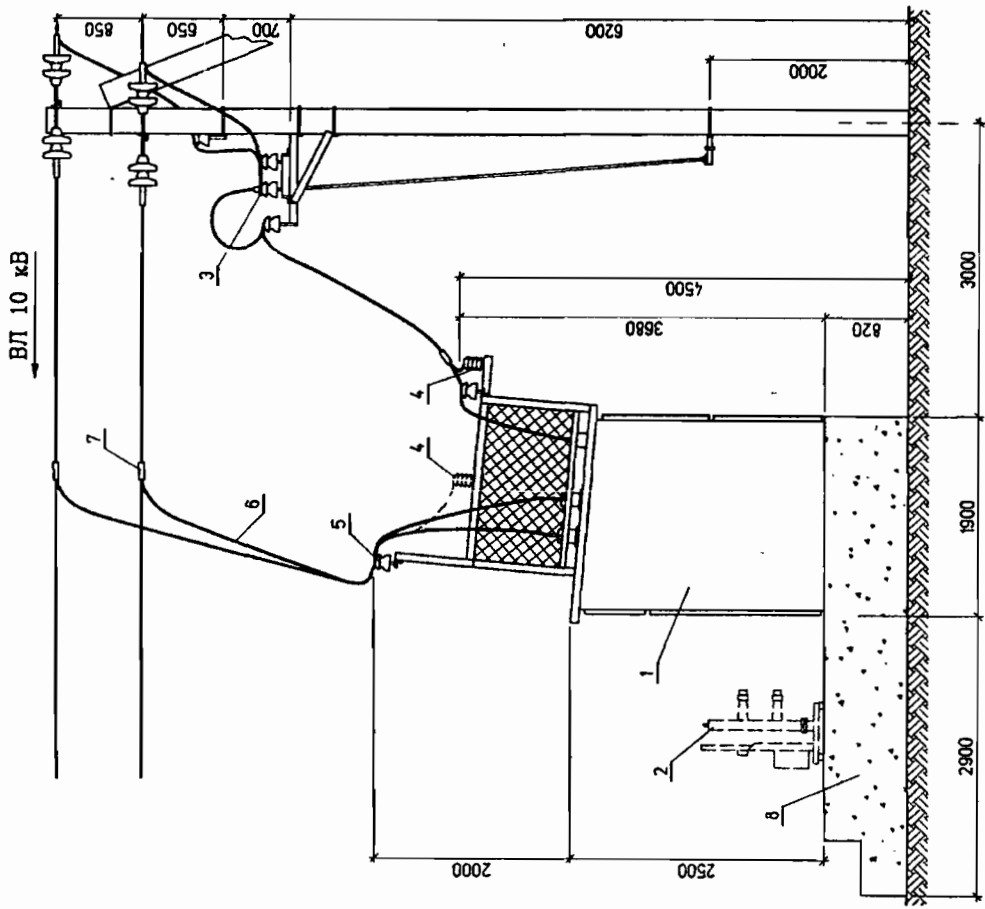


1 - 1

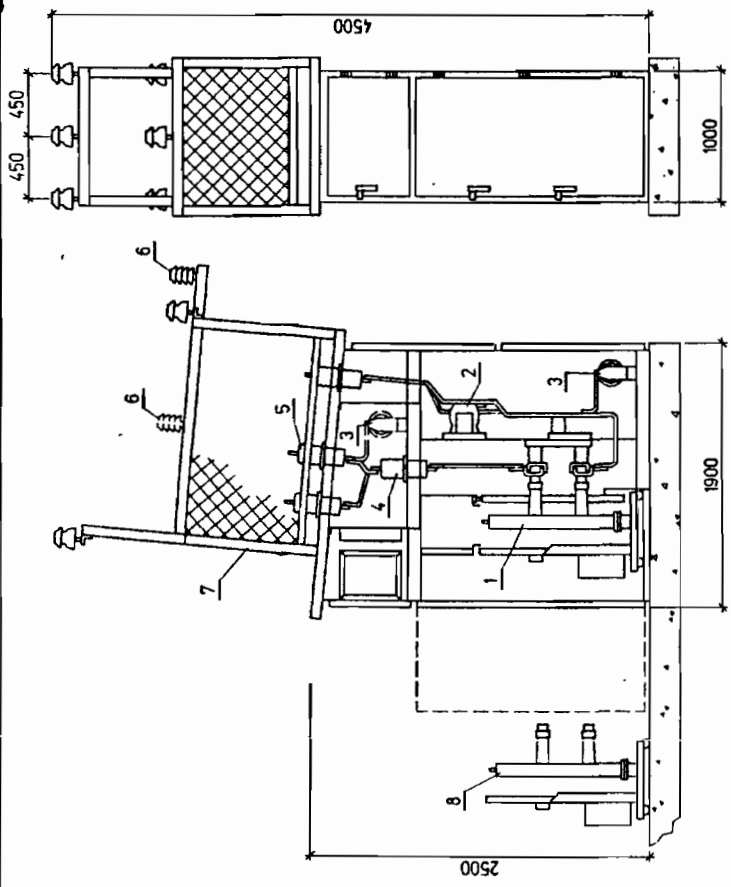


1. Трансформатор. 2. Камеры КСО 10 кВ. 3. Низковольтный щит.  
 4. Проходные изоляторы 10 кВ. 5. Проходная плита 0,4 кВ.  
 6, 7 и 8 Шитки освещения, обогрева. 9 Кронштейны.  
 10 и 11. Шины 10 и 0,4 кВ.

Закрывающая ТП 10/0,4 кВ с 4-мя кабельными вводами  
 типа К-42-630, мощностью 2х630 кВА



1. Шкаф КРУН 10 кВ.
2. Выкатной выключатель 10 кВ с приводом.
3. Разъединитель 10 кВ.
4. Ограничители перенапряжений 10 кВ.
5. Изоляторы 10 кВ.
6. Провод.
7. Зажимы.
8. Фундамент



1. Выключатель масляный ВК-10 или вакуумный ВВ/ТВЛ-10
2. Трансформатор тока ТЛМ-10
3. Трансформатор СН ОЛС или ТН НОМ
4. Проходной изолятор (У2)
5. Проходной изолятор (У1)
6. Ограничитель перенапряжения ОПН
7. Сетчатое ограждение с кронштейнами для изоляторов
8. Выкатная часть шкафа

Секционирующий пункт 10 кВ (с АВР или без АВР)

ЛИСТ

Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

**08.01.98**

**03.03-98**

N \_\_\_\_\_

Москва

О разъединительных пунктах 10 кВ  
зао "ВЗВА" (г.Великие Луки)

Сообщаем для сведения и руководства при проектировании, что ЗАО "ВЗВА" (г.Великие Луки) освоил промышленное производство разъединительных пунктов ("ПР"), предназначенных для секционирования воздушных линий напряжением 10(6) кВ.

В состав "ПР-10" входят : 3-х полюсный разъединитель (с заземляющими ножами или без них); привод ручной; металлоконструкции для установки оборудования; соединительные трубы с приводом и др.

Оборудование ПР монтируется на железобетонных опорах ВЛ 10 кВ (типовой проект 3.407.1-143).

Разъединительные пункты 10 кВ. выпускаемые ЗАО "ВЗВА". имеют следующие достоинства :

- Поставляются в комплекте с установочными металлоконструкциями (повышенной заводской готовности).

- Комплектуются изоляторами с различной степенью загрязненной изоляцией.

Публикуем информацию завода об указанных разъединительных пунктах.

Приложение : информация ЗАО "ВЗВА" (г.Великие Луки).

Зам.Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадыков

## ПУНКТЫ РАЗЪЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПР НА НАПРЯЖЕНИЕ 10 кВ, НОМИНАЛЬНЫЕ ТОКИ 200 и 400 А В ИСПОЛНЕНИИ УХЛ1

Пункты разъединительные на напряжение 10 кВ (далее ПР) предназначены для применения в распределительных электрических сетях напряжением 10 кВ, для присоединения трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ к высоковольтной линии, а также для секционирования магистрали и на ответвлениях от высоковольтной линии.

ПР предназначены для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения УХЛ категории размещения I по ГОСТ 15150.

ПР выполнены в соответствии с типовым проектом института РосЭП для установки на железобетонных опорах.

ПР изготавливаются на номинальные токи 200 и 400 А.

В состав ПР в общем случае входят:

1. Разъединитель типа РЛНД-1.1-10

В зависимости от исполнения ПР комплектуется разъединителем со следующей изоляцией по ГОСТ 9920:

фарфоровой, степень загрязнения II\*

полимерной, степень загрязнения II\*

полимерной, степень загрязнения IV

2. Привод ручной типа ПРНЗ-10УУЛ1.

3. Опорные изоляторы для отходящих проводов.

В зависимости от исполнения ПР комплектуется изоляторами также с различной степенью загрязнения изоляции.

4. Ограничитель перенапряжения НДА-12 N совместного производства "Рафтем-ВЗВА", выпускается с полимерной изоляцией, длина пути утечки внешней изоляции не менее 37 см.

5. Металлоконструкции для установки разъединителя с опорными изоляторами, привода, штыревого изолятора под спуск от высоковольтной линии 10 кВ и необходимого крепежа.

6. Соединительные трубы для соединения разъединителя с приводом.

7. Заземляющие проводники с плашечными зажимами для заземления металлоконструкций.

В зависимости от назначения ПР и типа опор, на которых они монтируются, пункты комплектуются основным оборудованием и изготавливаются по исполнениям в соответствии с таблицей.

Типоисполнение ПР	Состав электро- оборудования ПР	Тип опор, исполь- зуемых для ПР
ПР1-10.П/200УУЛ1 ПР1-10.П/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10Б/200-400УУЛ1 опорные изоляторы С4-80-1УУЛ1	промежуточная П10-4 анкерная А10-2 концевая А10-2
ПР1-10.ПС/200УУЛ1 ПР1-10.ПС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.П/200-400УУЛ1 опорные изоляторы ИПС-0,8/10-ПУУЛ1	
ПР1-10.1УС/200УУЛ1 ПР1-10.1УС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.1У/200-400УУЛ1 опорные изоляторы ИПС-0,8/10-1УУУЛ1	
ПР2-10.П/200УУЛ1 ПР2-10.П/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10Б/200-400УУЛ1 опорные изоляторы С4-80-1УУЛ1	концевая А10-2(90°)
ПР2-10.ПС/200УУЛ1 ПР2-10.ПС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10П/200-400УУЛ1 опорные изоляторы ИПС-0,8/10-1УУЛ1	
ПР2-10.1УС/200УУЛ1 ПР2-10.1УС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.1У/200-400УУЛ1 опорные изоляторы ИПС-0,8/10-1УУУЛ1	
ПР3-10.П/200УУЛ1 ПР3-10.П/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10Б/200-400УУЛ1	ответвительная анкерная опора ОА10-2
ПР3-10.ПС/200УУЛ1 ПР3-10.ПС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.П/200-400УУЛ1	
ПР3-10.1УС/200УУЛ1 ПР3-10.1УС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.1У/200-400УУЛ1	
ПР4-10.П/200УУЛ1 ПР4-10.П/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10Б/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12 N	концевая А10-2 с кабельной муфтой и ограничителем перенапряжений
ПР4-10.ПС/200УУЛ1 ПР4-10.ПС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.П/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12 N	
ПР4-10.1УС/200УУЛ1 ПР4-10.1УС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.1У/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12 N	
ПР5-10.П/200УУЛ1 ПР5-10.П/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10Б/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12	анкерная А10-2 с ограничителем перенапряжений
ПР5-10.ПС/200УУЛ1 ПР5-10.ПС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.П/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12 N	
ПР5-10.1УС/200УУЛ1 ПР5-10.1УС/400УУЛ1	РЛНД-1.1-10.1У/200-400УУЛ1 ограничитель перенапря- жения НДА-12 N	

Преимущества ПР по сравнению с аналогичными:

1. Надежные комплектующие изделия.
2. Полностью комплектная поставка.
3. Надежное антикоррозионное покрытие "горячий цинк".
4. При монтаже не требуется сварка и использование дополнительных элементов.
5. Крепление проводов, отходящих от опорных изоляторов, осуществляется колодкой.

Оборудование ПР соответствует стандартам:

Разъединители РЛНД-1.1-10Б/200-400УХЛ1;

РЛНД-1.1-10П/200-400УХЛ1: МЭК 129, ТУ16-91 ИВЕЖ.674212.003 ТУ.

Разъединители РЛНД-1.1-10.1V/200-400УХЛ1 - МЭК 129,  
ТУ3414-004-00468683-93.

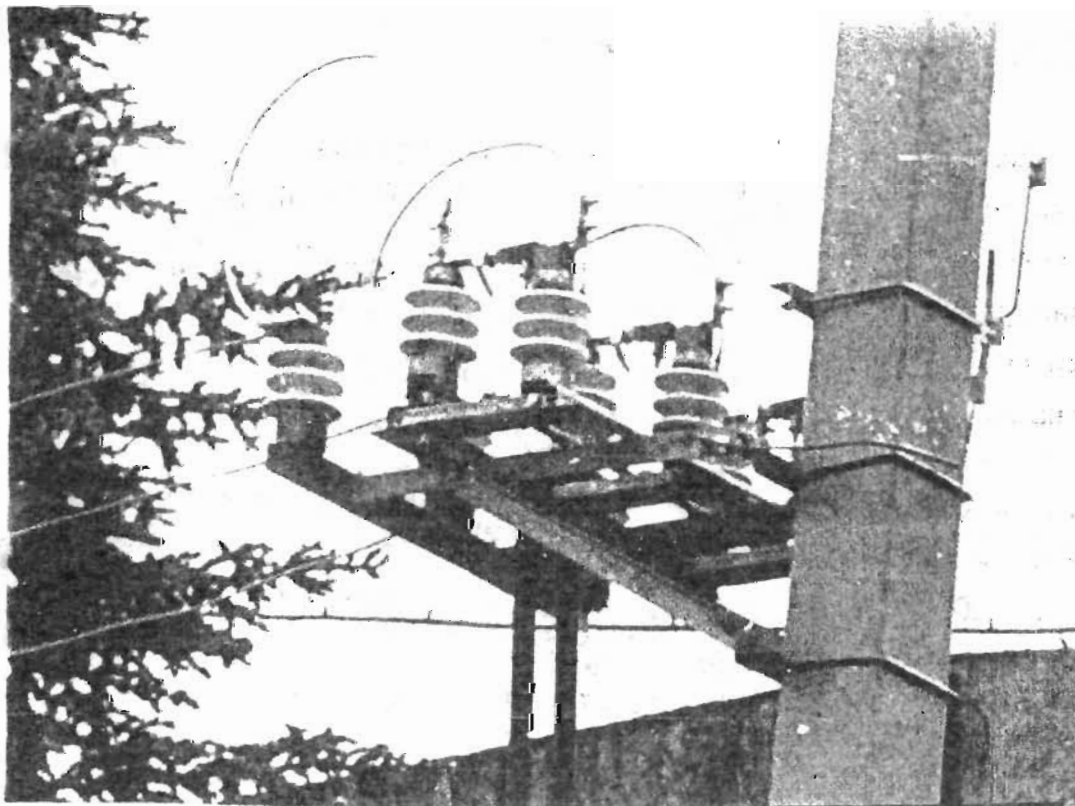
Ограничители перенапряжений НДА-12V- МЭК 99,  
ТУ3414-018-00468683-96. Гост 6891

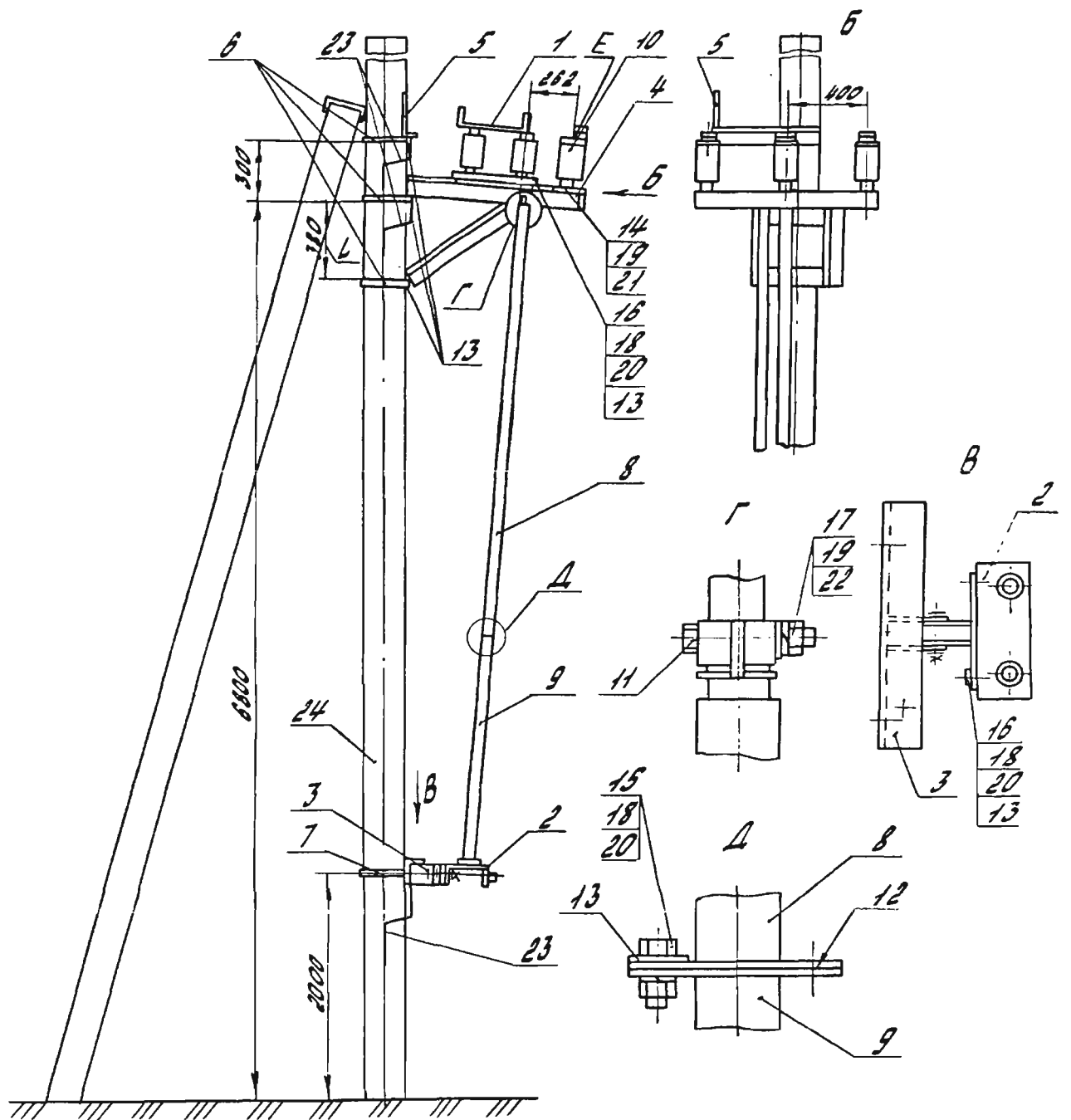
Привод ПРНЗ-10УХЛ1 - ТУ16-91 ИВЕЖ.674212.003 ТУ.

Разработчик и изготовитель

ЗАО "ВЗВА"

182100, г. Великие Луки Псковской обл., пр. Октябрьский, 79.





1-разъединитель РЛНД-10кВ; 2-привод ПРНЗ-10УХЛ1; 3-кронштейн для ПРНЗ;  
 4-кронштейн для РЛНД; 5-кронштейн для штыревого изолятора; 6-хомут; 7-хомут;  
 8-труба; 9-труба; 10-изолятор; 11-болт; 12-прокладка; 13-шайба; 14-болт М10×25;  
 15-болт М12×30; 16-болт М12×40; 17-гайка М10; 18-гайка М12; 19-шайба 10.65Г;  
 20-шайба 12.65Г; 21-шайба 10×1; 22-шайба 10×4; 23-зажим заземляющий;  
 24-железобетонная стойка типа СВ105 или СВ105-3,5

Пункт развешивательный ПР-10



**Акционерное общество открытого типа по проектированию  
сетевых и энергетических объектов**

**АО РОСЭП**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей**

**08.01.98**

**03.04-98**

**N**

**Москва**

Письмо РАО ЕЭС РФ о применении  
ОПН 0,4-35 кВ ЗАО "ВЗВА"

Публикуем для сведения и руководства при проектировании и строительстве Информационное письмо N 11-03-10/42-6/17-ЭТ от 14.10.97 Департамента электрических сетей об освоении серийного производства ограничителей перенапряжений ОПН класса напряжений 0,4-35 кВ на ЗАО "ВЗВА" (АО "ЭЛВО") и класса напряжения 35 кВ и выше на АО "Корниловский фарфоровый завод".

Приложение : информационное письмо N 11-03-10/42-6/17-ЭТ от 14.10.97.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Калыков

14.10.97

О применении ОПН  
0,4 ... 750 кВ в элек-  
трических сетях

Региональным управлениям госэнергонадзора,  
Территориальным управлениям госэнергонадзора,  
Территориальным обособленным подразделениям  
межсистемных электрических сетей РАО "ЕЭС России",  
АО энерго,  
Потребителям электрической энергии

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО N 11-03-10/42-6/17-ЭТ

В настоящее время в электрических сетях всех классов напряжения осуществляется массовое применение ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН) в связи с прекращением серийного выпуска вентильных разрядников и необходимостью, в ряде случаев, повышения эффективности системы защиты от перенапряжений электротехнического оборудования распределительных устройств.

Серийное производство ОПН с 1979 г. освоено на АО "Корниловский фарфоровый завод" (классов напряжения 35 кВ и выше) и позднее - на АО "ЭЛВО" (классов напряжения 0,4 ... 35 кВ) по согласованным с Минтопэнерго РФ (РАО "ЕЭС России") техническим условиям.

Области применения наиболее распространенных ОПН:

- ограничители типов ОПН-500 и ОПН-750 применяются вместо вентильных разрядников любых типов (РВМ, РВМГ, РВМК);
- ограничители типа ОПНИ-500 и ОПНИ-750 используются в открытых распределительных устройствах при сокращении изоляционных расстояний;
- ограничители типа ОПНО-750 устанавливаются только на присоединениях силовых автотрансформаторов (вместо вентильных разрядников типа РВМ и РВМГ);
- ограничители типов ОПНН-110, ОПНН-150, ОПНН-220 применяются в обязательном порядке вместо вентильных разрядников, присоединяемых к нейтралю силовых трансформаторов классов 110 кВ, 150 кВ и 220 кВ;
- ограничители типов ОПН-110 II, ОПН-110 IY, ОПН-220 II и ОПН-220 IY (для районов с второй и четвертой степенями загрязнения атмосферы) применяются вместо вентильных разрядников соответствующих классов напряжения любых типов, находящихся в эксплуатации.
- ограничители типов ОПН-110 и ОПН-220 (для районов с первой степенью загрязнения атмосферы) имеют ограниченную область применения, указанную в технических условиях и техническом описании на них;

28.10.97  
Вх. 21/5

- ограничители типов ОПН-П1-3П, ОПН - П1 - 6П, ОПН - П1 - 10 П, ОПН - П1 - 15П, ОПН - П1 - 20П, ОПН - П1 - 35П и NDA 3 ... 35 кВ применяются вместо вентильных разрядников соответствующих классов напряжения всех типов в электрических сетях с любой системой заземления нейтрали и не обеспечивают эффективную защиту вращающихся электрических машин.

- ограничители ОПН-1-3 предназначены для замены вентильных разрядников типа РВО-3, установленных в цепи вторичной обмотки верхней ступени трансформаторов тока ТФЗМ-500 (ТФНКД-500);

- ограничители типов ОПН-П-0, 38 и ОПН- П-0, 66 применяются вместо вентильных разрядников типа РВН соответствующих классов напряжения .

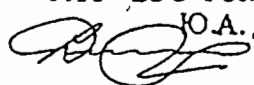
При применении ОПН временно до утверждения новых нормативов, как правило, целесообразно сохранять значения расстояний от ОПН до защищаемого электротехнического оборудования, равные ранее принятым значениям расстояний от вентильных разрядников до соответствующего оборудования.

Изменения в Правила устройства электроустановок и Правила эксплуатации электроустановок потребителей будут внесены при их пересмотре.

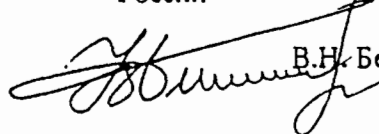
Эксплуатация ОПН должна производиться в соответствии с заводскими инструкциями, согласованными с основным заказчиком. При этом следует учитывать, что ОПН 110 ... 750 кВ взрывобезопасны при значениях тока короткого замыкания не более 20 кА в месте их установки.

При заключении договоров с заводами на поставку ОПН необходимо исходить из положения, что в эксплуатацию должны приниматься ОПН, изготовленные по согласованным с основным заказчиком - Минтопэнерго РФ (РАО "ЕЭС России") техническим условиям (до выхода ГОСТ на эти аппараты). Наличие только сертификатов (сертификата испытания на безопасность и сертификата испытания на соответствие) не должно являться основанием для применения ОПН (как и любого другого оборудования) в электрических сетях. Указанное относится и к аппаратам, выпускаемым на совместных предприятиях (СП) с участием иностранного капитала.

Первый заместитель  
начальника Департамента  
электрических сетей  
РАО "ЕЭС России"

 Ю.А. Дементьев

Заместитель начальника  
Главгосэнергонадзора  
России

 В.Н. Белоусов

Максимов 220-41-27

Толиков 220-58-29

Подписано в печать 19.11.97г.  
Усл. печ. лист 4,05  
Уч.-изд.-л 5,06

Формат 60x84/8.  
Заказ № 116  
Тираж 300 экз.

---

**АО РОСЭП**  
111395, г Москва, Аллея Первой Маевки, 15  
МСЛ-004174