

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ



# РВА/ТЕЛ

# РВА/ТЕЛ



**РЕКЛОУЗЕР ВАКУУМНЫЙ  
СЕРИИ РВА/ТЕЛ**

 **ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК**

## Содержание

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b> .....	<b>2</b>
<b>2. КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Основные технические характеристики.....	3
2.2. Конструкция коммутационного модуля.....	5
2.3. Конструкция шкафа управления.....	7
2.4. Соединительный кабель.....	10
<b>3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ</b> .....	<b>10</b>
3.1. Релейная защита и автоматика.....	10
3.2. Измерение электрических величин.....	13
3.3. Диагностика состояний.....	14
3.4. Журналы и счетчики оперативных и аварийных событий.....	15
3.5. Внешние коммуникации.....	16
<b>4. МОНТАЖ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕКЛОУЗЕРОВ В ЛИНИЮ</b> .....	<b>20</b>
4.1. Установка на опоры воздушных линий.....	20
4.2. Принципиальная схема включения в линию.....	21
4.3. Заземление реклоузера.....	22
<b>5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	<b>22</b>
<b>6. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАКАЗА</b> .....	<b>23</b>
<b>7. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА</b> .....	<b>23</b>
<b>8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ</b> .....	<b>24</b>
8.1. Области применения.....	24
8.2. Варианты применения РВА/TEL.....	26
8.3. Варианты применения РВА/TEL в сетях разной отраслевой принадлежности.....	31
8.4. Выбор мест установки реклоузеров.....	34
<b>9. СЕРВИСНЫЕ УСЛУГИ</b> .....	<b>39</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>40</b>

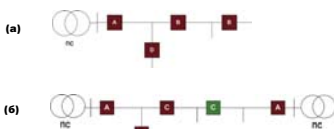
## 1. Общие сведения

Реклоузер вакуумный РВА/TEL-10-12,5/63 (РВА/TEL) – автоматический пункт секционирования воздушных или комбинированных линий электропередачи трехфазного переменного тока частотой 50(60) Гц номинальным напряжением 10(6) кВ с любым режимом работы нейтралей.

Реклоузер серии РВА/TEL – новое поколение коммутационного оборудования, объединившее в себе передовые технологии микропроцессорной релейной защиты и автоматики (РЗА) и коммутационной техники.

Реклоузер РВА/TEL может использоваться в радиальных линиях с одним и несколькими источниками питания. РВА/TEL находит применения в качестве ячейки отходящего фидера (открытые распределительные устройства, распределительные пункты), пункта секционирования сети, пункта АВР или защитного аппарата на ответвлении.

### Варианты установки реклоузеров в сети



A - аппарат на отходящей линии  
 B - пункт секционирования в сети с односторонним питанием  
 C - пункт секционирования (сетового резервирования) в сети с двусторонним питанием  
 D - защитный аппарат на ответвлении от сети

**(а) Сеть с односторонним питанием**  
**(б) Сеть с двусторонним питанием**

РВА/TEL предназначен для выполнения следующих функций:

- автоматическое отключение поврежденных участков линии;
- автоматическое повторное включение (АПВ);
- автоматический ввод сетевого резервного питания (АВР);
- оперативная местная и дистанционная реконфигурация сети;
- самодиагностика;
- измерение параметров режимов работы сети;
- ведение журналов оперативных и аварийных событий в линии;
- дистанционное управление.

РВА/TEL – аппарат наружной установки, предназначенный для работы в условиях умеренного климата при температуре окружающего воздуха от  $-50^{\circ}$  до  $+55^{\circ}$  С на высоте до 1000 м над

уровнем моря, при скорости ветра не более 40 м/с (в условиях отсутствия гололеда) и 15 м/с (при допустимой стенке гололеда на более 25мм). Верхнее допустимое значение относительной влажности воздуха – 100% при температуре  $+25^{\circ}$  С. Допустимые внешние механические воздействия соответствуют группе механического исполнения М4 по ГОСТ 17516. Допустимая интенсивность землетрясений составляет 8 баллов по MSK-64. Рабочее пространственное положение коммутационного модуля – горизонтальное, основанием вниз; шкафа управления – вертикальное, рабочемом вниз.

Реклоузер РВА/TEL обладает следующими отличительными особенностями:

- отсутствие необходимости в обслуживании;
- интеграция в системы диспетчерского управления;
- специальные функции релейной защиты и автоматики;
- удобство и простота монтажа на опоры линий;
- встроенная система измерения токов и напряжений с обеих сторон коммутационного модуля;
- использование комбинированной твердой и воздушной изоляции в конструкции коммутационного модуля;
- надежная система бесперебойного питания;
- ведение журналов оперативных и аварийных событий в линии;
- малые массогабаритные показатели;
- вандалозащищенность.

Применение реклоузеров РВА/TEL в распределительных сетях позволит значительно повысить надежность электроснабжения потребителей и электроприемников, автоматизировать процессы поиска и локализации повреждений на линии, уменьшить затраты на обслуживание электрической сети, оптимизировать работу диспетчерского и оперативного персонала, повысить технический уровень эксплуатации электрических сетей и, в конечном, счете создать управляемые и автоматизированные распределительные сети нового поколения.

Реклоузер РВА/TEL прекрасно зарекомендовал себя как надежный и многофункциональный аппарат, использующийся в различных странах мира (Россия, Казахстан, Украина, Литва, Югославия, Сербия, Болгария, Вьетнам, Германия, Австралия, Великобритания, Южная Африка, Чили и др.).

## 2. Конструкция и технические характеристики

Конструктивно вакуумный реклоузер PBA/TEL состоит из трех основных элементов: коммутационного модуля серии OSM/TEL, который управляется посредством шкафа управления серии RC/TEL с микропроцессорной релейной защитой и автоматикой. Между собой они связаны соединительным кабелем CC/TEL.

Для настройки параметров шкафа управления, ввода уставок РЗА и просмотра накопленной реклоузером информации используется специальное программное обеспечение TELUS.

В части внешних коммуникаций PBA/TEL предлагает пользователю широкие возможности управления и обмена информацией как местного (посредством персонального компьютера и панели управления), так и дистанционного (посредством проводных и беспроводных систем телемеханики).

### 2.1. Основные технические характеристики

Реклоузер вакуумный PBA/TEL выпускается серийно по техническим условиям TV 3414-005-57002326-2004 (ТШАГ 674153.101 TV) и соответствует требованиям ГОСТ 687, ANSI 37.60-2003, требованиям электромагнитной совместимости ГОСТ 50746. Технические решения, реализованные при разработке PBA/TEL, защищены российскими и международными патентами (RU 2020631, RU 212186, RU 2142187, International Application PCT/RU 98/00209).

Реклоузер PBA/TEL прошел все необходимые испытания, о чем имеются соответствующие сертификаты системы сертификации ГОСТ Р Госстандарта России ( Приложение 1).

Структура условного обозначения реклоузера имеет вид:

PBA/TEL-10-12,5/630 У1

Реклоузер вакуумный автоматический

Фирменная марка предприятия

Номинальное напряжение, кВ

Номинальный ток отключения, кА

Номинальный ток, А

Климатическое исполнение

Категория размещения



Таблица 1  
Основные технические характеристики PBA/TEL

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, кВ	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
Номинальный ток, А	630
Номинальный ток отключения, кА	12,5
Испытательное напряжение в сухом состоянии, 50 Гц, 1 мин., кВ	42
Испытательное напряжение во влажном состоянии (при росе и под дождем), 50 Гц, 1 мин., кВ	28
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	75
Уровень частичных разрядов, пКЛ, не менее (при 13,2 кВ)	10
Механический ресурс циклов «ВО», не менее	30000

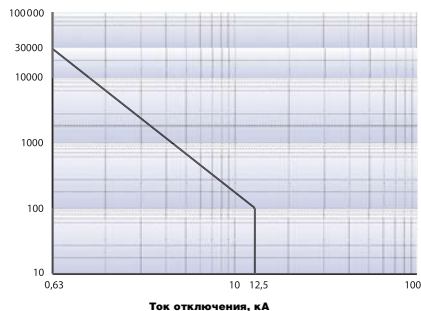
**Таблица 1. Продолжение  
Основные технические характеристики РВА\TEL**

Наименование параметра	Значение параметра
Ресурс по коммутационной стойкости, не менее:	
- при номинальном токе, циклов «ВО»	30000
- при номинальном токе отключения, циклов «ВО»	100
Собственное время включения <sup>1)</sup> , мс, не более	60
Собственное время отключения <sup>1)</sup> , мс, не более	30
Полное время отключения, мс, не более	40
Цикл АПВ	0-0,1с-ВО-1с-ВО-1с-ВО
Номинальное напряжение оперативного питания от внешних источников переменного тока, В	~220, ~127 или ~100
Диапазон напряжения оперативного питания, % от номинального напряжения	-20%, +20%
Максимальная потребляемая мощность, ВА	100
Время работоспособного состояния после потери основного питания от внешних цепей <sup>2)</sup> , ч	48
Электрическое сопротивление главной цепи, мкОм, не более	85
Степень защиты оболочки корпуса	IP 65
Максимальная погрешность датчика тока, %	1
Максимальная погрешность датчика напряжения, %	5
Критерий качества функционирования при нормированных электромагнитных воздействиях	«А»
Масса коммутационного модуля, кг	62,5
Масса шкафа управления <sup>3)</sup> , кг	35
Срок службы, лет	25

1) с учетом времени действия шкафа управления RC/TEL

2) без учета питания внешней нагрузки при температуре 20<sup>0</sup>С

3) без учета массы аккумуляторной батареи, модулей дискретных входов/выходов и УС

**Число операций «ВО»**

**Диаграмма коммутационного ресурса РВА\TEL**

При значениях отключаемого тока, отличных от приведенных в Таблице 1, коммутационный ресурс релюэзера определяется по диаграмме коммутационного ресурса.

## 2.2. Конструкция коммутационного модуля

Коммутационный модуль РВА\TEL сочетает в себе комбинацию твердой и воздушной изоляции токоведущих частей. Вакуумный выключатель ВВ\TEL в твердой изоляции размещен внутри герметичного металлического защитного корпуса. Такая конструкция позволяет значительно сократить массогабаритные показатели модуля, исключить возможность возникновения внутреннего перекрытия изоляции токоведущих частей, а также разместить в составе модуля встроенную систему измерения токов и напряжения.

Габаритные и присоединительные размеры коммутационного модуля приводятся в Приложении 2.

### 2.2.1. Вакуумный выключатель

Вакуумный выключатель, используемый в реклоузере РВА\TEL, отличается от традиционных исполнений выключателей ВВ\TEL наличием твердой изоляции, меньшим межполюсным расстоянием и развернутыми высоковольтными выводами. Выключатель выполнен на класс напряжения 15,5 кВ, что обеспечивает значительный запас по электрической прочности изоляции реклоузера в целом. Подробное описание принципа работы выключателя серии ВВ\TEL приводится в соответствующем руководстве по эксплуатации ИТЕА 674152.003 РЭ.

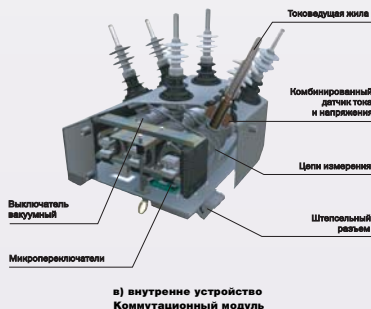
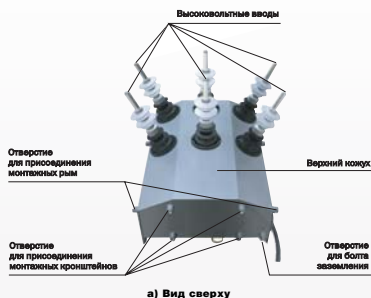
### 2.2.2. Корпус коммутационного модуля

Корпус коммутационного модуля изготовлен из прочного коррозионностойкого алюминиевого сплава, покрытого слоем порошковой краски. Стальные поверхности, находящиеся под воздействием окружающей среды (монтажные отверстия и отверстие под болт заземления), оцинкованы.

Корпус состоит из верхней крышки и нижней крышки. Специальная силиконовая герметизирующая прокладка обеспечивает степень защиты оболочки корпуса IP65. На корпусе предусмотрены 6 монтажных отверстий M12x22 для установки коммутационного модуля на опоры воздушных линий электропередачи, а также отверстие M12x22 для крепления болта заземления корпуса.

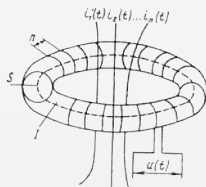
Для удаления конденсата, возникающего при значительных перепадах температуры окружающей среды, на нижней крышке предусмотрен дренажный фильтр с керамической вставкой. Фильтр позволяет влаге свободно сливаться наружу и исключает возможность попадания пыли и грязи из внешней среды внутрь коммутационного модуля.

В нижней части корпуса расположена защитная крышка разъемов вторичных соединений. Она предназначена для вывода вторичных цепей коммутационного модуля на 32-х контактный штепсельный разъем соединительного кабеля для соединения со шкафом управления. Крышка обеспечивает защиту разъема от воздействия окружающей среды.

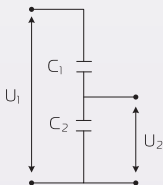




Комбинированные датчики тока и напряжения



Катушка Роговского



Емкостной делитель напряжения

### 2.2.3. Высоковольтные вводы

Высоковольтные вводы представляют собой проходные изоляторы, предназначенные для подключения коммутационного модуля к воздушной линии электропередачи. Для удобства пользователей вводы маркируются обозначениями А,В,С и R,S,T. Внешняя изоляция высоковольтных вводов реклоузера выполнена из кремнеорганической резины. Материал изоляции обладает повышенными адгезионными и гидрофобными свойствами, что соответственно обеспечивает надежное «прилипание» внутренних поверхностей изоляции к токоведущим частям, а также сохранение электрической прочности при различных климатических воздействиях (ультрафиолетовое излучение, океанский и морской бриз, воздействие пыли и влаги).

Расположение высоковольтных вводов коммутационного модуля выполнено в одной плоскости с некоторым разнесением по окружности. Тем самым обеспечивается удобство подключения реклоузера к проводам воздушной линии электропередачи. Токосоведущие жилы представляют собой медные никелированные проводники диаметром 22 мм.

### 2.2.4. Система измерения

В реклоузере РВА\TEL используется уникальная встроенная система измерения токов и напряжения. В традиционных реклоузерах со стороны нагрузки устанавливаются трансформаторы тока, трансформаторы напряжения отсутствуют. В связи с этим возникают определенные трудности при использовании аппарата в кольцевых сетях с несколькими источниками питания, когда необходимо выполнять контроль напряжения с обеих сторон реклоузера.

В РВА\TEL используются встроенные в высоковольтные вводы комбинированные датчики тока и напряжения (КДТН), состоящие из датчика тока и датчика напряжения. Всего в состав коммутационного модуля входят 6 датчиков напряжения (по 3 с каждой стороны реклоузера), 3 датчика фазных токов и 1 датчик тока нулевой последовательности, образованный соединением 3 датчиков фазных токов в разомкнутый треугольник для измерения  $I_0$ .

В качестве датчиков тока используется катушка Роговского. Катушка Роговского состоит из провода, намотанного на немагнитный (без насыщения) сердечник. Катушка располагается вокруг проводника, через который проходит измеряемый ток. Первичный ток, проходящий внутри катушки Роговского создает магнитный поток в обмотке, как следствие на выводах обмотки наводится напряжение, пропорциональное степени изменения измеряемого тока. В отличие от традиционных трансформаторов тока выходным сигналом катушки Роговского является напряжение, пропорциональное производной измеряемого тока. Катушка Роговского работает по основной гармонике 50 Гц. Выходной сигнал с катушки Роговского обрабатывается в шкафу управления РВА\TEL посредством специального математического фильтра.

Благодаря отсутствию насыщающегося магнитопровода, зависимость выходного сигнала от входного линейна во всем диапазоне измеряемых значений. Поэтому катушка Роговского обладает высокой точностью измерений. Допускается использовать катушку Роговского при разомкнутой вторичной обмотке.

В качестве датчика напряжения используется емкостной делитель, выходное напряжение которого пропорционально первичному напряжению сети.

Такая система измерения позволяет без установки дополнительных средств измерения применять РВА/TEL в сети любой конфигурации с любым количеством источников, а также контролировать практически все известные параметры режима работы линии.

### 2.2.5. Кольцо ручного отключения

В конструкции коммутационного модуля предусмотрено кольцо ручного отключения, предназначенное для выполнения операции ручного механического отключения рекулозера. Кольцо фиксируется в двух положениях – верхнем и нижнем. В нижнем положении кольца рекулозер переходит в состояние электрической и механической блокировки на включение. Кольцо воздействует на механическую систему привода и вспомогательные контакты выключателя, тем самым препятствуя любым попыткам оперативного (местного или дистанционного) включения. Возможность механической и электрической блокировки включения отключенного рекулозера обеспечивает дополнительную безопасность оперативного персонала при выполнении плановых или ремонтных работ на линии.

### 2.2.6. Указатель положения главных контактов

Положение главных контактов рекулозера маркируются красным цветом и обозначением «I» в положении «включено» и зеленым цветом и обозначением «O» в положении «отключено». Для этого в конструкции модуля предусмотрен специальный указатель положения главных контактов, который жестко механически связан с синхронизирующим валом вакуумного выключателя.

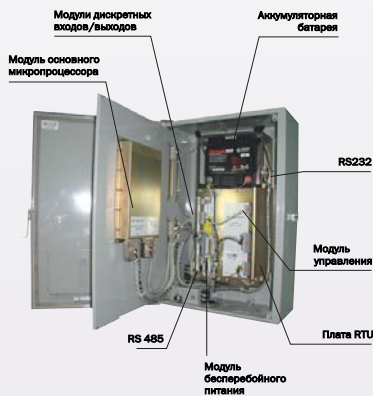
Для предотвращения проникновения влаги, пыли и грязи через отверстия и для обеспечения степени защиты оболочки IP65, указатель положения главных контактов закрывается прозрачной крышкой со специальной резиновой прокладкой между корпусом и крышкой указателя положения главных контактов.

## 2.3. Конструкция шкафа управления

Шкаф управления RC/TEL выполнен в виде модульной конструкции, основными элементами которой являются: панель управления, модуль микропроцессора, модуль управления и модуль бесперебойного питания, размещенные в защитном металлическом корпусе. Габаритные и присоединительные размеры шкафа управления приводятся в Приложении 3.



а) внешний вид



б) внутренние модули

Шкаф управления



### 2.3.1. Корпус шкафа управления

Корпус шкафа управления выполнен из оцинкованной стали, покрытой слоем порошковой краски. В конструкции корпуса имеются две дверцы – внутренняя и внешняя. Для предотвращения несанкционированного доступа внутрь шкафа на внешней двери предусмотрен рычаг с отверстием диаметром 12 мм под установку навесного замка. При закрытой внешней двери специальный резиновый уплотнитель обеспечивает степень защиты оболочки шкафа управления IP55.

Для удаления из корпуса шкафа конденсата, возникающего при значительных перепадах температуры окружающей среды, предусмотрен дренажный фильтр. Фильтр позволяет влаге свободно сливаться наружу и исключает возможность попадания пыли и грязи из внешней среды внутрь RC/TEL.

Корпус RC/TEL посредством соединителей типа HARTING обеспечивает подключение соединительного кабеля, осуществляющего связь между шкафом управления и коммутационным модулем, и кабеля внешнего питания. Места соединения закрываются защитной крышкой.

В нижней части корпуса предусмотрены два отверстия с регулируемым диаметром для подключения кабелей управления и сигнализации по дискретным входам/выходам и системе телемеханики (SCADA) диаметром соответственно от 13 до 18 мм и от 6 до 12 мм.

На задней стенке шкафа управления предусмотрены 8 отверстий M8x7 для установки монтажных кронштейнов с целью его крепления на опоры воздушных линий электропередачи. В нижней части корпуса предусмотрено отверстие для установки болта заземления.

### 2.3.2. Модуль микропроцессора

Модуль микропроцессора обеспечивает работу алгоритмов защиты и автоматики, управление РВА\TEL, индикацию, ведение и хранение журналов оперативных и аварийных событий и другие функции. На вход модуля микропроцессора по соединительному кабелю поступают сигналы с КДТН коммутационного модуля.

На внешней стороне модуля микропроцессора расположена панель управления, оснащенная жидкокристаллическим дисплеем, кнопками управления и портом RS232 для подключения персонального компьютера. Предусмотрен обогрев жидкокристаллического дисплея при уменьшении температуры окружающей среды ниже минус 15°С.

### 2.3.3. Модуль управления

Модуль управления предназначен для управления коммутационным модулем. Обеспечивает преобразование сигналов «включение» и «отключение» в импульсы тока, которые подаются на катушки электромагнитов OSM/TEL от конденсаторов включения и отключения, входящих в состав модуля управления, осуществляя тем самым операции включения и отключения. Конденсаторы включения и отключения имеют емкость, достаточную для обеспечения заданного цикла АПВ.



**Подключение соединительного кабеля и кабеля питания**



**Модуль микропроцессора**



**Модуль управления**

Модуль управления преобразует положение блок-контакта OSM/TEL в логический сигнал, используемый для определения состояния выключателя (включен или отключен), также производит диагностику исправности цепи электромагнитов OSM/TEL с выдчей соответствующего сигнала при обнаружении короткого замыкания или обрыва цепи.

#### 2.3.4. Модуль бесперебойного питания

Модуль бесперебойного питания предназначен для надежного питания шкафа управления и внешней нагрузки. Обеспечивает возможность оперативного питания шкафа управления в нормальном режиме от одного или двух внешних источников (ВЛ 10(6) кВ через трансформатор собственных нужд или стационарную сеть ~100/127/220В). При потере оперативного напряжения питание шкафа осуществляется от встроенной аккумуляторной батареи. Внутренние модули шкафа управления питаются при постоянном напряжении 12В.

Модуль обеспечивает оптимальный режим подзарядки аккумуляторной батареи в зависимости от температуры окружающей среды. Для этого на минусовой клемме аккумуляторной батареи установлен температурный датчик. Для защиты модуля от перегрузки и коротких замыканий имеется два предохранителя с номинальным током 1А.

Выбор номинального напряжения оперативного питания производится путем установки специальных перемычек на разъеме модуля бесперебойного питания.

#### 2.3.5. Аккумуляторная батарея

Для обеспечения питания внутренних модулей шкафа управления и внешней нагрузки при потере оперативного питания применяется герметичная необслуживаемая свинцово-кислотная аккумуляторная батарея. Номинальная емкость аккумуляторной батареи составляет 26 Ач. Срок службы 10 лет. Время работоспособного состояния рекулеру при потере оперативного питания – 48 ч при температуре окружающего воздуха 20°С. Рекулер при полностью заряженной аккумуляторной батарее в нормальных условиях в отсутствии внешней нагрузки при потере оперативного питания способен выполнить не менее 150 циклов «ВО».

Отличительной особенностью аккумуляторной батареи, используемой в составе РВА\TEL, является ее способность работать в вертикальном положении.

#### 2.3.6. Подключение внешних устройств связи

В RC/TEL предусматривается возможность установки дополнительного оборудования для подключения в системы телемеханики – устройства связи (например, радио-модема) с габаритами, не превышающими 265х190х67 мм. Для этой цели в шкафу управления предусмотрена специальная металлическая плата, на которой крепится передающее устройство.

Для подключения устройств связи или устройств дистанционного управления рекулером в конструкции корпуса шкафа управления предусмотрены телекоммуникационные интерфейсы RS232 и RS485.



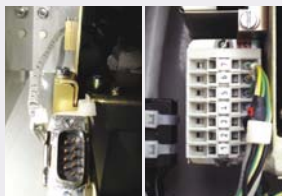
Модуль бесперебойного питания



Аккумуляторная батарея



Плата для установки устройства связи



Коммуникационные интерфейсы (RS232 слева, RS485 справа)

Устройство связи может быть запитано от модуля бесперебойного питания шкафа управления. Максимальное допустимое значение мощности подключаемого внешнего устройства не должно превышать 15 Вт в длительном и 30 Вт в кратковременном режимах. Подключение устройства связи к системе бесперебойного питания шкафа управления необходимо осуществлять через специальные клеммы на разъеме RS485.

#### 2.4. Соединительный кабель

Соединительный кабель СС/TEL представляет собой гофрированную металлическую трубку, в которой проходят измерительные кабели от датчиков тока и напряжения и кабели управления коммутационным модулем. Для присоединения соединительного

кабеля к коммутационному модулю и шкафу управления используются штепсельные разъемы. Возможны исполнения кабеля длиной 5, 8, 10 и 12 м.

Длина кабеля 12 м является максимальной, что обусловлено требованиями международного стандарта ANSI 3750-2003 на реклоузер по соображениям электромагнитной совместимости шкафа управления при близких ударах молнии. При длине соединительного кабеля 12 м реклоузер прошел испытания на воздействие грозового импульса. Использование реклоузеров с кабелем более 12 м является отклонением от требований стандарта ANSI 3750-2003 к испытаниям при близких ударах молнии и может привести к потере работоспособности аппарата.

## 3. Функциональные возможности

### 3.1. Релейная защита и автоматика

#### 3.1.1. Общие сведения

В вакуумном реклоузере РВА/TEL реализованы следующие виды защит и автоматики:

- токовая защита от междуфазных коротких замыканий (КЗ);
- защита от однофазных замыканий на землю;
- защита минимального напряжения;
- автоматическое повторное включение;
- автоматический ввод резервного питания;
- автоматическая частотная разгрузка.

Дополнительно функциональность реклоузера позволяет осуществлять:

- отстройку от бросков тока намагничивания силовых трансформаторов;
- пусковых токов двигателей и увеличения тока при включении на «холодную нагрузку»;
- реализацию режима «работа на линии»;
- координацию последовательности зон в циклах АПВ.

Настройка РЗА производится с панели управления или персонального компьютера посредством программы TELUS.

В памяти РВА/TEL может храниться до четырех независимых групп уставок. Каждая отдельная группа уставок представляет из себя набор настроек всех видов защит и автоматики, запрограммированных в шкафу управления. Это дает возможность пользователю заранее запрограммировать настройки реклоузеров и быстро их изменять при запланированных изменениях в первичной сети (временный ввод нового центра питания, сезонная переконфигурация сети и т.д.).

Многофункциональная релейная защита и автоматика реклоузера РВА/TEL является собственной разработкой компании

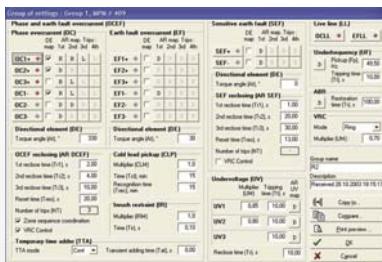
Таврида Электрик и специально предназначена для использования на воздушных линиях электропередачи 10(6) кВ. Широкие функции в сочетании со встроенной системой измерения токов и напряжения позволяют обеспечить быструю автоматическую работу РВА/TEL при поврежденных в сетях любой конфигурации. При этом обеспечивается автоматическая локализация поврежденного участка линии и восстановление питания неповрежденных потребителей за считанные секунды.

Многие решения, реализованные при разработке релейной защиты и автоматики РВА/TEL, принципиально отличаются от традиционных микропроцессорных и электромеханических терминалов РЗА. Благодаря этому реклоузер может использоваться как для выполнения простых защитных функций, так и сложных алгоритмов автоматизации распределительных сетей 10(6) кВ.

#### 3.1.2. Токовая защита от междуфазных КЗ

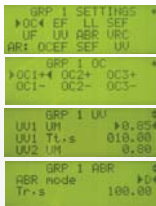
Представляет из себя направленную или ненаправленную трехступенчатую токовую защиту (OC1, OC2, OC3). Одна из ступеней (OC3) имеет независимую характеристику выдержки времени (времятоковую характеристику ВТХ). Две другие ступени на выбор пользователя могут иметь или зависимую, или независимую ВТХ.

Принципиальным отличием токовой защиты реклоузера является возможность ее работы с независимыми уставками для прямого и обратного направления потока мощности (OC+, OC2+, OC3+, OC-, OC2-, OC3-). Каждая ступень может быть выбрана как направленной, так и не направленной. В традиционных терминалах РЗА это крайне затруднительно, а в ряде случаев – невозможно. Эта функция исключительно важна при использовании реклоузера в сетях с двухсторонним питанием, поскольку в послеаварийных режимах возможно существенное изменение конфигурации

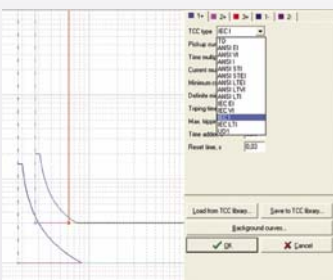


TELUS

Настройка защит РВА/ТЕЛ

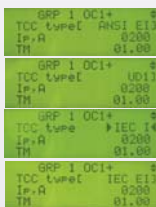


Панель управления



TELUS

Настройка токовых защит от междуфазных КЗ



Панель управления

сети с обязательным изменением направления потока мощности.

Для настройки токовой защиты можно использовать 12 типов стандартных ВТХ (ВхANSI, 4хМЭК) или создать собственную характеристику (характеристику пользователя). Кроме этого, посредством программного обеспечения TELUS пользователь имеет возможность создать библиотеку стандартных ВТХ защитных устройств (предохранителей, традиционных реле), которая может пополняться характеристиками стандартных устройств, используемых в конкретной сети. Эти библиотечные характеристики могут быть использованы в качестве базовых (фоновых) для согласования с ВТХ реклоузеров. Все согласуемые ВТХ отображаются в окне настройки защит TELUS, что в значительной степени облегчает проектирование и выбор уставок защит реклоузеров.

Важной отличительной особенностью токовой защиты РВА/ТЕЛ является исключительно малая степень селективности – 0,1-0,2 с. Для сравнения минимальная степень селективности для электромеханических терминалов реле составляет 0,5 с, а для микропроцессорных – не менее 0,3 с. Это позволяет даже при малых выдержках времени на головных участках линии согласовывать характеристики нескольких последовательно установленных реклоузеров.

Диапазон уставок токовой защиты от междуфазных КЗ имеет следующие значения:

Таблица 2  
Диапазон уставок токовой защиты

Степень	Диапазоны по току, А	Выдержка времени, с
OC1+	OC1 - 10 - 1280 (шаг 1)	0 - 120 (шаг 0,01)
OC2+	OC2 - 10 - 1280 (шаг 1)	0 - 120 (шаг 0,01)
OC3+	OC3 - 20 - 6000 (шаг 1)	0 - 2 (шаг 0,01)

3.1.3. Защита от однофазных замыканий на землю

Защита от однофазных замыканий на землю выполнена токовой с контролем  $I_0$  посредством датчика тока нулевой последовательности. Защита по выбору пользователя может быть направленной и ненаправленной. Защита имеет независимую времютковую характеристику с возможностью независимой настройки в прямом и обратном направлении потока мощности. Возможно действие на сигнал или отключение. Преимущественно находит применение в сетях с резистивно заземленной нейтралью, а также в сетях с изолированной нейтралью и токами замыкания на землю более 4А.

**Таблица 3**  
**Диапазон уставок защиты от однофазных замыканий на землю**

Название	Диапазон	Шаг
Уставка по току, А	4-80	1
Уставка по времени, с	0-120	0,01

### 3.1.4. Защита минимального напряжения

Использование встроенных с обеих сторон реклоузера датчиков напряжения позволяет реализовать эффективную защиту минимального напряжения (ЗМН). Защита может быть выполнена по фазным и линейным напряжениям. Может быть использована в качестве делительной автоматики в послеварийных режимах работы сети или для защиты потребителей, чувствительных к асимметрии напряжения.

- ЗМН по фазным напряжениям - реагирует на симметричное снижение напряжений ниже уставки;

**Таблица 4**  
**Диапазон уставок ЗМН по фазным напряжениям**

Название	Диапазон	Шаг
Уставка по напряжению, о.е. от Уном	0,5-1	0,01
Уставка по времени, с	0-180	0,01

- ЗМН по линейным напряжениям - используется для защиты потребителей чувствительных к асимметрии напряжения.

**Таблица 5**  
**Диапазон уставок ЗМН по линейным напряжениям**

Название	Диапазон	Шаг
Уставка по напряжению, о.е. от Уном	0,5-1	0,01
Уставка по времени, с	0-180	0,01

### 3.1.5. Автоматический ввод резервного питания

Реклоузер РВА/TEL позволяет без установки дополнительных измерительных трансформаторов напряжения выполнять функцию автоматического ввода сетевого резерва на линии. При этом АВР может выполняться односторонним или двухсторонним. Это очень важно, так как в ряде случаев в послеварийном режиме один из центров питания не в состоянии запитать «хвост» поврежденного фидера и в этом случае целесообразно выполнить АВР односторонним.

**Таблица 6**  
**Диапазон уставок АВР**

Название	Диапазон	Шаг
Выдержка времени, с	0-180	0,01

### 3.1.6. Автоматическая частотная разгрузка

Реклоузер позволяет эффективно реализовывать автоматическую частотную разгрузку линии (АЧР).

**Таблица 7**  
**Диапазон уставок АЧР**

Название	Диапазон	Шаг
Режим работы	отключение / сигнал	-
Уставка по частоте, Гц	45-50	0,01
Уставка по времени, с	0-120	0,01

### 3.1.7. Автоматическое повторное включение

В реклоузере выполнено трехкратное АПВ (0-0,1с-80-1с-80-1с-80) с независимым пуском от токовых защит, защиты от однофазных замыканий на землю, а также автоматическое включение при возврате защит минимального напряжения. Может выполняться с контролем напряжения. При каждом отключении для каждой ступени может быть изменен режим действия - с запретом или разрешением АПВ, а для первой ступени токовой защиты - действие на сигнал.

Особенностью АПВ реклоузера является то, что пуск АПВ выполнен отдельными модулями от каждой из видов защит. Это дает возможность пользователю по-разному настраивать автоматическое повторное включение в зависимости от вида повреждения, произошедшего в сети.

Автоматика повторного включения в РВА/TEL характеризуется отключениями в циклах АПВ. Всего возможно четыре отключения: 1-е (до 1АПВ), 2-е (после 1АПВ), 3-е (после 2АПВ) и 4-е (после 3АПВ). Принципиальным отличием АПВ реклоузера от традиционных терминалов РЗА является возможность работы с разными характеристиками токовых защит в циклах АПВ.

Для настройки этой функции используется карта АПВ, которая позволяет вводить или выводить отдельные ступени токовой защиты в разных циклах АПВ. Таким образом, реклоузер по факту отключения переходит на соответствующие настройки отключения того или иного цикла АПВ с возможностью ввода или вывода разных ступеней защит. Эта особенность позволяет эффективно согласовывать времятоковые характеристики последовательно установленных реклоузеров между собой, производить координацию защит реклоузеров на магистралях и защитных устройств на ответвлениях (предхранителях).

**Таблица 8**  
**Диапазон уставок АПВ**

Цикл	Диапазон, с	Шаг, с
1	0,1-180	0,01
2	1-180	0,01
3	1-180	0,01

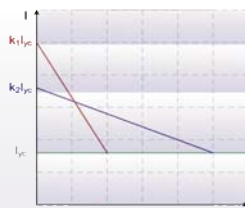
DE	AR map	Trps:				
map	1st	2nd	3rd	4th		
OC1+	✓	R	R	L	L	
OC2+	✓	D	R	L	L	
OC3+	✓	R	L	L	L	
OC1-	✓	R	L	L	L	
OC2-	✓	D	L	L	L	
OC3-	✓	D	D	D	D	

TELUS

SRP	1	AR	OCEF	NHP	+
OC1-	D	D	D	D	D
OC2-	D	D	D	D	D
OC3-	D	D	D	D	D
SRP <td>1</td> <td>AR</td> <td>OCEF</td> <td>NHP</td> <td>+</td>	1	AR	OCEF	NHP	+
+Trps	1	2	3	4	+
OC1+	D	D	D	D	D
OC2+	D	D	D	D	D

Панель управления

Карта АПВ



$I_{c2}$  – уставка срабатывания токовой защиты от междуфазных КЗ;  
 $K_1$  и  $T_1$  – коэффициенты отстройки от бросков тока намагничивания и пусковых токов двигателей;  
 $K_2$  и  $T_2$  – коэффициенты отстройки от бросков тока при включении на холодную нагрузку

Диаграмма кривых отстройки от бросков тока

### 3.1.8. Отстройка от пусковых токов

Практически всегда при первом включении линии возникает переходной процесс, характеризующийся кратковременными бросками тока. Эти броски тока связаны с токами намагничивания ненагруженных трансформаторов, пусковыми токами двигателей или включением «холодной нагрузки». Первые два режима характеризуются значительными, но кратковременными бросками тока. Включение «холодной нагрузки» происходит при включении группы электроприемников, которые после потери питания в течение некоторого времени выходят на номинальный режим, а, следовательно, на это время происходит менее значительный бросок тока, но более длительный по времени. Характерным примером таких нагрузок являются системы кондиционирования и холодильные установки.

Токовая защита от междуфазных коротких замыканий РВА\TEL предусматривает возможность отстройки от этих режимов. Оба вышеназванных случая представлены в реклоузере в виде характерных кривых. Отстройка производится путем заглубления одной из ступеней токовой защиты от междуфазных КЗ. Для этого задаются коэффициенты и времена, характеризующие кривые соответствующих режимов отстройки. При такой отстройке уставка токовой защиты линейно уменьшается от максимального значения до нормального, как показано на рисунке.

### 3.1.9. Режим «работа на линии»

В случае выполнения оперативных или ремонтных работ на линии без снятия напряжения необходимо обеспечить надежную защиту оперативного персонала от последствий возможных повреждений в сети. Для этого в реклоузере предусмотрена возможность местного или дистанционного ввода режима «работа на линии». При этом вводится дополнительная ускоренная ступень токовой защиты с независимой времятоковой характеристикой, действующая с запретом любого автоматического повторного включения.

Таблица 9

Диапазон уставок режима «работа на линии»

Название	Диапазон	Шаг
Уставка по току, А	10-1280	1
Уставка по времени, с	0-2	0,01

### 3.1.10. Координация последовательности зон

Очень часто выдержка времени защит в центрах питания органичена на уровне 0,4-0,6 с. В проектах комплексной автоматизации сети, когда необходимо согласовать большое число последовательно установленных аппаратов, этого значения оказывается не достаточно. В этом случае традиционные терминалы РЗА на ситуацию повлиять не могут и как следствие используются в ручных режимах работы. Реклоузер РВА\TEL позволяет решать данную задачу за счет наличия функции координации последовательности зон в циклах АПВ.

Режим координации последовательности зон является исключительно реклоузерской функцией и предназначен для координации времятоковых характеристик последовательно установленных аппаратов. Режим предусматривает возможность перехода токовых защит от междуфазных КЗ на времятоковые характеристики соответствующего цикла АПВ по факту пуска и возврата защит. Режим аналогичен переходу с характеристик одного отключения в циклах АПВ на другое, рассмотренному выше, только в данном случае переход осуществляется не по факту отключения реклоузера, а по факту регистрации превышения измеряемого тока над уставкой (пуск защиты) с последующим его уменьшением ниже тока возврата (возврат защиты) без отключения реклоузера.

### 3.2. Измерение электрических величин

Использование в качестве измерительных органов реклоузера РВА\TEL встроенных в коммутационный модуль комбинированных датчиков тока и напряжения позволяет обеспечить широкие возможности по измерению параметров режима работы распределительной сети. В таблице 10 представлен перечень измеряемых параметров и диапазоны измерения. В последних двух столбцах таблицы указано применение измеряемых величин (для целей РЗА или для целей индикации).

**Таблица 10**  
**Измеряемые параметры сети**

Измеряемая величина	Диапазон значений	Шаг	Применение	
			РЗиА	Индик.
Фазные токи, А	10-7000 А	1 А	+	+
Фазные напряжения, кВ	0,5-18 кВ	0,1 кВ	+	+
Линейные напряжения, кВ	0,8-30 кВ	0,1 кВ	+	+
Напряжение прямой последовательности, кВ	0,5-18 кВ	0,1 кВ	+	-
Ток прямой последовательности, А	10-7000 А	1 А	+	-
Ток нулевой последовательности, А	4-7000 А	1 А	+	+
Угол между током и напряжением прямой последовательности	0-359°	1°	+	-
Угол между током и напряжением нулевой последовательности	0-359°	1°	+	-
Одно и трехфазная полная, активная и реактивная мощность, кВА (кВт, кВар)	0-65535	1	-	+
Одно и трехфазная полная и реактивная энергия в прямом и обратном направлении мощности, кВАч (кВарч)	0-999999	1	-	+
Частота со стороны ABC и RST <sup>1)</sup>	45-55 Гц	0,01 Гц	+	+
Чередование фаз со стороны ABC и RST <sup>2)</sup>	ABC/ACB/ ???	-	-	+
	RST/RTS/???			
Направление мощности	+,-,?			
	+,-,?	-	+	+
	+,-,?			
Пофазный и трехфазный коэффициент мощности	0-1	0,01	-	+

**1)** При снижении напряжения во всех фазах ниже 0,5 кВ значение частоты берется из памяти

**2)** При снижении любого фазного напряжения ниже 50% от номинального индицируется «???»

### 3.3. Диагностика состояний

В реклоузере предусмотрена система фиксирования событий и диагностики состояний, которая осуществляет регистрацию всех событий, происходящих в реклоузере РВА/TEL (например, состояния РЗА, пуски и срабатывания защит и автоматики, операции включения и отключения и т.д.), для последующего отображения этой информации, формирования журналов оперативных и аварийных событий и передачи по системе телемеханики.

Система осуществляет диагностику функционирования основных модулей и элементов шкафа управления, внутренних коммуникаций, проверяет соответствие времен включения и отключения коммутационного модуля. При обнаружении неисправности формируется соответствующий сигнал.

Все сигналы разбиты на подгруппы (типы) в соответствии с их смысловым значением:

1. Общие сигналы;
2. Сигналы пуска защит;
3. Сигналы, связанные с отключениями реклоузера;
4. Сигналы, связанные с действием защит на сигнал;
5. Сигналы, связанные с включениями реклоузера;
6. Сигналы состояния защит;
7. Сигналы неисправности реклоузера;
8. Предупредительные сигналы.

### 3.4. Журналы и счетчики оперативных и аварийных событий

В процессе эксплуатации распределительной сети возникает потребность в оперативной информации о ее состоянии, режимах ее функционирования, различных повреждениях на линии. Эта информация необходима для анализа существующего состояния сети, принятия решения об управлении режимами ее работы, планирования перспективного развития.

Для этих целей в вакуумном реклоузере PBA\TEL предусмотрена возможность ведения журналов и счетчиков оперативных и аварийных событий:

- журнал включений и отключений;
- журнал данных об аварии;
- журнал событий;
- журнал изменения данных;
- журнал изменения нагрузки;
- счетчик операций «ВО»;
- счетчик аварийных отключений;
- счетчик SCADA-системы.

Полностью журналы и информацию по счетчикам можно просмотреть с персонального компьютера с помощью программы TELUS, поставляемой вместе с реклоузером. С панели управления RC\TEL можно просмотреть журнал включений и отключений и информацию по счетчикам.

В памяти шкафа управления реклоузера может храниться ограниченное количество записей журналов. После заполнения журнала новые записи затирают наиболее старую информацию. Объем журналов в программе TELUS ограничен лишь дисковым пространством персонального компьютера.

#### 3.4.1. Журнал событий

Журнал наиболее полно отражает события, происходившие в линии. В журнале регистрируется информация о последних 1300 событиях, связанных с работой реклоузера. Регистрируются факты включения и отключения реклоузера, пуски и возвраты различных защит и автоматики, изменение состояния или настроек реклоузера, и другие события. Каждое событие описывается датой и временем появления, описанием того, что произошло, причиной событий и др.

#### 3.4.2. Журнал включений и отключений

В этом журнале регистрируется информация о последних 50 операциях включения или отключения реклоузера. После каждой операции фиксируется информация о дате и времени операции, виде операции (включение или отключение), причине (например, отключение с панели управления), значимом состоянии после операции, о зафиксированном критическом параметре (предельное измеренное значение тока или напряжения).

#### 3.4.3. Журнал данных об аварии

По каждому аварийному отключению реклоузера формируется журнал данных об аварии. Журнал включает в себя информацию о четырех последних аварийных отключениях реклоузера от защит. Запись по каждому отключению содержит 50 показаний действующих значений фазных токов, фазных и линейных напряжений, напряжения прямой последовательности и частоты сети, взятых с периодом, равным периоду промышленной частоты за последнюю секунду до отключения реклоузера.

Информация в журнале может быть представлена в табличной и графической форме в виде диаграммы развития аварийного процесса в линии. Журнал удобно использовать при анализе развития аварии в линии.

#### 3.4.4. Журнал изменения нагрузки

Данный журнал регистрирует до 3840 показаний трехфазной и однофазной полной, активной и реактивной мощности, для каждого направления потока мощности. Значения мощности усредняются за период 5/10/15/30/60 минут, который определяет пользователь. Таким образом, могут быть получены данные о нагрузке за период времени соответственно 13,3/26,7/40/80/160 суток. Отдельно представляются данные об изменении нагрузки в положительном направлении потока мощности и в отрицательном направлении потока мощности.

Каждая запись данных о нагрузке сопровождается датой и временем и содержит в себе следующие столбцы данных: kVA, kW, kVA<sub>r</sub>, A kVA, A kW, A kVA<sub>r</sub>, B kVA, B kW, B kVA<sub>r</sub>, C kVA, C kW, C kVA<sub>r</sub>.

Информация журнала изменения нагрузок может быть представлена в табличной и графической форме.

#### 3.4.5. Журнал изменения данных

Функциональный журнал, в котором регистрируется информация о последних 50 событиях, связанных с изменением уставок, настроек и режимов работы защит, режима питания внешней нагрузки, удалением информации из журналов и счетчиков и др. Каждое событие содержит информацию о дате и времени события, изменяемом параметре, его новом и предыдущем значении, а также источник изменения.

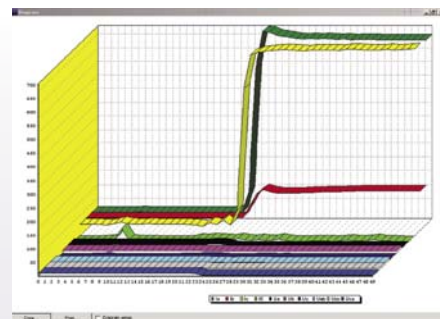
#### 3.4.6. Счетчики

- Счетчик операций «ВО»

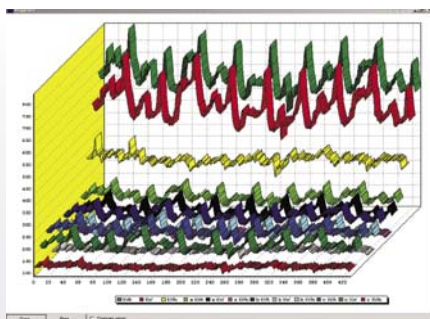
Счетчик содержит информацию о суммарном количестве операций «ВО» и представляет данные о механическом и коммутационном износе контактов.

Механический износ, выражаемый в %, определяется как отношение суммарного количества операций «ВО» к механическому ресурсу коммутационного модуля реклоузера (30000 операций «ВО»).





**Диаграмма развития аварийного процесса в линии**



**Графическое отображение журнала изменения нагрузок TELUS**

Износ контактов вычисляется для каждого полюса коммутационного модуля по приведенной ниже формуле, учитывающей коммутационный ресурс при различных значениях отключаемых токов:

$$W = \sum_{I=1}^n \frac{1}{N(I)} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где  $W$  – износ контактов, %;  $N$  – количество отключений, раз;  $I$  – максимальный фазный ток, зарегистрированный при отключении, кА;  $N(I)$  – предполагаемый коммутационный ресурс при заданном токе  $I$ , определяемый по диаграмме коммутационного ресурса, раз.

■ Счетчик аварийных отключений

Счетчик аварийных отключений осуществляет измерение количества отключений рекулозера от защиты от междуфазных КЗ по каждой фазе (А, В, С), защиты от однофазных замыканий на землю, от защит минимального напряжения и АЧР.

### 3.5. Внешние коммуникации

Рекулозер вакуумный РВА/TEL предлагает пользователям широкие возможности в части внешних коммуникаций, управления и обмена данными. РВА/TEL может работать в двух режимах управления: местный и дистанционный.

В местном режиме управление и обмен данными осуществляется посредством:

- панели управления на внутренней двери шкафа управления;
- персонального компьютера с программным обеспечением TELUS, подключенного к разъему RS232 на панели управления;

Дистанционные коммуникации осуществляются посредством:

- релейно-контактных систем управления с использованием модулей дискретных входов/выходов;

- систем телемеханики с использованием различных каналов связи;
- персонального компьютера с программным обеспечением TELUS Remote, подключенного к внутренним коммуникационным интерфейсам шкафа управления;
- SMS сообщений, управляемых с мобильного телефона.

Возможности рекулозера в части управления и отображения информации посредством вышеназванных способов приводятся в Приложении 4.

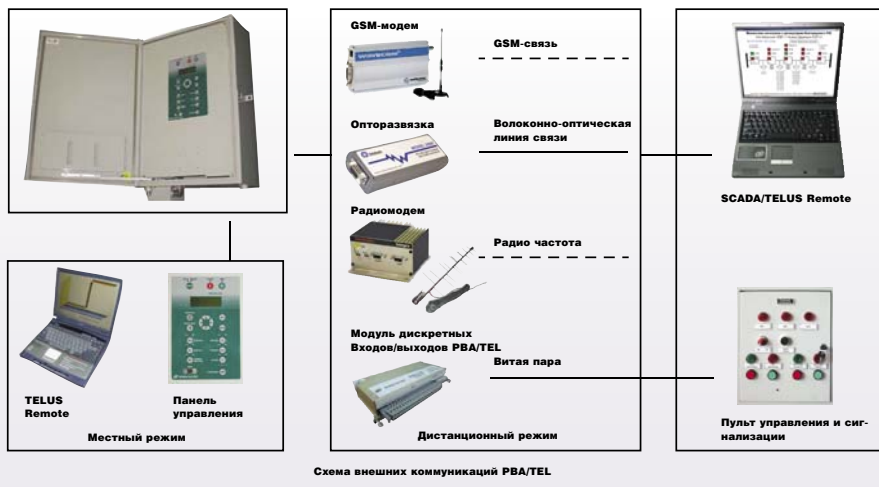
#### 3.5.1. Панель управления

Панель управления представляет из себя кнопочный пульт управления с жидкокристаллическим экраном. Для удобства пользователя на панель вынесены кнопки быстрого ввода/вывода наиболее часто употребляемых защит, кнопки выбора активной группы уставок, кнопка выбора режима управления (местное или дистанционное). Дополнительно на панель вынесены кнопки навигации меню, включения и отключения рекулозера, а также кнопки управления питанием и яркостью экрана. Для соединения с персональным компьютером на панели управления расположен интерфейсный разъем RS232.

С панели управления возможно выполнение следующих функций:

- включение или отключение рекулозера;
- изменение режима управления;
- ввод или вывод защит;
- системная настройка рекулозера;
- настройка релейной защиты и автоматики;
- считывание журнала включений и отключений;
- считывание показаний счетчика.

Панель управления имеет удобное и простое меню. В руководстве по эксплуатации на вакуумный рекулозер РВА/TEL (ТШАГ674153101РЭ) имеется подробное описание системы меню.



### 3.5.2. Программное обеспечение TELUS

Для управления реклоузером PBA/TEL посредством персонального компьютера было разработано специальное программное обеспечение TELUS (Tavida Electric User Software). Данное программное обеспечение позволяет:

- управлять реклоузером;
- изменять основные настройки аппарата;
- изменять уставки релейной защиты и автоматики;
- выбирать активную группу уставок;
- вводить/выводить защиты;
- считывать показания журналов оперативных и аварийных событий.

Программа TELUS является неоценимым помощником при проектировании реклоузеров. Удобный интерфейс, гибкие настройки, работа с графическими диаграммами, библиотеки времятоковых характеристик позволяют проектировщику быстро производить настройку релейной защиты и автоматики PBA/TEL.

Программное обеспечение TELUS позволяет работать с несколькими реклоузерами. Информация о настройках каждого аппарата может сохраняться в отдельных файлах и храниться в недоступных для посторонних лиц местах. В программе предусмотрено несколько уровней доступа к информации для целей разграничения ответственности (настройка РЗА для службы релейной защиты, настройки SCADA – для специалистов служб диспетчерского управления и т.д.). Предусмотрена возможность автоматической архивации данных.

В режиме местного управления связь с реклоузером осуществляется посредством разъема RS232 на панели управления. Скорость передачи информации составляет до 19200 Кбит/сек.

TELUS предусматривает два режима работы с PBA/TEL:

1. On-line - с подключением персонального компьютера к шкафу управления.

В режиме on-line осуществляется загрузка основных настроек в шкаф управления PBA/TEL, считывание журналов оперативных и аварийных событий, управление коммутационным модулем и шкафом управления, а также программное тестирование релейной защиты и автоматики.

2. Off-line - без подключения персонального компьютера к шкафу управления.

В режиме off-line производится анализ работы PBA/TEL, работа с данными журналов оперативных и аварийных событий, подготовка настроек системы PBA/TEL, а также графическое согласование уставок релейной защиты и автоматики.

### 3.5.3. Проводные системы дистанционного управления

Для организации простейших систем дистанционного управления реклоузером по проводным каналам связи с использованием кнопочных пультов управления и сигнализации шкафа управления PBA/TEL может быть укомплектован одним или двумя модулями дискретных входов/выходов (МДВВ). Каждый модуль содержит 6 дискретных входов, у которых один контакт является общим, и 6 выходных бистабильных реле с переключающимися контактами, 5 из которых также имеют общий контакт, а один переключающийся контакт является независимым.

Для установки модуля в шкафу управления предусмотрено специальная монтажная плата и монтажные отверстия для крепления. В зависимости от напряжения управления, прикладываемого к дискретным входам, существует два типа МДВВ: ИОМ/TEL-12/60 и ИОМ/TEL-100/250. В стандартный комплект поставки реклоузера МДВВ не входит и поставляется по отдельному заказу.

Управление реклоузером посредством МДВВ осуществляется подачей постоянного напряжения на его входы, каждый из которых может быть запрограммирован на выполнение определенной функции. В ряде случаев в качестве источника напряжения, подаваемого на входы МДВВ, может использоваться система бесперебойного питания шкафа управления. Появление напряжения на одном из входов воспринимается модулем микропроцессора как сигнал на выполнение той или иной команды. Сигнализация обеспечивается переключением выходных контактов реле модулем микропроцессора после возникновения событий, определенных пользователем. Кроме заранее определенного в шкафу управления перечня сигналов, на дискретные входы могут заводиться сигналы с внешних устройств (датчик открытия двери шкафа управления) с возможностью последующей передачи этих сигналов по SCADA системам.

Подробный перечень сигналов управления и сигнализации при использовании модуля дискретных входов/выходов приводится в Приложении 4.

### 3.5.4. Организация SCADA-систем

Наиболее совершенным способом дистанционного управления реклоузером является его применение в различных SCADA системах. SCADA система, или система телемеханики, как ее принято называть в странах СНГ, позволяет визуализировать удаленные объекты на едином диспетчерском центре, с которого осуществляется управление этим объектом, а также получение ответной информации в виде различных сигналов телесигнализации или телеиндикации.

На сегодняшний день на рынке существует большое количество различных поставщиков SCADA систем и комплектующего оборудования. При этом основным параметром всех этих систем является вид протокола передачи информации или, другими словами, язык общения между единым диспетчерским центром (SCADA системой) и управляемым объектом. На сегодняшний день в странах СНГ широкое распространение получили протоколы Modicon Modbus, протоколы на базе МЭК-870.

Другим характерным параметром является вид канала передачи информации. К наиболее распространенным каналам передачи информации относятся GSM связь, радиосвязь и волоконно-оптические линии связи.



**SCADA**

Наличие SCADA системы для выполнения основных функций реклоузера не требуется, поскольку на базе РВА/TEL реализуется децентрализованное автоматическое секционирование линий. Тем не менее, использование реклоузеров совместно со SCADA системой позволяет визуализировать сеть, получать оперативную информацию о текущих режимах, о состоянии РВА/TEL и в конечном счете сделать сеть управляемой. Вакуумный реклоузер РВА/TEL позволяет успешно решать эту задачу.

В составе РВА/TEL имеется все необходимое для его интеграции в существующие и вновь создаваемые SCADA системы:

#### 1. Протоколы передачи информации

РВА/TEL поддерживает стандартные протоколы передачи информации Modicon Modbus и DNP3. В случае, если в существующей или вновь создаваемой системе используется другой протокол, информация с реклоузера передается через специальные дополнительно устанавливаемые конвертеры протоколов.

#### 2. Канал связи

РВА/TEL поддерживает возможность передачи информации по проводным каналам связи (интерфейс RS485 или RS232, волоконно-оптические линии связи) или беспроводным каналам связи (радио связь, GSM связь).

### 3. Устройства связи

Для подключения устройств связи в шкафу управления реклоузеров имеются наиболее часто применяемые коммуникационные интерфейсы RS232 и RS485. Передающее устройство (радиомодем, GSM-модем, устройство оптоволокна), если оно отвечает требованиям по габаритам и току потребления (см. п.2.2.6), может быть установлено непосредственно в шкафу управления реклоузером и запитано от его системы бесперебойного питания.

Возможны следующие варианты организации связи с вакуумным реклоузером PBA\TEL в SCADA-системах:

- Прямое управление - связь с диспетчерским пунктом осуществляется напрямую из шкафа управления реклоузера. Для этого в шкафу управления устанавливается передающее устройство (одно из перечисленных выше) и аналогичное устройство устанавливается на диспетчерском пункте. В данном случае SCADA система обращается напрямую к каждому отдельному реклоузеру.
- Через устройство сбора и передачи информации – когда связь с реклоузером осуществляется через промежуточное устройство сбора и передачи данных (УСПД). В данном случае, SCADA система обращается к УСПД, с которым, в свою очередь, «общаются» реклоузеры. При этом для реклоузера важен только канал связи с УСПД.

#### 3.5.5. Дистанционное управление посредством TELUS Remote

Зачастую применение реклоузеров связывается с возможностью организации SCADA-систем в электрической сети. В ряде случаев у пользователей отсутствует собственная SCADA-система. Разработка полноценной SCADA-системы требует значительных капитальных и временных затрат. Необходимо определить перечень телемеханизируемого оборудования, выбрать поставщика SCADA-системы, определиться с типом протокола передачи и данных и каналом связи.

В случаях, когда возникает потребность в дистанционном управлении реклоузером без организации полноценной SCADA-системы целесообразно использовать специальные функции программы TELUS Remote.

TELUS Remote – это расширенная версия программы TELUS. Программное обеспечение TELUS Remote при подключении к коммуникационному интерфейсам внутри шкафа управления позволяет в дистанционном режиме осуществлять все те же функции, что и в местном режиме управления при подключении персонального компьютера к разьему RS232 на панели управления. Другими словами у пользователя появляется возможность дистанционного изменения настроек релейной защиты и автоматики, считывания всех журналов оперативных и аварийных событий.

TELUS Remote позволяет реализовать так называемую функцию не инициализированного ответа, когда в случае какого-либо события реклоузер сам связывается с диспетчерским компьютером на котором запущена программа и передает соответствующее сообщение о событии. При этом на мониторе диспетчера выдается информационная панель с информацией о произошедшем событии.

Отличительной особенностью дистанционного управления реклоузером посредством TELUS Remote по сравнению со SCADA системой является отсутствие мнемосхемы сети – визуальный интерфейс общения с реклоузером полностью аналогичен стандартному виду программы TELUS в местном режиме управления.

Преимуществом использования программы TELUS Remote для дистанционного управления PBA\TEL является отсутствие необходимости разработки и наладки полноценной SCADA системы. Для организации управления достаточно обеспечить любой доступный канал связи (GSM, радио, RS485 или ВОЛС) между персональным компьютером на котором установлена программа TELUS Remote и реклоузерами в сети. Если в дальнейшем планируется разработка полноценной SCADA-системы, все реклоузеры могут быть в нее интегрированы.

В ряде случаев возникает потребность вывести полное управление реклоузером со шкафа управления в удаленное на некоторое расстояние сооружение (диспетчерский пункт, блок бокс). И в этом случае крайне эффективно использовать программу TELUS Remote в режиме дистанционного управления, а шкаф управления в целях вандалозащищенности установить в зоне напряжения, непосредственно под коммутационным модулем.

## 4. Монтаж и подключение реклоузеров в линию

### 4.1. Установка на опоры воздушных линий

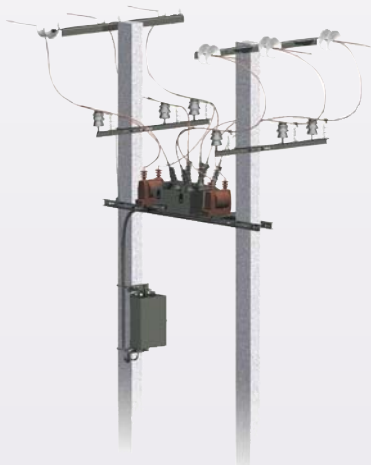
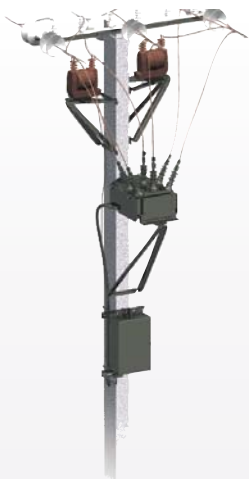
Для удобства пользователей компания Таврида Электрик разработала монтажные комплекты для установки РВА\TEL на опоры воздушных линий электропередачи. Возможна установка реклоузера на одну или две железобетонные стойки опоры типа СВ. Габаритно-присоединительные размеры комплектов приводятся в Приложении 5

Монтажные комплекты Таврида Электрик выполнены из прочных материалов, покрытых слоем порошковой краски. В состав комплектов входит все необходимое для установки вакуумного реклоузера РВА\TEL на опоры линии. Для установки РВА\TEL с применением двухопорного комплекта пользователю необходимо установить две железобетонные стойки опоры с траверсами и подвесными изоляторами, а также обеспечить спуск заземления. При использовании одноопорного необходимо обеспечить стойку опоры и внешний спуск заземления. Траверса без подвесных изоляторов входит в комплект. Соединительные зажимы и провода для подключения реклоузера и дополнительного оборудования входят в состав каждого комплекта.

В случаях если предложенные комплекты не удовлетворяют требованиям проекта, допускается изменение существующих или применение иных комплектов собственного производства пользователя при согласовании с компанией Таврида Электрик. При разработке комплектов, отличных от стандартных, необходимо исключить консольное крепление коммутационного модуля к опоре линии.

Коммутационный модуль устанавливается на поддерживающую конструкцию с использованием монтажных отверстий на корпусе модуля. Установка модуля допускается только в горизонтальном положении (вводами вверх). При этом необходимо обеспечить доступ к кольцу ручного отключения и видимость указателя положения главных контактов. При подъеме коммутационного модуля на опоры ВЛ использование высоковольтных выводов не допускается.

Шкаф управления устанавливается на теле опоры. Максимальное расстояние от шкафа управления до коммутационного модуля не может превышать максимальной длины соединительного кабеля - 12 м. Высота установки шкафа управления определяется проектом по требованию пользователя. Для повышения вандалозащищенности шкафа управления целесообразна его установка в зону напряжения (непосредственно вблизи коммутационного модуля).



Варианты установки реклоузера на опоры ВЛ

Более подробные рекомендации по установке РВА/TEL на опоры воздушных линий приводятся в соответствующей инструкции по монтажу, поставляемой вместе с каждым монтажным комплектом.

#### 4.2. Принципиальная схема включения в линию

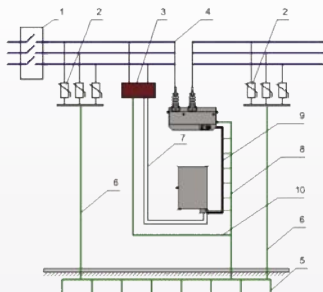
Принципиальная электрическая схема включения РВА/TEL в линию электропередачи определяется схемой электрической сети.

Для организации оперативного питания реклоузера предусматривается установка одного или двух трансформаторов собственных нужд мощностью не менее 200ВА. Для этой цели допускается также использование существующих электрических сетей номинальным напряжением переменного тока 100, 127 или 220 В. Трансформаторы по желанию пользователя могут включаться в комплект поставки реклоузера.

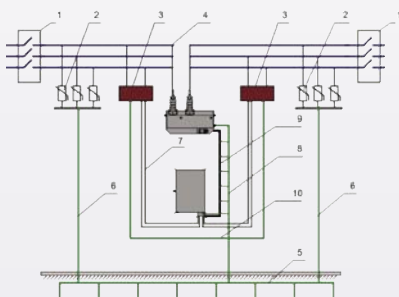
Для защиты РВА/TEL от перенапряжений используются ограничители перенапряжений наружной установки. Рекомендуется установка одного комплекта (в комплекте 3 ОПН) ограничителей перенапряжений при использовании РВА/TEL в качестве фидера на питающей подстанции, при наличии ОПН на сборных шинах. В остальных случаях применения РВА/TEL необходима установка двух комплектов ограничителей перенапряжения.

Допускается отказ от приобретения ограничителей перенапряжения в случае наличия аналогичных ОПН наружной установки и Заказчика или в случае наличия в сети уже установленных ограничителей перенапряжений или других средств защиты от грозовых перенапряжений, если расстояние от РВА/TEL до места установки этих средств не превышает 60 м. ОПН по желанию пользователя могут включаться в комплект поставки РВА/TEL.

По требованиям безопасности для организации видимого разрыва в линии допускается с одной или двух сторон установка линейных разъединителей. Установка разъединителей допускается на соседних опорах на расстоянии не более 1 длины пролета или в непосредственной близости, на расстоянии 10-15 м от места установки реклоузеров. При установке разъединителя на расстоянии до 1 длины пролета рекомендуется на опорах, на которых устанавливается РВА/TEL, со стороны тяжения провода устанавливать железобетонные откосы. Линейные разъединители в комплект поставки РВА/TEL не входят.



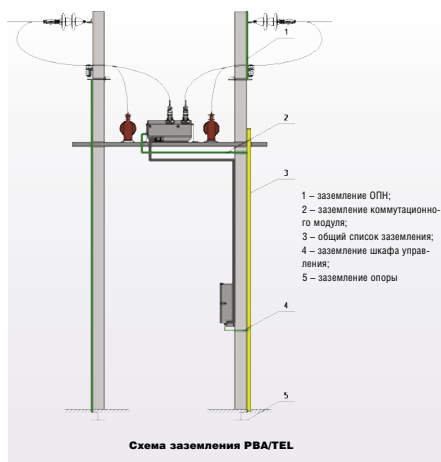
а) При одностороннем питании



б) При двухстороннем питании

- 1 – линейный разъединитель;
- 2 – ограничители перенапряжения (ОПН);
- 3 – трансформатор собственных нужд;
- 4 – подключение коммутационного модуля;
- 5 – контур заземления опоры;
- 6 – слух заземления ОПН;
- 7 – кабель внешнего питания шкафа управления;
- 8 – слух заземления шкафа управления и коммутационного модуля;
- 9 – соединительный кабель;
- 10 – заземление трансформатора собственных нужд.

Принципиальная схема включения РВА/TEL



#### 4.3. Заземление реклоузера

Для заземления корпусов коммутационного модуля и шкафа управления используются имеющиеся болты заземления. Заземление выполняется медным проводником на общий спуск заземления, выполненный из листовой стали или катанки. Заземление коммутационного модуля выполняется проводником сечением 20 мм<sup>2</sup>, шкафа управления – 3,5 мм<sup>2</sup>. Заземляющие проводники входят в состав стандартных монтажных комплектов.

Заземление трансформаторов собственных нужд допускается выполнять через общий спуск заземления РВА/ТЕЛ. Заземление ОПН рекомендуется производить отдельным спуском. Установка ОПН на корпус коммутационного модуля не допускается. Сопротивление заземляющего контура опоры ВЛ должно соответствовать требованиям ПУЭ и находиться в пределах от 4 до 10 Ом в зависимости от условий заземления дополнительно устанавливаемого оборудования (устройства связи и т.д.).

## 5. Техническое обслуживание

В процессе эксплуатации реклоузер РВА/ТЕЛ не требует проведения периодических (плановых) текущих, средних и капитальных ремонтов в течение всего срока службы. Измерительные датчики тока и напряжения не требуют обслуживания и проведения поверочных работ в течение всего срока службы реклоузера.

Перед отгрузкой потребителям реклоузеры РВА/ТЕЛ проходят комплекс приемосдаточных испытаний о чем имеется соответствующая отметка в паспорте.

Перед вводом в эксплуатацию рекомендуется выполнить проверку работоспособности реклоузера путем выполнения нескольких операций включения и отключения, а также проверить работоспособность механизма ручного отключения.

Профилактический контроль технического состояния реклоузера допускается проводить в следующие сроки: при вводе

в эксплуатацию, первую проверку – через 2 года эксплуатации, повторные – через 5 лет.

В объем профилактического контроля входят: проверка общего состояния реклоузера (внешний осмотр), проверка работоспособности коммутационного модуля и шкафа управления, проверка израсходованного коммутационного ресурса по счетчику операций «ВО».

Исключением является необходимость контроля состояния аккумуляторной батареи, и ее замены после истечения срока службы, который при нормальных условиях эксплуатации составляет 10 лет.

В целях сохранения целостности архива данных рекомендуется периодический съем показаний журналов оперативных и аварийных событий.

## 6. Комплектность поставки и оформление заказа

В базовый обязательный комплект поставки вакуумного рекулозера РВА\TEL-10-12,5/630 входят следующие изделия и компоненты:

- Коммутационный модуль OSM\TEL;
- шкаф управления RC\TEL;
- соединительный кабель (6, 8, 10 или 12 м);
- аккумуляторная батарея;
- комплект принадлежностей;
- компакт диск с программным обеспечением TELUS и электронной версией Руководства по эксплуатации (ТШАГ 674153.101 РЭ);
- руководство по эксплуатации (ТШАГ 674153.101 РЭ);
- паспорт;
- свидетельство о приемке шкафа управления, коммутационного модуля и соединительного кабеля.

По желанию пользователя в комплект поставки могут входить:

- трансформаторы напряжения собственных нужд (1 или 2 шт.);
- ограничители перенапряжения (1 или 2 комплекта);
- монтажный комплект для двухопорной установки РВА\TEL;
- монтажный комплект для одноопорной установки РВА\TEL;
- модуль дискретных входов/выходов 12/60 В (1 или 2 шт.);
- модуль дискретных входов/выходов 100/250 В (1 или 2 шт.);
- передающие устройства ( радио или GSM модемы).

Заказ на поставку вакуумных рекулозеров РВА\TEL и дополнительного оборудования оформляется в виде опросного листа по форме, приведенной в Приложении Б.



Базовый комплект

Дополнительное оборудование

## 7. Гарантийные обязательства

Гарантийный срок хранения и эксплуатации рекулозера РВА\TEL составляет 3 года с даты производства, указанной в паспорте.

Гарантийные обязательства предприятия-изготовителя прекращаются:

- при истечении гарантийного срока хранения и эксплуатации;
- при нарушении целостности пломб;
- при выработке коммутационного или механического ресурса;

■ в случае нарушения условий и правил хранения, транспортирования и эксплуатации.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за любые виды косвенного ущерба, вызванного отказом рекулозера.

Отказавшие по вине предприятия-изготовителя в период гарантийного срока рекулозеры (или их модули) бесплатно заменяются или ремонтируются региональными представительствами Таврида Электрик.



## 8. Рекомендации по применению

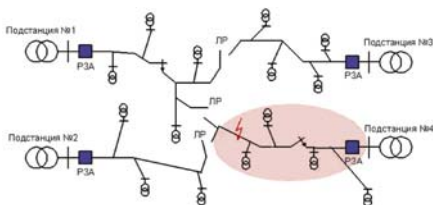
### 8.1. Области применения

Реклоузер предназначен для применения в воздушных (комбинированных) распределительных сетях напряжением 10(6) кВ. Рассмотрим характерные отличительные особенности схем построения воздушных распределительных сетей разной отраслевой принадлежности.

#### 8.1.1. Сети сетевых компаний

Воздушные линии электропередачи 10(6) кВ сетевых компаний построены по радиальному принципу древовидной конфигурации. Сечения проводов ступенчато уменьшаются от головных участков к концу линии, имеют место большое число резервных связей, выполненных на ручных разъединителях. Защитные аппараты (маломасляные выключатели с электромеханическими терминалами РЗА) устанавливаются в центрах питания (подстанциях 10/35,6(10) кВ). Средняя протяженность линий по магистрали составляет 16 км, протяженность ответвлений – 5-6 км. Имеет место значительная неоднородность плотности нагрузки.

#### Схема построения распределительных сетей сетевых компаний

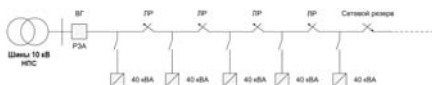


РЗА – защита на электромеханических реле;  
ЛР – ручной линейный разъединитель

#### 8.1.2. Вдольтрассовые линии предприятий транспорта нефти и газа

Традиционная схема электроснабжения линейных объектов трубопровода выполнена по магистральному принципу, зачастую с однократным сетевым резервированием по магистрали. Отличительными особенностями этих схем является значительная протяженность по магистрали – до 100 км, равномерно распределенный характер нагрузок, до сетевого резерва и линии ответвлений порядка 100 м. В классической схеме основная защита линии от повреждений установлена на питающих подстанциях. Для этих целей используются маломасляные, реже вакуумные выключатели, а также электромеханические или электронные терминалы релейной защиты и автоматики.

#### Схема электроснабжения магистральных трубопроводов предприятий транспорта нефти и газа



ЗП – защитный аппарат на отходящей линии;  
РЗА – релейная защита и автоматика;  
ЛР – линейный разъединитель.

#### 8.1.3. Сети предприятий добычи нефти и газа

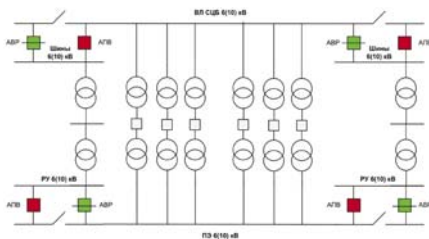
Распределительные сети предприятий добычи нефти и газа в большинстве случаев выполняются по радиальной схеме. Питание потребителей осуществляется от сетей сетевых компаний. Преобладает двигательная нагрузка. Средняя протяженность отходящих линий составляет 2-5 км.

#### 8.1.4. Линии СЦБ предприятий железнодорожного транспорта

Наиболее распространенными схемами электроснабжения систем централизации и блокировок (СЦБ) предприятий железнодорожного транспорта являются схемы консольного и встречно-консольного питания.

При схеме консольного питания напряжение в линию СЦБ подается от одной из тяговых подстанций. В случае пропадания основного питания включается резервный выключатель на смежной тяговой подстанции. Зачастую этот выключатель управляется вручную. Если повреждение устойчивое и включение от смежной подстанции будет не успешным, резервирование устройств СЦБ производится по стороне 0,4 кВ от линии 10(6) кВ продольного электроснабжения. Расстояние между смежными подстанциями составляет порядка 15-25 км. Схема является основной для участков дорог с тягой на постоянном токе.

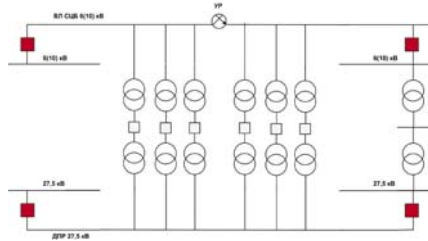
#### Консольная схема построения ВЛ СЦБ



АВР – автоматический ввод резервного питания;  
АТВ – автоматическое повторное включение;  
ПЭ – продольное электроснабжение

При встречно-консольной схеме в нормальном режиме питания осуществляется от шин двух тяговых подстанций. В центре фидера устанавливается разъединитель или выключатель с дистанционным управлением. При отключении любой из питающих подстанций выключатель (разъединитель) включается и запитывает обесточенную полузону. В этом случае расстояние между двумя смежными подстанциями составляет 40-50 км. Схема является основной для участков дорог с тягой на переменном токе 27,5 кВ.

### Встречно-консольная схема построения ВЛ СЦБ



УР – управляемый разъединитель;  
ДПР – два провода – рельс.

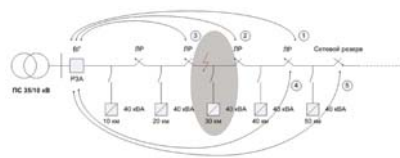
### 8.1.5. Особенности восстановления электроснабжения

Наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных электрических сетях среднего напряжения является **секционирование линии** коммутационными аппаратами (разъединителями, управляемыми разъединителями, пунктами секционирования).

В существующих схемах построения распределительных сетей в основном используется **ручное секционирование**, при котором работа секционирующих аппаратов (разъединителей, пунктов секционирования) зависит от решений верхнего уровня (диспетчера). Ручное секционирование разделяют на местное и дистанционное.

**Ручное местное секционирование** распространено практически везде, где есть воздушная линия электропередачи. Для выделения (секционирования) поврежденного участка сети на магистрали устанавливаются линейные разъединители, а в ряде случаев пункты секционирования на базе ячеек КРУ. Сетевой резерв выполняют вручную. При возникновении повреждения на любом участке происходит отключение защитного аппарата на отходящем фидере и все потребители на длительное время теряют питание. Для локализации повреждения на фидер выезжает оперативная бригада и путем последовательных переездов и переключений разъединителей вручную выделяет поврежденный участок сети и запитывает остальных потребителей.

### Особенности восстановления электроснабжения в классической схеме



1-5 – Этапы поиска и локализации повреждения (переезды оперативных бригад);

1-3 – поиск поврежденного участка;

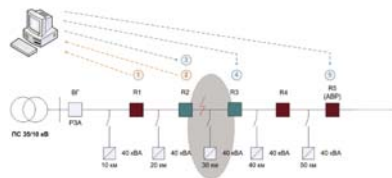
4 – включение участка без повреждения;

5 – подача питания от сетевого резерва на участок без повреждения

Задействуется большое количество техники и персонала. Время, затрачиваемое на переезды оперативных бригад, может достигать до нескольких часов, иногда суток. Уровень надежности электроснабжения в данном может быть достаточно низким. Такой подход к секционированию используется в большей или меньшей степени в сетях любой отраслевой принадлежности.

В последнее время для повышения надежности электроснабжения применяется **ручное дистанционное секционирование** воздушных линий 10(6) кВ. Для этих целей устанавливаются телеуправляемые разъединители или пункты секционирования. В случае возникновения повреждения процесс его локализации полностью аналогичен местному подходу с той разницей, что все переключения выполняются дистанционно.

### Дистанционное управление аварийными режимами работы сети



УР1-УР4 – управляемый разъединитель;

1-5 – Этапы поиска и локализации повреждения (телеуправление из удаленного диспетчерского пункта);

1-3 – поиск поврежденного участка;

4 – включение участка без повреждения;

5 – подача питания от сетевого резерва на участок без повреждения.

Преимуществом дистанционного секционирования является сокращение затрат на многочисленные переезды оперативных бригад и содержание большого штата оперативного персонала. Сокращается время локализации повреждения. Существенным недостатком является необходимость 100% связи с каждым

управляемым элементом сети. В случае выхода из строя канала связи сеть становится полностью не управляемой и весь эффект от телемеханизации разъединителей теряется. При использовании дистанционного ручного управления аварийным режимом большую роль играет диспетчер, которому необходимо постоянно контролировать множеству электрической сети и в случае возникновения аварийного режима проанализировать факт повреждения и правильно принять решение о ее реконфигурации. Дистанционное секционирование получило распространение в основном на вдольтрассовых линиях магистральных трубопроводов, реже на линиях СДБ. В сетях сетевых компаний практически не используется.

## 8.2. Варианты применения РВА\TEL

В основе автоматизации аварийных режимов работы распределительных сетей с применением вакуумных реклоузеров РВА\TEL лежит принцип автоматического секционирования воздушных линий электропередачи. Этот принцип получил название децентрализованной системы секционирования.

Принцип децентрализованной системы секционирования заключается в том, что воздушная линия путем установки нескольких реклоузеров делится на несколько участков. Каждый отдельный секционирующий аппарат является интеллектуальным устройством, которое анализирует параметры режимов работы электрической сети и автоматически производит ее реконфигурацию (локализацию места повреждения и восстановление электроснабжения потребителей неповрежденных участков сети) в соответствии с заранее запрограммированным алгоритмом. Информация о повреждении на линии обрабатывается по месту установки реклоузера в сети – в микропроцессорном шкафу управления. Наличие телемеханики не влияет на выполнение основных функций реклоузера и носит вспомогательный характер (оперативное управление, контроль параметров сети и т.д.). Локализация повреждения происходит децентрализованно.

Преимуществом децентрализованного подхода является значительное сокращение времени поиска и локализации поврежденного участка сети и восстановления питания неповрежденных потребителей, которое сокращается до секунды. Как следствие, снижается риск ущерба для потребителей, сокращаются затраты на поиск и локализацию повреждения. Полностью устраняется человеческий фактор. Не требуется каких либо каналов связи, что существенно сокращает затраты на автоматизацию линий.

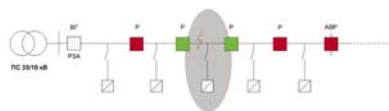
Традиционные пункты секционирования, выполненные на базе ячеек КРУ, имеют в своем составе классические защиты, выполненные на электромеханических или микропроцессорных терминалах реле. Такие защиты весьма затруднительно использовать для автоматического секционирования линий на магистральных

участках сети, особенно в сетях с несколькими источниками. К классическим защитам не предъявляются требования о возможности реализации многократных АПВ, не требуются независимые уставки при различных направлениях потока мощности. Минимальная степень селективности классических микропроцессорных защит составляет 0,3 с, электромеханических – от 0,5 с. Всего этого недостаточно для реализации децентрализованного автоматического подхода. При реализации автоматического секционирования предполагается необходимость согласования РЗА нескольких последовательно установленных аппаратов, изменение настроек РЗА при изменении направления потока мощности в послеаварийных режимах. Как следствие, большая часть установленных пунктов секционирования работает не автоматически.

Вакуумный реклоузер РВА\TEL – коммутационный аппарат, специально разработанный для реализации принципов децентрализованной системы секционирования воздушных распределительных сетей 10(6) кВ. С применением вакуумных реклоузеров РВА\TEL возможны следующие основные варианты автоматического секционирования воздушных распределительных сетей:

- секционирование линий с односторонним питанием и сетевым резервом;
- секционирование линий с применением главных предохранителей;
- разборка и сборка длинных фидеров;
- построение открытых распределительных устройств;
- подключение абонентов электрической сети;
- разграничение балансовой принадлежности между субабонентами;
- оптимизация диспетчерского управления сетью;
- резервирование потребителей от двух и более независимых источников.

### Децентрализованный принцип секционирования линий



Р – реклоузер;  
АВР – реклоузер в качестве автоматического ввода резервного питания

### 8.2.1. Последовательное секционирование линий с односторонним питанием

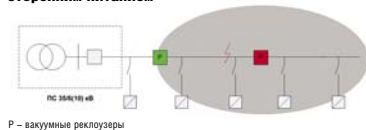
Используется в радиальных линиях, когда невозможно обеспечить сетевое резервирование от смежных источников.

Реклоузеры устанавливаются на магистрали. При возникновении повреждения на линии автоматически отключается ближайший реклоузер и отключает весь нижестоящий участок сети.

Эффективность схемы обусловлена возможностью по количеству отключенных потребителей точно идентифицировать поврежденный участок линии и оперативно адресно направить ремонтную бригаду. К преимуществам схемы следует отнести увеличение надежности электроснабжения потребителей отдельных участков по мере приближения к центру питания.

В случае отсутствия ограничений по выдержке времени РЗА на головном выключателе в центре питания для настройки защит и автоматик рекулера используются традиционные ступенчатые принципы согласования токовых защит. При ограничениях выдержки времени на головном участке используются специальные функции РВА\TEL – малые ступени селективности, координация последовательности зон, ввод или вывод ступеней защит в циклах АПВ.

#### Алгоритм секционирования радиальной линии с односторонним питанием



#### 8.2.2. Последовательное секционирование линий с сетевым резервом

Используется в радиальных линиях с двумя или несколькими смежными источниками питания. Возможно применение при сетевом резервировании линий 10(6) кВ от разных секций шин одного центра питания.

В данном случае дополнительно к рекулерам на магистрали устанавливается рекулер в качестве пункта сетевого АВР. Рассмотрим принцип работы схемы последовательного секционирования линий с сетевым резервом на примере сети с двухсторонним питанием.

При возникновении повреждения на участке линии (точка К1) автоматически отключается ближайший коммутационный аппарат ВП.

#### Алгоритм секционирования радиальной линии с односторонним питанием



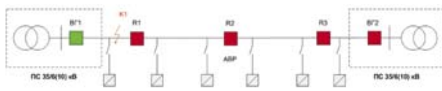
#### Отключение ближайшего аппарата К месту короткого замыкания



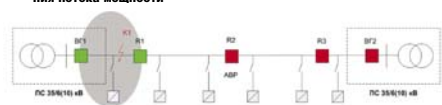
По факту исчезновения напряжения автоматически включается рекулер R2, работающий как пункт АВР. Включение происходит на короткое замыкание.

Защиты на рекулере R1 направленные. При отрицательном направлении потока мощности срабатывает соответствующая ступень защиты и R1 автоматически селективно отключается, раньше чем отключится рекулер R2. Тем самым происходит автоматическое выделение поврежденного участка и восстановление питания неповрежденных потребителей на участке линии от R1 до R2.

#### Включение АВР на короткое замыкание



#### Селективное отключение P1 по настройкам обратного направления потока мощности



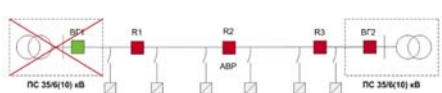
Эффективность схемы обусловлена возможностью автоматически локализовать повреждение в пределах одного участка и автоматически подать резервное питание не поврежденным потребителям.

Рассматриваемый вариант также позволяет обеспечить оптимальное резервирование потребителей. Посредством АВР возможно обеспечить восстановление питания потребителей целого фидера при отключении одного из центров питания. Это особенно актуально при однотрансформаторных схемах подстанций, т.к. фактически позволяет обеспечить секционирование от смежного источника питания.

#### Аварийное отключение подстанции 35/6(10) кВ



#### Срабатывание АВР на R2 – восстановление питания потребителей фидера от смежной подстанции



Для настройки РЗА реклоузера при секционировании в сетях с сетевым резервом используются направленные защиты с разными уставками при различных направлениях потока мощности. На нормально отключенном реклоузере (в рассмотренном примере R2) задействуется одностороннее или двухстороннее АВР. Согласование РЗА последовательно установленных реклоузеров в нормальном и послеаварийном режимах проводится с учетом особенностей, изложенных в п.В.2.1.

### В.2.3. Секционирование линий с применением плавких предохранителей

Используется при наличии в сети протяженных отпаек совместно с алгоритмом секционирования линий с односторонним питанием или сетевым резервом.

При такой схеме секционирования дополнительно к реклоузерам на магистрали на протяженные отпаики, повреждаемость которых достаточно высока, устанавливаются плавкие предохранители. Назначение установки предохранителя на отпаике – исключение влияния повреждений на ответвлениях на общую надежность потребителей сети. Использование предохранителей для защиты отпаек дешевле нежели пунктов секционирования, поэтому данный вариант нашел широкое применение в различных странах мира.

Особенность алгоритма секционирования линий с плавкими предохранителями на отпаиках заключается в том, что при первом появлении повреждения, необходимо определить его характер – устойчивое или не устойчивое. Для этого реклоузер на магистрали должен отключиться раньше, чем успеет перегореть плавкая вставка предохранителя. Если повторное включение реклоузера (АПВ) будет неуспешным, а соответственно повреждение устойчивое, реклоузер должен подождать пока перегорит плавкая вставка предохранителя и тем самым локализует повреждение на отпаике.

Другими словами необходимо обеспечить «спасение» предохранителя при неустойчивых КЗ и его гарантированное «сжигание» в случае, если КЗ устойчивое. Такой алгоритм работы реклоузеров в международной практике получил название «fuse-saving» - спасение предохранителя.

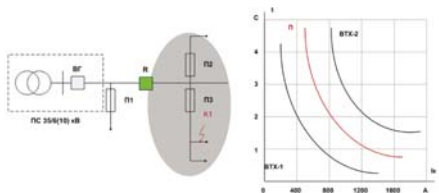
Реализация алгоритма стала возможна благодаря возможностям реклоузера работать с разными времятоковыми характеристиками в циклах АПВ. Рассмотрим принцип секционирования сети с использованием плавких предохранителей на примере радиальной линии с односторонним питанием.

Произошло короткое замыкание за реклоузером R в точке К1. В первый момент времени настройки реклоузера находятся на характеристике первого отключения (до первого цикла АПВ). При этом характеристика первого отключения предполагает одновременную работу двух ступеней токовой защиты (ВТХ-1, ВТХ-2).

Времятоковая характеристика первой ступени лежит ниже времятоковой характеристики предохранителя, а ВТХ второй ступени – выше. Поскольку ВТХ первой ступени токовой защиты лежит ниже ВТХ предохранителя происходит селективное отключение реклоузера R.

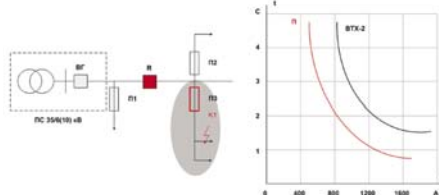
#### Алгоритм секционирования с применением плавких предохранителей

##### 1 Селективное отключение реклоузера R по ВТХ-1



П – ВТХ предохранитель;  
ВТХ-1, ВТХ-2 – времятоковые характеристики первой и второй ступени токовых защит реклоузера

##### 2 АПВ реклоузера R с характеристикой второго отключения (ВТХ-1 выведена) перегорание плавкой вставки предохранителя

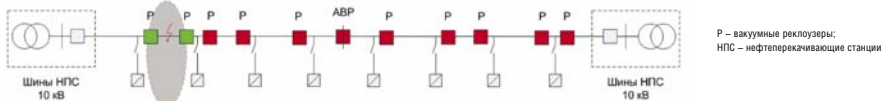


По факту отключения реклоузер R автоматически переходит на характеристику второго отключения на которой ВТХ-1 первой ступени выводится. Реклоузер производит первое повторное включение (АПВ). Если короткое замыкание было не устойчивое реклоузер останется во включенном состоянии и нормальное питание потребителей восстановится. В противном случае реклоузер будет ждать, пока перегорит плавкая вставка предохранителя, т.к. на втором отключении реклоузер работает по ВТХ только второй ступени (ВТХ-2). Сгорание плавкой вставки предохранителя приводит к автоматическому селективному отключению поврежденного ответвления. Потребители всех остальных участков дилера сохранили свое питание.

### В.2.4. Разборка-сборка сети

В условиях значительной протяженности электрической сети, когда длина магистрального участка достигает 50 и более километров (вадльтрассовые линии магистральных трубопроводов), для организации надежной децентрализованной системы управления аварийными режимами необходима установка значительного числа аппаратов. Последовательно может быть установлено до 10-15 реклоузеров. Традиционное согласование по ступеням

### Разборка и сборка сети



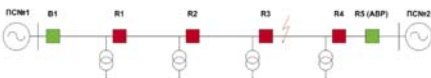
тому принципу не позволит уложиться в объективно реальные выдержки времени защит на головных выключателях (0,5-1 с).

С применением реклоузеров PBA/TEL задачу селективной локализации повреждения при такой схеме сети можно решить с использованием алгоритма разборки и последовательной сборки сети. Суть алгоритма заключается в одновременном отключении группы реклоузеров до места повреждения (разборка сети), а затем поочередном их включении (сборка сети) до места повреждения.

Рассмотрим один из вариантов реализации алгоритма «разборка-сборка сети». Предположим, произошло короткое замыкание между реклоузерами R3 и R4:

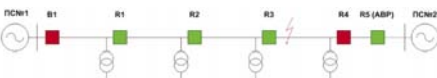
1. Отключается головной выключатель В1, что обеспечивается соответствующим выбором уставок токовых защит В1 и реклоузеров.

#### Работа выключателя В1



2. Происходит автоматическое повторное включение В1. Если повреждение неустойчивое, нормальная работа линии восстанавливается. Если повреждение устойчивое, одновременно автоматически отключаются все реклоузеры, через которые протекает ток короткого замыкания (R1-R3). При этом отключение реклоузеров происходит раньше, чем срабатывание защит В1, что обеспечивается возможностью работы с разными времятоковыми характеристиками и координацией последовательности зон в циклах АПВ.

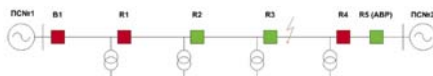
#### Отключение реклоузеров R1-R3



3. После этого происходит автоматическое повторное включение R1 с кратковременно ускоренной ступенью защиты. Если на

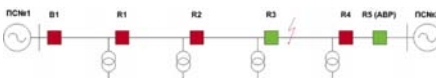
участке от R1 до R2 находится повреждение, ускоренная ступень защиты обеспечит селективное отключение R1 раньше чем выключатель В1.

#### Включение реклоузера R1



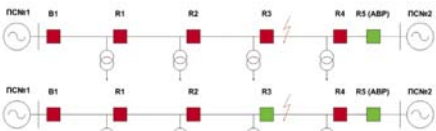
4. При появлении напряжения со стороны центра питания происходит автоматическое повторное включение R2 с аналогичной ускоренной ступенью защиты. При этом ускоренная ступень защиты на R1 выводится из действия.

#### Включение реклоузера R2



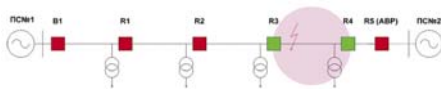
5. Аналогичным образом автоматически включается реклоузер R3. Его включение происходит на короткое замыкание, кратковременно ускоренная ступень защиты R3 обеспечивает селективное отключение данного аппарата. При этом реклоузеры R1-R2 остаются включенными, т.к. на момент включения R3 их ускоренные ступени защит выведены. Ускоренные ступени защит реклоузеров имеют меньшую выдержку времени, чем защиты на головном участке, поэтому выключатель В1 также остается включенным.

#### Включение реклоузера R3 и отключение поврежденного участка



6. После этого происходит срабатывание АВР на реклоузере R5 и его автоматическое включение. Далее реклоузеры работают по аналогичному алгоритму при питании от резервного источника.

**Автоматический ввод резервного питания и локализация поврежденного участка**



В результате повреждение автоматически локализовано между реклоузерами R3 и R4, а питание неповрежденных потребителей автоматически восстановлено. На весь процесс локализации короткого замыкания в линии, в зависимости от количества установленных реклоузеров, требуется от нескольких единиц до нескольких десятков секунд. При этом алгоритм позволяет изменять количество последовательно установленных аппаратов (уменьшать или добавлять) без изменения настроек остальных реклоузеров, что крайне важно в проектах реконструкции электрических сетей

**8.2.5. Построение открытых распределительных устройств**

Одним из возможных вариантов применения РВА\TEL является его установка на открытых распределительных устройствах и распределительных пунктах. Преимуществами использования реклоузеров по сравнению с традиционными ячейками КРУ являются:

- сокращение затрат на строительство и последующее обслуживание ОПУ – установка реклоузеров на ОПУ практически не требует строительной части, РВА\TEL на протяжении всего срока службы не обслуживается;
- более широкие возможности развития ОПУ – возможность организации гибкой системы шин позволяет выполнять территориально распределенные распределительные устройства;
- независимое оперативное питание каждой «ячейки» - система бесперебойного питания реклоузера не требует организации специального оперативного питания;

■ возможность более простой интеграции в систему SCADA и создания телемеханизированных подстанций – в РВА\TEL имеется все необходимое для интеграции в существующие и вновь создаваемые системы телемеханики.

**8.2.6. Повышение надежности отдельных потребителей**

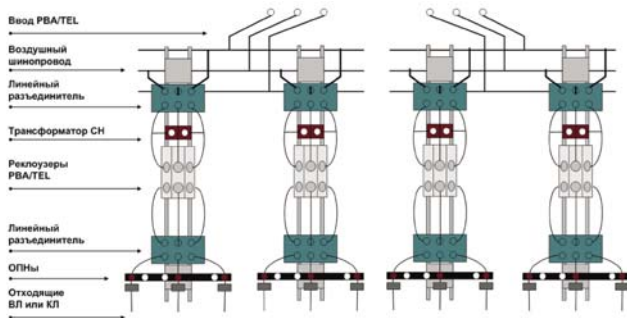
Довольно часто возникает ситуация, когда требуется обеспечить надежное электроснабжение одного или группы отдельных потребителей. Для сетевых компаний это подключение фермерских хозяйств, коттеджных поселков, средних промышленных предприятий. Для предприятий добычи нефти и газа такими потребителями являются буровые установки и качалки. Для предприятий транспорта нефти и газа – береговые задвижки.

В воздушных распределительных сетях вероятность отключения потребителя определяется протяженностью участка, на котором он расположен. Чем меньше протяженность линии, тем меньше вероятность ее повреждения и тем выше надежность электроснабжения потребителей этой линии. Таким образом, для того чтобы максимально повысить надежность электроснабжения конкретного потребителя, необходимо установить автоматические реклоузеры как можно ближе к данному потребителю. При этом один из реклоузеров нужно установить в качестве пункта автоматического ввода резерва.

Существует два основных варианта повышения надежности отдельных потребителей:

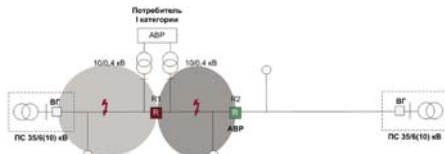
- Электроснабжение первой категории

При питании потребителей от двух трансформаторов 10/0,4 кВ можно обеспечить электроснабжение, отвечающее требованиям первой категории надежности. Для этого необходимо один реклоузер установить между отходящими линиями к потребителю, а второй - в качестве пункта АВР. На стороне 0,4 кВ у потребителя необходимо выполнить АВР. При такой схеме электроснабжения при повреждении любого элемента схемы электроснабжение потребителя будет сохранено.

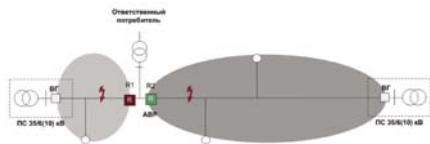


Открытое распределительное устройство с применением РВА\TEL

### Применение реклоузеров для объектов I категории надежности



### Максимальная надежность отдельных потребителей



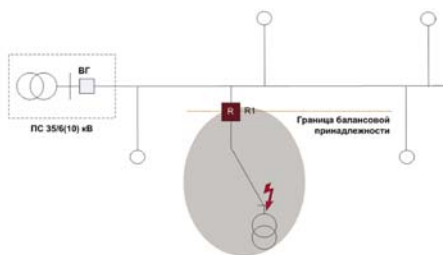
#### ■ Максимальная надежность отдельных потребителей

В случаях, когда питание потребителей производится от одного трансформатора 10/0,4 кВ и необходимо обеспечить высокую надежность электроснабжения, целесообразно снизить вероятность отключения потребителя до вероятности появления повреждения на соответствующем ответвлении. Для этих целей необходимо установить два реклоузера на ближайших к ответвлению опорах. Один реклоузер используется как пункт последовательного секционирования, второй – как пункт АВР. При такой расстановке реклоузеров отключение потребителей возможно только при повреждении на самом ответвлении.

### 8.2.7. Установка на границе балансовой принадлежности

Очень часто ответвление от магистральной линии находится на балансе сторонних собственников электрической сети. Такая ситуация возможна при питании субобъектов. Собственник основной питающей сети заинтересован в том, чтобы повреждения у субобъекта не влияли на надежность электроснабжения потребителей основного фидера. В этом случае наиболее оптимальным местом установки реклоузера является – ответвление от магистрали. Все повреждения на ответвлении будут автоматически отключаться, что повышает надежность электроснабжения потребителей смежных участков. Аналогичный вариант установки реклоузеров возможен при наличии в сети протяженных ответвлений, проходящих в лесистой местности и отличающихся высокой повреждаемостью.

### Установка на границе балансовой принадлежности



## 8.3. Варианты применения РВА/ТЕЛ в сетях разной отраслевой принадлежности

### 8.3.1. Сетевые компании

В распределительных сетях сетевых компаний наиболее целесообразны автоматические алгоритмы секционирования линий с односторонним питанием и сетевым резервом, а также алгоритм спасения предохранителей. В большинстве случаев для автоматизации линии можно ограничиться 3-5 аппаратами. Большой интерес для сетевых компаний представляют варианты применения реклоузеров для повышения надежности отдельных потребителей, т.к. они позволяют внедрять автоматизацию более адресно. Установка реклоузеров для решения проблем с субобъектами может оказаться востребованной при вводе в эксплуатацию электроустановок вновь подключаемых потребителей. В ряде случаев, реклоузеры могут применяться при строительстве или реконструкции открытых распределительных устройств, распределительных пунктов и схем временного электроснабжения различных объектов.

Основным эффектом от применения реклоузеров для сетевых компаний является снижение недоотпуска электрической энергии потребителям и, как следствие, снижение возможного искового требования потребителей за невыполнение обязательств сетевой компании. Способность с применением реклоузеров обеспечить согласованный с потребителем уровень надежности электроснабжения в перспективе дает сетевой компании возможность получения дополнительной прибыли за счет введения платы за надежность. Значительное сокращение времени поиска и локализации повреждения, а также выделение участка меньшей длины позволяет оптимизировать работу оперативного персонала.



### 8.3.2. Нефтегазодобывающие предприятия

Схемы электроснабжения нефтегазодобывающих предприятий во многом схожи с традиционными распределительными сетями сетевых компаний. Поэтому перечисленные выше варианты применения реклоузеров актуальны и здесь. Более интересным является вариант установки реклоузеров для повышения надежности отдельных потребителей. Такие схемы целесообразно применять при организации электроснабжения электроустановок добычи нефти и газа.

Эффект от установки реклоузеров для нефтегазодобывающих предприятий выражается в виде снижения риска остановки технологического процесса бурения скважин и непосредственно добычи сырья.

### 8.3.3. Предприятия транспортировки нефти и газа

Для целей повышения надежности электроснабжения потребителей линейной части магистралей нефти и газопроводов компания Таврида Электрик предлагает следующие основные варианты применения вакуумных реклоузеров РВА\TEL:

#### ■ Классическое дистанционное управление

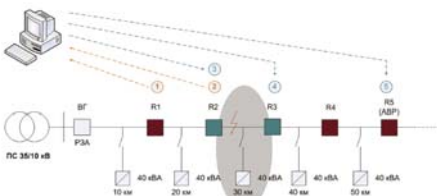
Реклоузеры устанавливаются в качестве дистанционно управляемых пунктов секционирования. Управление реклоузерами производится централизованно диспетчером из пункта управления. На реклоузерах действие защит заводится на «сингала», что позволяет диспетчеру в случае возникновения повреждения получать оперативную информацию о факте превышения уставки защит на тех или иных аппаратах.

#### ■ Децентрализованная автоматизация - «разборка-сборка сети»

При использовании реклоузеров в автоматических режимах работы на высоковольтных линиях наиболее актуальны сочетания алгоритмов секционирования в сетях с односторонним и двухсторонним питанием и алгоритма разборки и сборки сети.

#### ■ Заданный уровень надежности фидера

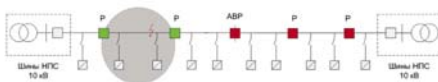
#### Классическое дистанционное управление аварийными режимами работы сети



- 1-2 – защиты реклоузеров обрабатывают на «сингала»;
- 3 – дистанционное отключение R3;
- 4 – дистанционное отключение R3;
- 5 – дистанционное включение резервного питания.

При отсутствии на линии потребителей, требующих высокой надежности электроснабжения, реклоузеры могут быть установлены в качестве пунктов секционирования, обеспечивающих деление воздушной линии на несколько участков. Такая расстановка аппаратов позволяет обеспечить заданный уровень надежности по фидеру в целом, облегчить поиск места повреждения и ускорить восстановление питания.

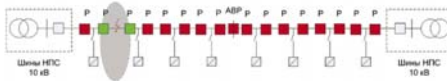
#### Алгоритм децентрализованной автоматизации «заданный уровень надежности»



#### ■ Максимальная защита конкретного потребителя

В случае наличия потребителей, требующих высокой надежности электроснабжения (например, береговые задвижки), возможна установка реклоузеров непосредственно с обеих сторон от каждого ответвления. В этой схеме при наличии двух источников питания, при КЗ на любом участке высоковольтной линии электроснабжение потребителей сохраняется. В данном варианте можно обеспечить максимально высокую надежность каждого потребителя. Учитывая, что средняя протяженность оттайки на высоковольтной линии в основном не превышает нескольких десятков или сотен метров, вероятность ее повреждения крайне незначительна, а, следовательно, и надежность ее потребителей максимальна.

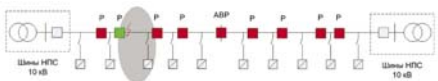
#### Алгоритм децентрализованной автоматизации «максимальная защита»



#### ■ Комбинированный вариант

Комбинируя первые два варианта установки реклоузеров на линии, можно добиться требуемой надежности электроснабжения потребителей. При таком расположении реклоузеров в линии можно обеспечить согласованный уровень надежности фидера в целом, а также максимально высокую надежность электроснабжения любого потребителя на линии.

#### Алгоритм децентрализованной автоматизации «комбинированный вариант»



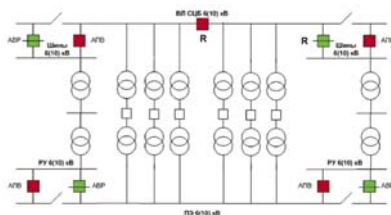
Эффект от применения реклоузеров на вдольтрассовых линиях магистральных нефте- и газопроводов можно условно разделить на три основные составляющие:

1. Снижение риска нарушения технологического процесса, а соответственно и возможных ущербов от аварийного разрыва нефти и выборов газа.
2. Снижение затрат на эксплуатацию вдольтрассовых линий. В условиях значительных протяженностей больший эффект приобретает сокращение времени локализации повреждения и полная автоматизация процесса поиска поврежденного участка.
3. Снижение нагрузки на диспетчерский персонал. Диспетчер видит конечное состояние на мнемосхеме – локализованный участок сети, все переключения и реконфигурации выполнены автоматически реклоузерами без его участия. Все что необходимо сделать – это направить на поврежденный участок ремонтную бригаду.

**8.3.4. Предприятия железнодорожного транспорта**

Для предприятий железнодорожного транспорта наибольший интерес представляют алгоритмы секционирования в сетях с двухсторонним питанием, подключение абонентов электрической сети и разграничение балансовой принадлежности между субабонентами.

**Применение PBA/TEL в схеме консольного питания ВЛ СЦБ**



В схеме консольного питания реклоузеры могут быть установлены вместо пункта АВР на одной из подстанций. Дополнительно возможно последовательное секционирование магистрали с целью сокращения протяженности отключаемого участка.

В схеме встречно-консольного питания основной вариант применения реклоузеров – вместо управляемого разъединителя, в качестве пункта АВР. При этом выполнение функций ввода резерва будет происходить полностью автоматически. Если возникнет необходимость организации дистанционного управления, то вполне возможно для этих целей использовать существующие проводные системы управления разъединителями. Для повышения эффекта возможна установка реклоузеров в качестве пунктов последовательного секционирования. Тем самым сокращаются участки повреждения, соответственно уменьшается количество нагрузки, переводимое на резервное электроснабжение.

Применение реклоузеров позволит предприятиям железнодорожного транспорта снизить экономической ущерб, возникающий вследствие нарушения графика движения составов, сократить затраты на обслуживание линии, автоматизировать процессы управления аварийными режимами.

**Применение PBA/TEL в схеме встречно-консольного питания ВЛ СЦБ**

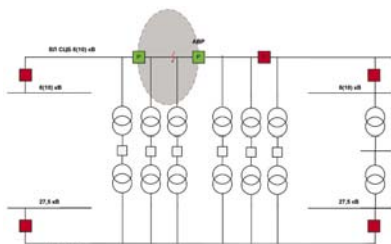


Таблица 11  
Варианты применения реклоузеров в сетях разных собственников

Вариант применения PBA/TEL	Сетевые компании	Добыча нефти и газа	Транспорт нефти и газа	ВЛ СЦБ
Автоматическое секционирование в сети с односторонним питанием	X	X	X	X
Автоматическое секционирование в сети с сетевым резервом	X	X	X	X
Секционирование линий с применением главных предохранителей	X			
Разборка-сборка сети			X	
Открытые распределительные устройства	X	X	X	X
Повышение надежности отдельных потребителей	X	X	X	X
Установка на границе балансовой принадлежности	X	X	X	X

## 8.4. Выбор мест установки реклоузеров

Процесс выбора мест установки реклоузеров РВА/TEL в распределительных сетях можно разделить на следующие основные этапы:

1. Определение назначения установки реклоузеров;
2. Выбор варианта применения;
3. Выбор критерия оптимизации установки;
4. Оптимизация мест установки.

### 8.4.1. Определение назначения установки реклоузеров в сети

Установка реклоузеров в распределительной сети может следовать следующие основные цели:

1. Подключение новых потребителей;
2. Разграничение балансовой принадлежности;
3. Оптимизация процесса резервирования потребителей;
4. Повышение надежности электроснабжения потребителей фидера в целом;
5. Повышение надежности электроснабжения отдельного потребителя или группы потребителей;
6. Оптимизация процесса и сокращение затрат на поиск повреждения на линии;
7. Построение распределительных пунктов и распределительных устройств.

#### 8.4.2. Выбор варианта применения

В соответствии с назначением установки реклоузеров РВА/TEL в сети выбирается вариант применения согласно п.8.2:

1. Секционирование в сети с односторонним питанием (п.8.4.1 - 4, 5, 6);
2. Секционирование в сети с сетевым резервом (п.8.4.1 - 3, 4, 5, 6);
3. Секционирование с применением плавких предохранителей (п.8.4.1 - 1, 4, 6);
4. Разборка и сборка сети (п.8.4.1 - 4, 5, 6);
5. Открытое распределительное устройство (п.8.4.1 - 7);
6. Надежность электроснабжения отдельного потребителя (п.8.4.1 - 5);
7. Установка на границе балансовой принадлежности (п.8.4.1 - 1, 2).

#### 8.4.3. Выбор критерия оптимизации

##### 8.4.3.1. Общий подход

В зависимости от назначения установки реклоузера в сети и выбранного варианта применения в ряде случаев возникает необходимость определить оптимальные места установки РВА/TEL в линии. К таким случаям относится установка реклоузеров с целью повышения надежности электроснабжения потребителей. Для того чтобы установка реклоузеров решала данную задачу наиболее эффективно необходимо определить критерий оптимизации.

Критерием оптимизации выбора места установки реклоузеров в сети с целью повышения надежности электроснабжения потребителей является минимизация соответствующих показателей надежности после установки реклоузеров:

1. Суммарный годовой недоотпуск электрической энергии ( $\Delta W_{\text{но}}$ )

Используется в случае, если необходимо обеспечить повышение надежности потребителей фидера в целом. Целевой функцией оптимизации является минимизация показателя по сети в целом. В общем виде суммарный годовой недоотпуск рассчитывается для сети по выражению:

$$\Delta W_{\text{но}} = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P_{\text{г}} \cdot \cos\phi \cdot k_{\text{с}} \quad (2)$$

где  $\Delta W_{\text{но}}$  – годовой недоотпуск электроэнергии (кВтч/год),  $\omega_0$  – удельная частота повреждений ВЛ 10(6) кВ (1/на 100 км в год),  $T$  – среднее время восстановления одного устойчивого повреждения (ч),  $L$  – длина участка линии (м),  $S_{\text{г}}$  – установленная мощность трансформатора потребительской подстанции (кВА);  $\cos\phi$  – коэффициент мощности;  $k_{\text{с}}$  – коэффициент спроса.

2. Количество и длительность отключений потребителя или группы потребителей ( $\omega_{\text{г}}, T_{\text{н}}$ )

Используются если надежность электроснабжения необходимо повысить адресно. Целевой функцией оптимизации является минимизация показателей в отношении конкретного потребителя или группы потребителей. В общем виде показатели рассчитываются отдельно для потребителей в пределах одного участка между реклоузерами по выражениям:

$$\omega_{\text{н}} = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot L, \quad (3)$$

где  $\omega_{\text{н}}$  – количество отключений потребителя в год (1/год),  $\omega_0$  – удельная частота повреждений ВЛ 6-10 кВ (1/на 100 км в год),  $L$  – длина участка линии (м).

$$T_{\text{н}} = \omega_{\text{н}} \cdot T, \quad (4)$$

где  $T_{\text{н}}$  – длительность отключения потребителя в год (ч/год),  $\omega_{\text{н}}$  – количество отключений потребителя в год (1/год),  $T$  – среднее время восстановления одного устойчивого повреждения (ч).

##### 8.4.3.2. Методика расчета показателей надежности

Минимизацию показателей надежности при различных вариантах установки реклоузеров РВА/TEL целесообразно проводить в сопоставлении с базовым вариантом сети. В реальных расчетах за базовый вариант сети нужно принимать упрощенную схему уже существующей сети с установленными в ней коммутационными аппаратами. В большинстве случаев в качестве такой схемы

можно принять традиционную модель ВЛ 10 кВ с электромеханической релейной защитой и однократным АПВ в центрах питания, а также ручными разъединителями на линии.

Для выполнения расчета показателей надежности необходимо определить следующие исходные данные:

1. О наличии в сети автоматических пунктов секционирования – для того чтобы скорректировать базовый вариант схемы сети;
2. О наличии автоматического повторного включения – для определения степени влияния установки реклоузеров на количество отключений линии;
3. Удельная частота повреждений  $\omega_0$  – количество устойчивых отключений линии, на которой планируется установка РВА/TEL в отношении на 100 км;
4. Среднее время восстановления электроснабжения  $T$  – среднее время, затрачиваемое на восстановление электроснабжения потребителя при одном устойчивом повреждении;
5. Нагрузки потребителей и средние коэффициенты загрузки потребительских подстанций;
6. Протяженности магистральных участков линии и ответвлений.

Для расчета показателей надежности электроснабжения потребителей до и после установки реклоузеров необходимо представлять каким образом автоматическое секционирование линий с применением РВА/TEL может повлиять на эти показатели.

Из выражений 1-3 видна прямая зависимость недоотпуска электрической энергии, количества и длительности отключений от следующих составляющих:

- $\omega_0$  – удельная частота повреждений линий в год, 1/100 км;
- $T$  – общее время восстановления электроснабжения в год, ч;
- $L \cdot P_v \cdot \cos \phi_k$  – величина отключаемой нагрузки при одном отключении на участке длиной  $L$ , кВткм.

Оценим возможное влияние РВА/TEL на эти составляющие и как следствие на показатели надежности электроснабжения потребителей.

#### Удельная частота повреждений линии

Около 80% повреждений в воздушных распределительных сетях, по своей природе являются неустойчивыми, поэтому целесообразно применять АПВ. Статистика показывает, что успешность первого цикла АПВ сокращает общее количество отключений на 60%, второй – дополнительно на 20%.

В существующих распределительных сетях роль первого цикла АПВ, как правило, выполняет оперативная бригада, которая производит первое пробное включение выключателя в центре питания при его аварийном отключении.

Децентрализованная система секционирования сети с применением РВА/TEL предполагает минимально однократное

АПВ. В ряде случаев на реклоузерах используется двукратное, реже трехкратное АПВ.

В зависимости от наличия или отсутствия автоматики повторного включения в сети, где планируется установка реклоузеров, применение децентрализованной автоматизации с многократным автоматическим повторным включением линии (АПВ) позволяет в среднем сократить количество отключений на 20% – при использовании двукратного АПВ и на 25% процентов – при трехкратном АПВ. Для оценки данного эффекта в расчетные формулы показателей надежности вводится коэффициент  $K_{APV}$ . Тогда выражения для расчета показателей надежности примут вид:

$$\Delta W_{\text{нб}} = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - K_{APV}) \cdot T \cdot L \cdot T_v \cdot \cos \phi_k \cdot K_c \quad (5)$$

$$\omega_1 = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - K_{APV}) \cdot L \quad (6)$$

$$T_n = \omega_1 \cdot T, \quad (7)$$

где  $K_{APV}$  – коэффициент, учитывающий влияние децентрализованной системы секционирования линий на количество аварийных отключений.

В практических расчетах  $K_{APV}$  может принимать следующие значения:

- 0 – в исходной сети без реклоузеров и если в сети, где планируется установка реклоузеров уже имеется автоматика повторного включения или количество циклов АПВ на реклоузерах, в соответствии с принятым алгоритмом работы равно количеству циклов АПВ на головном выключателе;
- 0,2 – если на реклоузере используется двукратное АПВ, а на головном выключателе АПВ однократное или выполняется вручную;
- 0,25 – если на реклоузере реализовано трехкратное АПВ.

#### Общее время восстановления электроснабжения

Процесс восстановления электроснабжения потребителей в существующих распределительных сетях разделяют на несколько характерных этапов:

1. От момента отключения линии до начала поиска – время, через которое диспетчеру поступит информация о наличии повреждения на линии;

2. Поиск поврежденного участка – первое пробное включение выключателя ВГ в центре питания (ручное повторное включение) и после этого последовательные переезды и ручные переключения разъединителей на линии до момента нахождения поврежденного участка (отключение АР4 – включение ВГ – ВГ отключается – отключение АР3 – включение ВГ – ВГ отключается – отключение АР2 – включение ВГ – ВГ остается включенным – поврежденный участок найден);

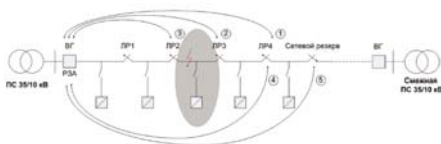
3. Локализация поврежденного участка – включение разъединителей между участком с повреждением и сетевым резервом (отключение ВГ – включение ЛР4);

4. Включение потребителей неповрежденных участков – ввод сетевого резерва (включение ВГ с подачей питания до ЛР2 – отключение ВГ на смежной подстанции – включение сетевого резерва – включение ВГ на смежной подстанции).

5. Обход поврежденного участка – поиск непосредственно места повреждения на локализованном участке.

6. Ремонт поврежденного участка – выполнение ремонтных работ в зависимости от вида повреждения.

#### Процесс восстановления электроснабжения в аварийном режиме



Общее время восстановления электроснабжения колеблется от 3 до 10 и более часов. При этом около 60% времени тратится на поиск и локализацию поврежденного участка (этапы 1-4) и только 40% - непосредственно на выполнение ремонтных работ (этапы 5-6).

При внедрении децентрализованной автоматизации выделение участка повреждения и включение резервного питания происходит автоматически, за считанные секунды. Таким образом, общее время восстановления электроснабжения фактически сокращается до величины времени, затрачиваемого непосредственно на обход и ремонт поврежденного участка. Количественно оценить этот эффект достаточно сложно, поскольку требуется значительный объем исходной информации: принятый алгоритм переездов оперативных бригад при локализации поврежденного участка, рельеф местности и средние скорости передвижения оперативных бригад. Поэтому для укрупненных расчетов эффективности можно оперировать средним показателем – 40%. Для оценки эффекта в расчетных выражениях 2-4 вводится дополнительный коэффициент –  $K_{ав}$ . Выражения для расчета показателей надежности примут вид:

$$\Delta W_{Ю} = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - K_{ав}) \cdot T \cdot k_{ав} \cdot L \cdot P_V \cdot \cos \varphi \cdot K_C \quad (8)$$

$$\omega_n = 0,01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - K_{ав}) \cdot L, \quad (9)$$

$$T_n = \omega_n \cdot T \cdot K_{ав}, \quad (10)$$

где  $K_{ав}$  – коэффициент, учитывающий влияние децентрализованной системы секционирования на общее время восстановления электроснабжения.

#### Величина отключенной нагрузки

Наиболее существенное влияние децентрализованная автоматизация оказывает на сокращение величины отключаемой нагрузки.

В расчетах показателей надежности этот эффект оценивается путем определения количества отключаемой нагрузки при повреждениях на отдельных участках между релюэзерами. За счет того, что в ремонт автоматически выводится конкретный участок сети, степень влияния повреждения на потребителей ограничена установленными в сети коммутационными аппаратами.

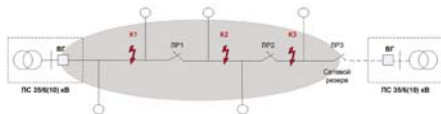
#### Пример расчета показателей надежности

Для иллюстрации методики расчета показателей надежности рассмотрим соответствующие расчетные примеры для различных вариантов автоматического секционирования линий.

Расчет проводим без учета влияния децентрализованной системы секционирования на количество отключений и время восстановления электроснабжения. Для наглядности зададимся следующими исходными данными:

- все нагрузки одинаковы – по 400 кВт;
- протяженность по магистрали – 15 км;
- протяженность отпаяк – 2 км;
- протяженность участка между секционирующими устройствами – 5 км;
- удельная частота повреждений – 10 на 100 км;
- среднее время восстановления электроснабжения – 6 часов.

#### Ручное местное секционирование линии с двухсторонним питанием



Базовый вариант схемы ВЛ 6-10 кВ

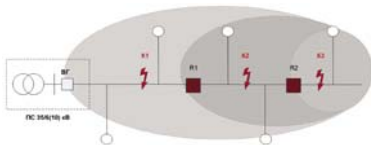
В базовом варианте вероятность отключения потребителей по всей протяженности фидера одинакова. Где бы ни произошло КЗ (в точках К1, К2 и К3) электроснабжение теряют все потребители. Вероятность или количество отключений фидера определяется его суммарной протяженностью (15 км по магистрали и 10 км по ответвлениям). Показатели надежности электроснабжения потребителей практически не зависят от принадлежности к отдельным участкам линии и также определяются из вероятности повреждения всего фидера:

$$\Delta W = 0,01 \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P = 0,010 \cdot 6 \cdot (15+10) \cdot [(400+400)+(400+400)] = 30000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$$

$$\omega_n = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot (15+10) = 2,5 \text{ 1}/\text{год}$$

$$T_n = \omega_n \cdot T = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ ч}/\text{год}$$

**Последовательное секционирование линии с односторонним питанием**



В схеме фидер разделен на три участка. Вместо разъединителей установлены автоматические реклоузеры. В данном случае, вероятность отключения потребителей определяется вероятностью возникновения повреждения на каждом отдельном участке. При возникновении КЗ на участке от головного выключателя ВГ до реклоузера R1 электроснабжение как и в первом случае теряют все потребители. При КЗ на участке от R1 до R2 отключаются только потребители за реклоузером R1, и в случае КЗ на участке за R2 питание сохраняют все потребители за исключением третьего участка. Таким образом, при последовательном секционировании линии с односторонним питанием надежность потребителей отдельных участков уже не одинакова и тем выше, чем ближе секционированный участок, на котором находится потребитель, к центру питания. Показатели надежности в этом примере необходимо учитывать отдельно по каждому участку, а суммарный недоотпуск электрической энергии определяется как сумма недоотпусков при КЗ на разных участках линии.

$$\Delta W = 0,01 \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P = 0,010 \cdot 6 \cdot (5+4) \cdot [(400+400)+(400+400)] + 0,010 \cdot 6 \cdot (5+4) \cdot [(400+400)+(400)] + 0,010 \cdot 6 \cdot (5+2) \cdot (400) = 18950 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

$$\omega_{R1} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot (5+4) = 0,9 \text{ 1/год}$$

$$T_{R1} = \omega_{R1} \cdot T = 0,9 \cdot 6 = 5,4 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{R2} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot [(5+4)+(5+4)] = 1,8 \text{ 1/год}$$

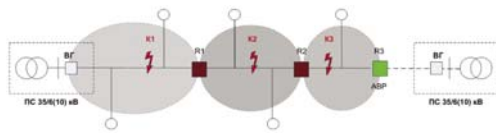
$$T_{R2} = \omega_{R2} \cdot T = 1,8 \cdot 6 = 10,8 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{R3} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot [(5+4)+(5+4)+(5+2)] = 2,5 \text{ 1/год}$$

$$T_{R3} = \omega_{R3} \cdot T = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ ч/год}$$

Как видно из результатов недоотпуск электрической энергии по сети в целом снизился по сравнению с базовым вариантом на 37%. Однако показатели надежности электроснабжения конкретных потребителей изменились не одинаково. Для потребителей первого участка общее количество и длительность отключений снизилось на 65%, второго – на 35%, а третьего остались прежними.

**Последовательное секционирование линии с двухсторонним питанием**



В данном примере появляется возможность автоматически подать резервное питание от независимого источника – смежной подстанции. При возникновении повреждения в любой точке сети оно будет автоматически локализовано в пределах одного участка. В отличие от предыдущего варианта появление КЗ на одном участке не влияет на надежность электроснабжения потребителей смежных участков. По сравнению с базовым вариантом вероятность отключения потребителей в пределах одного участка определяется не общей протяженностью фидера, а длиной отдельного участка между двумя реклоузерами.

$$\Delta W = 0,01 \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P = 0,010 \cdot 6 \cdot (5+4) \cdot (400+400) + 0,010 \cdot 6 \cdot (5+4) \cdot (400+400) + 0,010 \cdot 6 \cdot (5+2) \cdot (400) = 10320 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

$$\omega_{R1} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot (5+4) = 0,9 \text{ 1/год}$$

$$T_{R1} = \omega_{R1} \cdot T = 0,9 \cdot 6 = 5,4 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{R2} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot (5+4) = 0,9 \text{ 1/год}$$

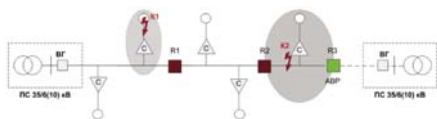
$$T_{R2} = \omega_{R2} \cdot T = 0,9 \cdot 6 = 5,4 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{R3} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,010 \cdot (5+2) = 0,7 \text{ 1/год}$$

$$T_{R3} = \omega_{R3} \cdot T = 0,7 \cdot 6 = 4,2 \text{ ч/год}$$

Результаты показывают, что недоотпуск электрической энергии снизился значительно – на 65%. При этом имеет место улучшение показателей надежности потребителей каждого секционированного участка фидера. В данном случае эффективность автоматического секционирования тем больше, чем меньше протяженность участка между двумя секционирующими устройствами.

**Секционирование с применением плавких предохранителей**



П – плавкие предохранители

В данном случае вероятность отключения потребителя в пределах одного участка разделяется на вероятность отключения по причине КЗ на магистрали и вероятность отключения по причине КЗ собственно на ответвлении. При КЗ на магистрали отключаются все потребители в пределах одного участка, а при КЗ на ответвлении – только потребители данного ответвления.

$$\Delta W = 0,01 \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P = 0,0110 \cdot 6 \cdot [(5(400+400)+2400 + 2400) + (5(400+400)+2400 + 2400) + (5400+2400)] = 8400 \text{ кВт.ч/год}$$

$$\omega_{п1} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,0110 \cdot (5+2) = 0,71/\text{год}$$

$$T_{п1} = \omega_{п1} \cdot T = 0,0110 \cdot (5+2) \cdot 6 = 4,2 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{п2} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,0110 \cdot (5+2) = 0,71/\text{год}$$

$$T_{п2} = \omega_{п2} \cdot T = 0,0110 \cdot (5+2) \cdot 6 = 4,2 \text{ ч/год}$$

$$\omega_{п3} = 0,01 \omega_0 \cdot L = 0,0110 \cdot (5+2) = 0,71/\text{год}$$

$$T_{п3} = \omega_{п3} \cdot T = 0,0110 \cdot (5+2) \cdot 6 = 4,2 \text{ ч/год}$$

В последнем варианте результаты демонстрируют дополнительное снижение недоотпуска электрической энергии, а также некоторое повышение показателей надежности электроснабжения конкретных потребителей. В данном случае в пределах одного участка между секционирующими устройствами отключения на одном ответвлении не влияют на надежность потребителей соседних ответвлений.

Результаты расчетов представим в таблице II.

**Таблица 11**  
Результаты расчета технической эффективности различных вариантов секционирования

Вариант секционирования	Участок сети	$\Delta W$ , кВт.ч/год	$\Omega_{Покр'}$ 1/год	$T_{Покр'}$ ч/год
Ручное-местное	1	30000	2,5	15
	2			
	3			
Последовательное в сети с односторонним питанием	1	18950	0,9	5,4
	2		1,8	10,8
	3		2,5	15
Последовательное в сети с двухсторонним питанием	1	10320	0,9	5,4
	2		0,9	5,4
	3		0,7	4,2
Секционирование с применением плавких предохранителей	1	8400	0,7	4,2
	2		0,7	4,2
	3		0,7	4,2

Приведенные расчеты не учитывали влияние децентрализованной системы секционирования на количество и длительность отключений. Поэтому для иллюстрации суммарного эффекта результаты таблицы II целесообразно пересчитать с учетом коэффициентов  $K_{тв}$  и  $K_{вв}$ . Примем значение  $K_{тв}$  равное 0,2 в предположении наличия двукратного АГВ на реклоузерах и однократного АГВ в центре питания. Значение  $K_{вв}$  примем равное 0,6 в предположении величины эффекта 40%. Пересчет результатов таблицы II будем проводить по выражениям 8-10. Результаты

представим в таблице 12. Для оценки сравнительного эффекта в таблицу 12 введем дополнительные коэффициенты сравнительной эффективности:  $\Delta W_{отн}$ ,  $\omega_{потн}$  и  $T_{потн}$ , определяемые по выражениям:

$$\Delta W_{отн} = \frac{\Delta W_Б - \Delta W_Р}{\Delta W_Б} \cdot 100\% \quad (11)$$

$$\omega_{потн} = \frac{\omega_{пБ} - \omega_{пР}}{\omega_{пБ}} \cdot 100\% \quad (12)$$

$$T_{потн} = \frac{T_{пБ} - T_{пР}}{T_{пБ}} \cdot 100\% \quad (13)$$

**Таблица 12**  
Скорректированные результаты расчета технической эффективности различных вариантов секционирования

Вариант секционирования	Участок сети	$\Delta W_{кор}$ кВт.ч/год	$\Delta W_{отн}$ %	$\Omega_{Покр'}$ 1/год	$\Omega_{Потн}$ %	$T_{Покр'}$ ч/год	$T_{Потн}$ %
Ручное-местное	1	30000	-	2,5	-	15	-
	2						
	3						
Последовательное в сети с односторонним питанием	1	9100	70%	0,72	7%	2,59	83%
	2			1,44	42%	5,18	65%
	3			2,0	20%	7,3	52%
Последовательное в сети с двухсторонним питанием	1	4954	83%	0,72	7%	2,59	83%
	2			0,72	7%	2,59	83%
	3			0,56	78%	2,01	87%
Секционирование с применением плавких предохранителей	1	4032	87%	0,56	78%	2,01	87%
	2			0,56	78%	2,01	87%
	3			0,56	78%	2,01	87%

В зависимости от выбранного варианта автоматического секционирования линий суммарный годовой недоотпуск электрической энергии по сети в целом снижается на 70-87%. Из этого следует, что по сравнению с базовым вариантом (сеть с ручным местным секционированием) надежность электроснабжения по сети в целом повышается. Результаты расчета показателей надежности электроснабжения потребителей отдельных участков показывают, что при различных вариантах автоматического секционирования надежность электроснабжения конкретных потребителей изменяется не пропорционально изменению суммарного годового недоотпуска электрической энергии. В зависимости от выбранного критерия оптимизации следует придерживаться следующих подходов к выбору мест установки реклоузеров в сети:

1. При использовании в качестве критерия суммарного годового недоотпуска электрической энергии для целей повыше-

ния надежности электроснабжения потребителей фидера в целом целесообразно разделить линию на отдельные участки путем установки РВА/TEL таким образом, чтобы произведения длины и нагрузки каждого отдельного участка были примерно равны между собой. Эффективность будет тем выше, чем меньше протяженность линии в пределах одного участка или другими словами, чем больше количество секционированных участков.

2. При использовании в качестве критерия количества и длительности отключений конкретного потребителя или группы потребителей для адресного повышения надежности целесообразно устанавливать РВА/TEL максимально приближенно к данному потребителю. При этом в зависимости от схемы питания потребителей (одно- или двухтрансформаторная) целесообразно использовать один из вариантов, рассмотренных в п.8.2.6.

## 9. Сервисные услуги

Компания Таврида Электрик осуществляет комплексное сопровождение своих изделий на протяжении всего срока их службы посредством региональных представительств на территории Российской Федерации, Белоруссии и Казахстана.

Региональные представительства российской компании Таврида Электрик осуществляют шеф-монтаж или комплексный монтаж оборудования «под ключ». Выполняют разработку реко-


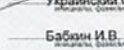
мендаций по оптимальному выбору мест установки реклоузеров в сети, разработку алгоритмов работы, наладку релейной защиты и телемеханики, а также обучение персонала Заказчика по применению продукта на конкретных объектах.

Для разработки рекомендаций по выбору мест установки реклоузеров в сети, расчету уставок РЗА необходимо заполнить соответствующий опросный лист (Приложение 7).




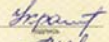

## Приложение 1

### Сертификат соответствия

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ГОССТАНДАРТ РОССИИ	
	<h2>СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</h2>
№ <b>РОСС RU.ME05.H03049</b>	
Срок действия с 04.06.2004 г. по 03.06.2007 г.	
<b>№0230268</b>	
<b>ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ</b>	
РОСС RU 0001.11ME05 от 27.10.00 г. ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ТРАНСФОРМАТОРОВ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ (АНО "НТЦ "ОС ЭЛМАТЭП") 196105, г. С.-Петербург, ул. Благодатная, 2, тел./факс (812) 389-91-67	
<b>ПРОДУКЦИЯ</b>	
Реклоузеры вакуумные автоматические РВА\TEL-10-12,5/630 ТУ 3414-005-57002326-2004 (ТШАГ 674153.101 ТУ) серийный выпуск	код ОК 005 (ОКП):  341411
<b>СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b>	
ГОСТ 687-78 пп.3.1-3.7, 3.8.1, п.5, ANSI 37.60-2003 п.п.5.2-5.9, 6.2, 6.10, п.9, ГОСТ 50748-2000, ГОСТ 29073-99, ГОСТ Р 51318.11-99, ГОСТ Р 51317.4.11-99, ГОСТ Р 51317.4.28-00, ГОСТ 29280-92, ГОСТ Р 51317.4.12-99, ГОСТ Р 51317.4.5-99, ГОСТ Р 51317.4.4-99, ГОСТ Р 51317.4.2-99, ГОСТ 50648-94, ГОСТ 50649-94, ГОСТ 50652-94	код ТН ВЭД:  8535210000
<b>ИЗГОТОВИТЕЛЬ</b>	
ООО "Липецкая ЭТК", ОКПО-34674684, ИНН-4826036632 398902, г.Липецк, ул.Юношеская, д.43	
<b>СЕРТИФИКАТ ВЫДАН</b>	
ООО "РК Таврида Электрик", ОКПО-57002326, ИНН-7734232103 123298, г.Москва, ул.Маршала Бирюзова, д.1	
<b>НА ОСНОВАНИИ</b>	
Протоколов испытаний № 212 от 03.06.2004 г., № ПИ-6579 от 04.06.2004г. ИЦВА ОАО "НИИВА", № РОСС RU.0001.22MB01 от 17.01.2001 г. 199106, г.С.-Петербург, В.О., 24 линия 15/2	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
	Руководитель органа  Эксперт 
	Украинской О.Я. Бабин И.В.
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

## Сертификат соответствия

Приложение 1. Продолжение

<b>СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ГОССТАНДАРТ РОССИИ</b>	
<b>СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</b>	
	№ <b>РОСС UA.ME05.B03047</b>
Срок действия с <b>03.06.2004 г.</b>	по <b>02.08.2007 г.</b>
	№ <b>6109856</b>
<b>ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ</b>	
РОСС RU 0001.11ME05 от 27.10.00 г.	
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ТРАНСФОРМАТОРОВ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ (АНО "НТЦ "ОС ЭЛМАТЭП") 196105, г. С.-Петербург, ул. Благодатная, 2, тел./факс (812) 389-91-87	
<b>ПРОДУКЦИЯ</b>	
Коммутационные модули OSM/TEL-15.5-16/630 со шкафами управления серии RC/TEL (реклаузеры вакуумные автоматические РВА/TEL-10-12.5/630) ТУ 3414-005-57002326-2004 (ТШАГ 674153.101 ТУ), серийный выпуск	КОД ОК 005 (ОКП):  <b>341411</b>
<b>СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b>	
ГОСТ 687-78 п.3.7.4, п.3.7.16-3.7.19, п.5, ГОСТ 1516.3-96 п.4.14	
<b>ИЗГОТОВИТЕЛЬ</b>	
ООО "Конструкторское бюро коммутационной аппаратуры", г. Севастополь, Украина	
<b>СЕРТИФИКАТ ВЫДАН</b>	
ООО "РК Таврида Электрик", ОКПО-57002326, ИНН-7734232103 123298, г. Москва, ул. Маршала Бирюзова, д.1	
<b>НА ОСНОВАНИИ</b>	
Протокола испытаний № 212 от 03.06.2004 г. ИЦВА ОАО "НИИВА", № РОСС RU.0001.22MB01 от 17.01.2001 г. 199106, г.С.-Петербург, В.О., 24 линия 15/2	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Маркируется по ГОСТ Р 50460-92 рядом с товарным знаком изготови- теля (на изделии и сопроводительной документации)	
Руководитель органа	 <u>Украинский О.Я.</u>
Эксперт	 <u>Пузырева И.А.</u>
Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации	

**Перечень протоколов испытаний**
**Приложение 1. Продолжение**

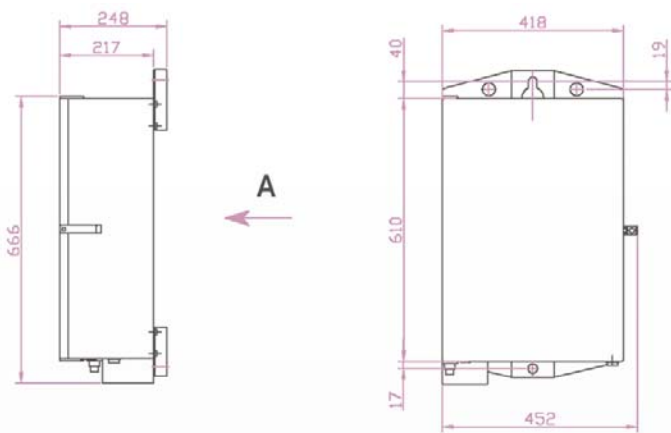
Вид испытаний	Стандарт	Место проведения испытаний
Испытания электрической прочности изоляции	ГОСТ 687, ANSI 3760	КЕМА, г.Арnhem
Испытания на нагрев	ГОСТ 687, ANSI 3760	КЕМА, г.Арnhem
Испытания на стойкость при сквозных токах короткого замыкания	ГОСТ 687	Испытательный центр "Научно-исследовательский институт высоковольтного аппаратостроения" (ИЦ "НИИВА"), г.Санкт-Петербург
Испытания на коммутационную способность	ГОСТ 687	Испытательный центр "Научно-исследовательский институт высоковольтного аппаратостроения" (ИЦ "НИИВА"), г.Санкт-Петербург
Испытания на коммутационный ресурс	ГОСТ 687	Испытательный центр "Научно-исследовательский институт высоковольтного аппаратостроения" (ИЦ "НИИВА"), г.Санкт-Петербург
Испытания на стойкость к воздействию внешних механических факторов	ГОСТ 16962.2	Испытательный центр "Научно-исследовательский институт высоковольтного аппаратостроения" (ИЦ "НИИВА"), г.Санкт-Петербург
Испытания на стойкость к воздействию внешних климатических факторов	ГОСТ 16962.1	Испытательный центр "Научно-исследовательский институт высоковольтного аппаратостроения" (ИЦ "НИИВА"), г.Санкт-Петербург
Испытания на отключение малых индуктивных токов	ГОСТ 687	Испытательный центр "Всероссийский электротехнический институт" (ИЦ ГУП "ВЭИ"), г. Москва
Испытания на соответствие требованиям помехоустойчивости по критерию качества функционирования "А"	ГОСТ 29073	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытания на эмиссию промышленных радиопомех в сеть питания и в окружающее пространство в полосе частот 0,15 - 1000 МГц	ГОСТ Р 51318.11-99	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к динамическим изменениям напряжения сети питания	ГОСТ Р 51317.4.11	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к изменению частоты питания	ГОСТ Р 51317.4.28	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к импульсным помехам 100/1300 мкс	ГОСТ 29280	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии по третьей степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 51317.4.5	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к колебательным затухающим помехам по третьей степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 51317.4.12	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва

Приложение 1. Продолжение

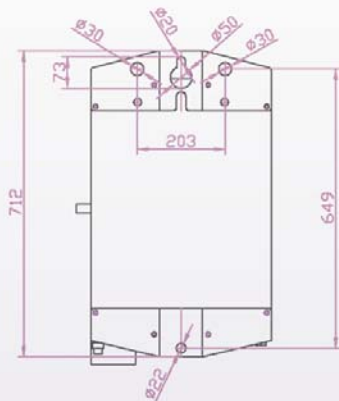
Вид испытаний	Стандарт	Место проведения испытаний
Испытание на устойчивость к наносекундным импульсным помехам по третьей степени жесткости	ГОСТ Р 51317.4.4	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к электростатическим разрядам по третьей степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 51317.4.2	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к воздействию магнитного поля промышленной частоты по четвертой степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 50648	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля по четвертой степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 50649	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытание на устойчивость к воздействию затухающего колебательного магнитного поля по четвертой степени жесткости испытаний	ГОСТ Р 50652	Испытательный центр "Всероссийский научный исследовательский институт атомных электрических станций" (ИЦ "НИИИТ-ВНИИАЭС"), г.Москва
Испытания на соответствие сборочному чертежу	ГОСТ 687	Научно-исследовательская испытательная лаборатория электротехнических изделий, г.Севастополь
Испытания на механическую работоспособность	ГОСТ 687	Научно-исследовательская испытательная лаборатория электротехнических изделий, г.Севастополь

## Приложение 2

### Габаритно-присоединительные размеры шкафа управления RC/TEL

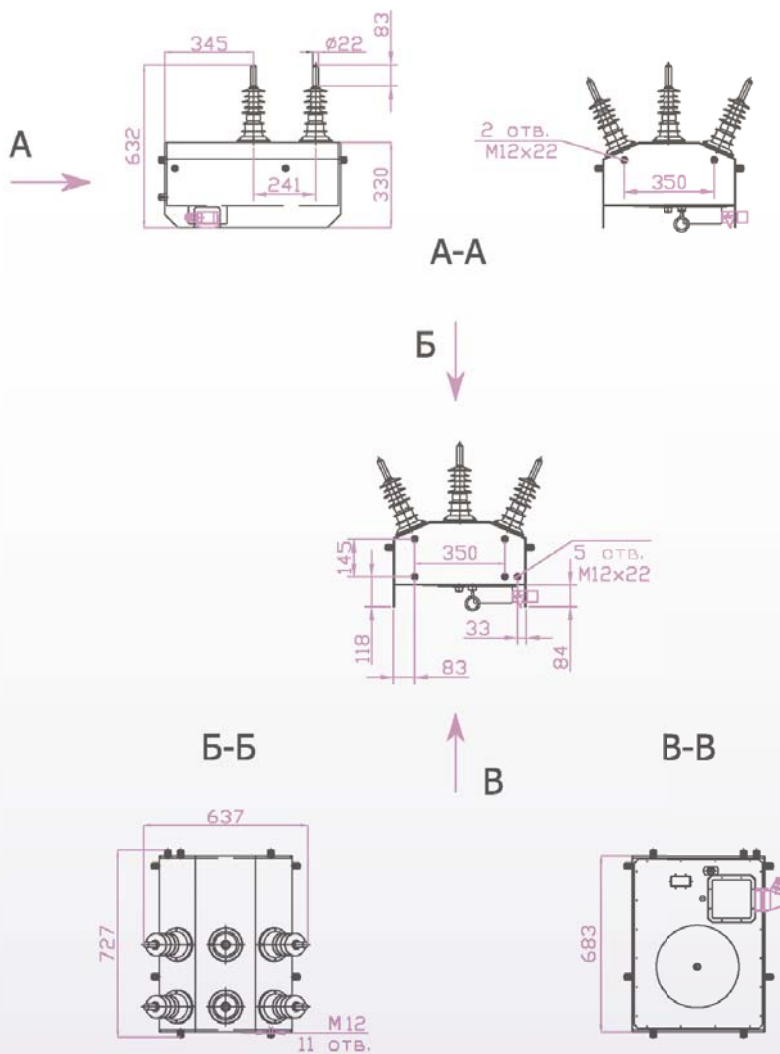


### A-A



## Приложение 3

## Габаритно-присоединительные размеры коммутационного модуля OSM/TEL



## Приложение 4

### Возможности местного и дистанционного управления

Вид сигнала	ПУ	ПК	SCADA	МДВБ
<b>Управление</b>				
<b>Настройки числовых параметров и уставок</b>				
Настройка даты и времени (Data, Time)	+	+	+	-
Настройка системы измерения (ME settings)	+	+	-	-
Настройка системы бесперебойного питания (UPS settings)	+	+	-	-
Настройка часов реального времени (RTC settings)	+	+	-	-
Настройка панели управления (MMI settings)	+	+	-	-
Настройка связи с персональным компьютером (PS settings)	+	+	-	-
Настройка модулей дискретных входов/выходов (I/O settings)	+	+	-	-
Настройка SCADA-системы (SCADA settings)	+	+	-	-
Настройка 1-й группы уставок (GRP 1 settings)	+ <sup>1)</sup>	+	-	-
Настройка 2-й группы уставок (GRP 2 settings)	+ <sup>1)</sup>	+	-	-
Настройка 3-й группы уставок (GRP 3 settings)	+ <sup>1)</sup>	+	-	-
Настройка 4-й группы уставок (GRP 4 settings)	+ <sup>1)</sup>	+	-	-
<b>Сигналы управления</b>				
Изменение режима управления местное/дистанционное	+	-	-	-
Включение/отключение реклоузера (Trip/Close)	+	+	+	+
Ввод/вывод защит (On(Prot)/Off(Prot))	+	+	+	+
Ввод 1-й группы уставок в качестве активной (On(Grp1))	+	+	+	+
Ввод 2-й группы уставок в качестве активной (On(Grp2))	+	+	+	+
Ввод 3-й группы уставок в качестве активной (On(Grp3))	+	+	+	+
Ввод 4-й группы уставок в качестве активной (On(Grp4))	+	+	+	+
Ввод/вывод разрешения автоматических включений от АПВ и АВР (On(AR)/Off(AR))	+	+	+	+
Ввод/вывод защиты от КЗ на землю (On(EF)/Off(EF))	+	+	+	+
Ввод/вывод защиты от однофазных замыканий на землю (On(SEF)/Off(SEF))	+	+	+	+
Ввод/вывод режима «Работа на линии» (On(LL)/Off(LL))	+	+	+	+
Ввод/вывод элемента отстройки при включении на «холодную нагрузку» (On(CLP)/Off(CLP))	+	+	+	+
Ввод/вывод ЭМН (On(UV)/Off(UV))	+	+	+	+
Ввод/вывод АВР (On(ABR)/Off(ABR))	+	+	+	+
Ввод/вывод АЧР (On(UF)/Off(UF))	+	+	+	+
Включение питания шкафа управления (On(Power))	+	-	-	-
Отключение питания шкафа управления (Off(Power))	+	+	-	-
Вкл./Откл. питания внешней нагрузки (On(Ext)/Off(Ext))	+	+	-	-
Сброс пароля шкафа управления (Reset password)	-	+	-	-
Удаление показаний счетчика энергии (Erase energy meters)	+	+	+	-

Приложение 4. Продолжение

Вид сигнала	ПУ	ПК	SCADA	МДВВ
<b>Управление</b>				
Удаление данных из журнала «ВО» (Erase CO operation)	+	+	+	-
Удаление данных из журнала событий (Erase event log)	+	+	+	-
Удаление данных из журнала изменения нагрузки (Erase load profile)	+	+	+	-
Удаление данных из журнала изменения данных (Erase change message)	+	+	+	-
Удаление показаний счетчика SCADA-системы (Erase SCADA counters)	+	+	+	-
<b>Информация о состоянии реклоузера, сигнализация и измерения</b>				
<b>Информация о состоянии системы</b>				
Показания даты и времени (Date, Time)	+	+	+	-
Состояние системы бесперебойного питания реклоузера (UPS status)	+	+	+	-
<b>Сигналы индикации</b>				
Режим управления местный/дистанционный (Local mode)	+	+	+	+
Реклоузер находится в отключенном состоянии с запретом АПВ и АВР (Lockout)	+	+	+	+
Реклоузер находится в отключенном состоянии с инициированным АПВ или АВР (AR initiated)	-	-	+	+
Произошел пуск любой защиты или инициирование АПВ или АВР (Prot initiated)	+	+	+	+
Сигналы пуска защит (Pickup signals)	-	-	+	+
Сигналы действия защит на сигнал (Alarm signals)	-	-	+	+
Сигналы, связанные с отключением реклоузера (Open signals)	-	-	+	+
Сигналы, связанные с включением реклоузера (Closed signals)	-	-	+	+
Сигналы состояния защит и автоматики (Prot status signals)	+	+	+	+
Сигналы неисправности (Malfunction)	+	+	+	+ <sup>2)</sup>
Сигналы предупреждения (Warning)	+	+	+	+
<b>Показания счетчиков</b>				
Показания счетчика операций «ВО» (Lifetime counters)	+	+	+	-
Показания счетчика аварийных отключения (Fault counters)	+	+	+	-
Показания счетчика SCADA-системы (SCADA counters)	+	+	+	-
<b>Информация в журналах</b>				
Просмотр журнала включений и отключения (CO operation)	+	+	-	-
Просмотр журнала данных об аварии (Fault records)	-	+	-	-
Просмотр журнала событий (Event log)	-	+	-	-
Просмотр журнала изменения данных (Change message)	-	+	-	-
Просмотр журнала изменения нагрузки (Load profile)	-	+	-	-
<b>Измерения</b>				
Измеренные значения (Measured data)	+	+	+	-

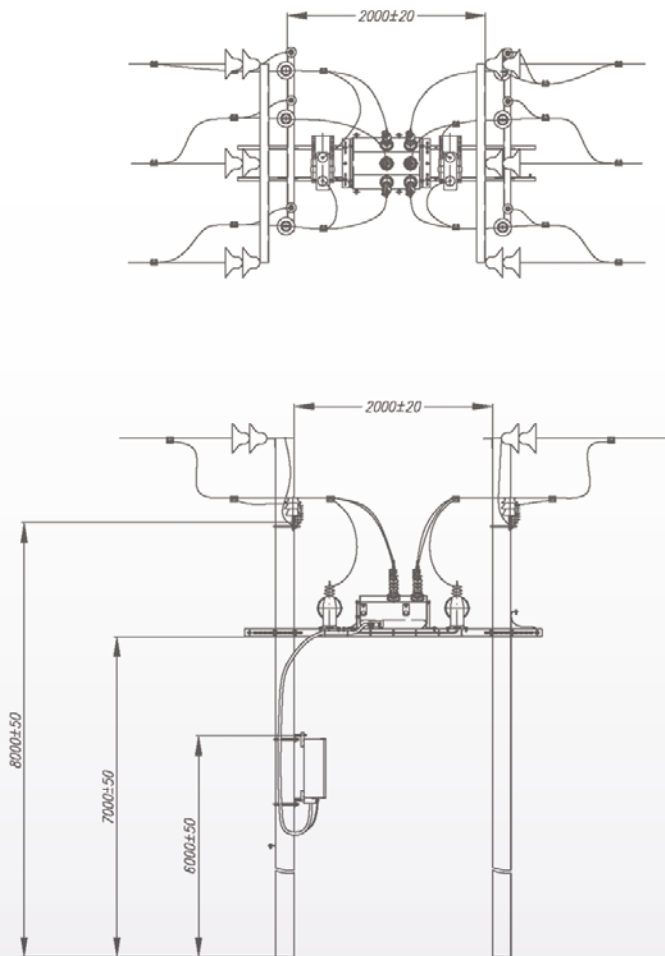
1) Названия групп уставок нельзя изменить посредством панели управления (ММИ)

2) Модуль дискретных входов/выходов (I/O) не обеспечивает индикацию следующих сигналов неисправности: «Bus comms error», «I/O1 fault», «I/O2 fault», «I/O1 comms error», «I/O2 comms error», т.к. при указанных неисправностях не обеспечивается правильная работа МДВВ.

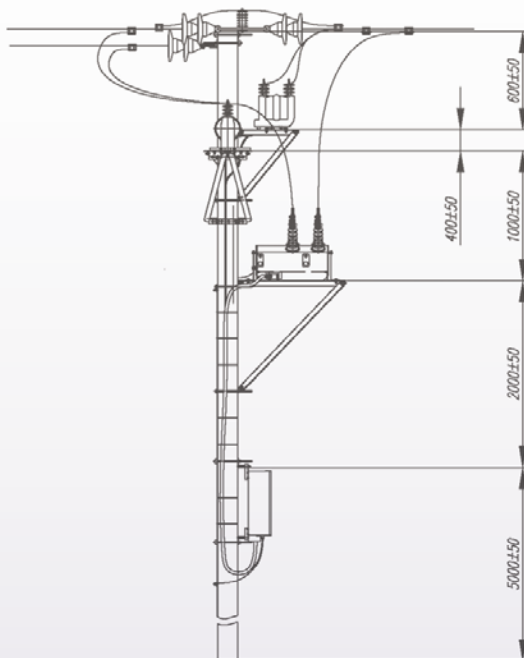
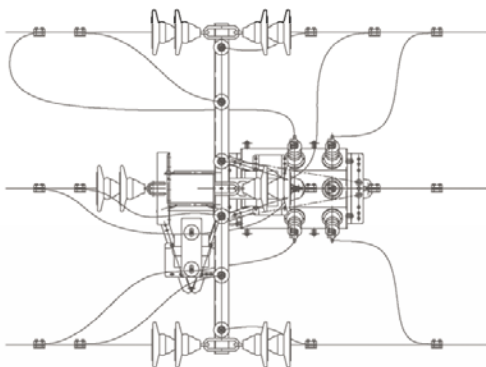


## Приложение 5

**Габаритно-присоединительные размеры комплекта установки на две опоры**





Габаритно-присоединительные размеры комплекта установки реклоузера на одну опору



## Приложение 6

### Опросный лист на заказ вакуумного реклоузера РВА\TEL

Сведения о сети	Номинальное напряжение сети: <input type="checkbox"/> - 6 кВ <input type="checkbox"/> - 10 кВ <input type="checkbox"/> - с односторонним питанием	Указать количество или отметить знаком (где требуется)
		<input type="checkbox"/> - с двухсторонним питанием 
Основные оборудование	Количество реклоузеров по назначению: Фидер на питающей подстанции, шт. Пункт секционирования сети с односторонним питанием, шт. Пункт секционирования сети с двухсторонним питанием, шт. (в т.ч. пункт АВР) Ответвление сети, шт.	А <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/> D <input type="text"/>
	ИТОГО реклоузеров:	<input type="text"/>
	Соединительный кабель:	
	6 м, шт.	<input type="text"/>
	8 м, шт. 10 м, шт. 12 м, шт.	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Дополнительное оборудование	Модули дискретных входов/выходов: ЮМ/TEL-12/60 (n = 12, 24, 30, 48, 60 В), шт. ЮМ/TEL-100/250 (n = 100, 110, 125, 250) В, шт. (Основное назначение модулей - организация проводных систем дистанционного управления. В состав одного реклоузера может входить один или два модуля ЮМ/TEL)	<input type="text"/> <input type="text"/>
	Трансформаторы напряжения для целей оперативного питания: Трансформатор, шт. (Рекомендуется установка двух трансформаторов в варианте С и одного в вариантах А, В, D. При наличии стационарной системы питания -100,127,220 В установка трансформаторов не требуется)	<input type="text"/>
	Ограничители перенапряжения (ОПН): Комплект ОПН, комп. (В состав одного комплекта входит 3 ОПН. Во всех вариантах за исключением А рекомендуется установка двух комплектов на один реклоузер)	<input type="text"/>
	Монтажные комплекты: Двухполюсный комплект установки (МКР №1), комп. Однополюсный комплект установки (МКР №2), комп. Другой (краткое описание):	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Сведения о доставке	Сведения о доставке:	<input type="checkbox"/> - Доставка поставщика <input type="checkbox"/> - Самовывоз
	Дополнительные требования:	<input type="text"/>
Сведения о Заказчике	Предприятие: Объект: Ф.И.О., Должность: Контактный телефон, факс, e-mail:	    
	Подпись ответственного за заполнение опросного листа:	<input type="text"/>
	« » _____ 200_ г.	<input type="text"/>

## Приложение 7

### Опросный лист на разработку рекомендаций по выбору мест установки, алгоритмам работы и расчету уставок РЗА вакуумных реклоузеров РВА/TEL

#### I. Выбор мест установки и алгоритмов работы в сети

##### 1. Общие сведения о сети

###### 1.1. Номинальное напряжение сети

- 6 кВ;  - 10 кВ.

###### 1.2. Тип сети

- с одним источником питания;  
 - с двумя источниками питания;  
 - с многократным сетевым резервированием питания.

###### 1.3. Схема сети - Приложение №1

- Приложить к опросному листу пропорную схему сети, содержащую следующую информацию:
  - наименование источника питания и потребительских подстанций;
  - марки и сечения проводов;
  - расстояния между опорами или узлами сети;
  - предполагаемые места установки РВА/TEL;
  - в случае наличия нескольких источников питания указать границы зоны питания от этих источников;
  - выделить на схеме участки сети с повреждаемостью выше среднего.
- Схему приложить в электронном формате (желательно AutoCAD, Visio, MSOffice) и в бумажном виде с официальной подписью ответственного представителя Заказчика.

###### 1.4. Показатели надежности сети

- Удельное количество отключений, 1/100км в год \_\_\_\_\_
- Реальное число отключений линии где планируется установка реклоузеров, поврежденных в год \_\_\_\_\_
- Среднее время восстановления электроснабжения, час \_\_\_\_\_
- Среднее время обхода и ремонта поврежденного участка, час \_\_\_\_\_
- Суммарный годовой недоотпуск электроэнергии в существующей сети (по линиям, где планируется установка РВА/TEL), кВт.ч \_\_\_\_\_

##### 2. Количество устанавливаемых аппаратов и функциональность их работы

###### 2.1. Предполагаемое количество аппаратов, шт. \_\_\_\_\_

###### 2.2. Желаемая функциональность

- комплексная автоматизация сети;  - пункт(м) ввода резерва;  
 - повышение надежности отдельных потребителей;  - другая: \_\_\_\_\_  
 - установка на оттайку;

##### 3. Исходные данные для разработки рекомендаций:

###### 3.1. Данные по источникам питания

###### 3.1.1. Общие сведения

№ ст.	Наименование	Номинальная мощность тр-ра, МВА	Тип выключателя <sup>1)</sup>	Комплексные сопр. источ. до шин 10(6) кВ, Z <sub>с</sub> , Ом <sup>2)</sup>		Расчетные токи нагрузки фидера, А <sup>1)</sup>		Средние уровни токов ОЗЗ, А <sup>1), 4)</sup>
				мин. <sup>3)</sup>	макс. <sup>3)</sup>	мин.	макс.	
1								

Примечания: <sup>1)</sup> - В начале линии(И), на которых планируется установка РВА/TEL

<sup>2)</sup> - При наличии данных о комплексных токах или мощности КЗ указать вид КЗ и размерность величины

<sup>3)</sup> - Указать с учетом режима работы системы (не вида КЗ!)

<sup>4)</sup> - ОЗЗ - однофазные замыкания на землю

###### 3.1.2. Возможно ли выделение доп. средств на замену (установку) следующего оборудования:

Масл. выкл. на вак. выкл.

- да;  - нет.

Электромеханической РЗА на МПЗ

- да;  - нет.

ЗМН

- да;  - нет.

###### 3.1.3. Данные по РЗА

	Вводный выключатель №1 <sup>5)</sup>	Вводный выключатель №2 <sup>5)</sup>	Секционный выключатель <sup>5)</sup>	Отход. линия	Возможно ли изменение параметра и на сколько
Источники МЗ	Кол-во ступеней РЗ				
	Тип РЗА (указать тип реле)				
	Тип времятоковой характеристики				
	Ток срабатыв., А				
	Время срабатыв., с				
	Кол-во циклов АПВ				
	Выдержка времени каждого цикла				
	Выдержка времени ЗМН, с				
	Выдержка времени АВР, с				
	Время выт/откл выключателя, мс				

Примечания: <sup>5)</sup> - при числе секций на питающем центре более двух указать соответствующие параметры имеющихся вводных и секционных выключателей

**Приложение 7. Продолжение**
**3.2. Информация о наличии в линии автоматических пунктов секционирования и пунктов АВР:**

Тип	Наименование на схеме	Кол-во ступеней РЗ	Тип РЗА (указать тип реле)	Тип времятоковой характеристики	Ток срабатывания, А	Время срабатывания, с	Кол-во циклов АПВ	Выдержка времени каждого цикла АПВ, с	Выдержка времени ЗМН, с	Выдержка времени АВР, с	Время вкл./откл. выключателя, с
1											

**3.3. Данные о потребителях**

№ пп	№ТП (Наименование)	S <sub>ном</sub> , кВА <sup>1)</sup>	Предохранители		Коэффициент загрузки		соэф	Надежность электроснабжения		У <sub>о</sub> , руб/кВт.ч <sup>3)</sup>	Т, руб/кВт.ч <sup>4)</sup>
			Тип	I <sub>пред.вст.</sub> , А <sup>2)</sup>	мин.	макс.		Категория	Ответств.		
1											

 Примечания: <sup>1)</sup> S<sub>ном</sub> - номинальная мощность трансформаторов на потребительских ТП;

<sup>2)</sup> I<sub>пред.вст.</sub> - номинальный ток плавкой вставки предохранителя;

<sup>3)</sup> У<sub>о</sub> - удельный ущерб от недоотпуска одного кВт.ч электроэнергии;

<sup>4)</sup> Т - тариф за электроэнергию;

Примечания: - При наличии высоковольтных двигателей 10(6)кВ указать места установки, пусковые токи и длительность их протекания (или каталожные параметры двигателя).

- При наличии на ТП у потребителей установленной РЗА указать её параметры согласно формы п.3.2.

**II. Установка на опору**

Комплекты Комплекты ТЕЛ: <input type="radio"/> - однополюсный; <input type="radio"/> - двухполюсный. Пожелания по доработке комплекта ТЕЛ: <input type="text"/>	Другие комплекты: <input type="radio"/> - другие комплекты. Разработчик: <input type="text"/>
---	--

**III. Интеграция в систему телемеханики**
**Данные по системе телемеханики (ТМ)**

Наличие системы ТМ:

 - да;     - нет.

Поставщик системы ТМ:

Тип канала связи:

 - Радиоканал;     - ВОЛС;  
 - GSM;     - ВЧ-канал;  
 - GPRS;     - Проводной (дискр. вх./вых.);

Тип протокола передачи данных:

 - Modbus;  
 - DNP3;

Тип соединения ТМ (SCADA верхнего уровня) с РВА/ТЕЛ:

 - прямое;  
 - через устройство сбора и передачи данных (УСПД).

 - МЭК-870 - 
 - Другой - 
**IV. Особые требования**

**V. Список приложений**
**VI. Сведения о заполняющем**

 Предприятие: \_\_\_\_\_  
 Объект: \_\_\_\_\_  
 ФИО, должность: \_\_\_\_\_  
 Контактный телефон: \_\_\_\_\_

Подпись ответственного за заполнение опросного листа

 " \_\_\_\_ " \_\_\_\_ 200 \_\_\_\_

## Приложение 8. РЕФЕРЕНС-ЛИСТ

**Проекты применения вакуумного реклоузера РВА\TEL-10-12,5/630 У1 и вакуумного выключателя наружной установки OSM\TEL-12-16/630 на территории России, Белоруссии и Казахстана (на 1 ноября 2005 г.)**

№	Наименование проекта	Год	Применение
1*	ОАО «Белгородэнерго» Южные электрические сети	2004	Проект комплексной автоматизации воздушной линии 10 кВ. Первый пилотный проект применения реклоузеров РВА\TEL в России. В рамках проекта реализован уникальный алгоритм автоматической локализации повреждений в сети. Для повышения надежности электроснабжения потребителей была организована кольцевая схема электроснабжения. Два реклоузера установлены в качестве пунктов секционирования, один – как пункт АВР. На наиболее протяженных ответвлениях использованы плавкие предохранители выхлопного типа. Все реклоузеры были интегрированы в диспетчерскую систему телемеханики с использованием радио-связи по средством радио-модемов.
2*	ОАО «Вологдаэнерго» Тотемские электрические сети	2004	Секционирование радиальной линии. Установка в опытно-промышленную эксплуатацию.
3	ОАО «Вологдаэнерго» Череповецкие электрические сети	2004	Выключатель OSM\TEL установлен в бетонной КТП в качестве пункта АВР. Благодаря такому применению удалось реализовать схему АВР при экономии габаритов подстанции.
4*	Внуковская дистанция МЖД ОАО «РЖД»	2004	Первый проект применения реклоузера Таврида Электрик на железной дороге. Аппарат установлен на линии СЛБ, ответвлении от основной путевой магистрали.
5*	Независимая нефтедобывающая компания ОАО «Меланефть»	2004	Секционирование радиальной линии. Реклоузеры установлены на ответвлениях к нефтедобывающим скважинам. Назначение установок – сокращения количества отключенных скважин при отключении головного выключателя.
6*	Оленегорский горно-обогатительный комбинат ОАО «Олкон»	2004	Ретрофит ячеек ЯКНО. Причиной такого оригинального решения стала исключительная функциональность реклоузера.
7*	Ростовские городские электрические ГУП «Донэнерго»	2004	В данном проекте реклоузеры впервые были использованы для организации открытого распределительного пункта 10 кВ с отходящими кабельными линиями. В результате рассмотрения различных вариантов удалось найти простое и относительно недорогое решение вопроса электроснабжения потребителя за счет установки облегченного распределительного пункта 10 кВ на базе вакуумных реклоузеров Таврида Электрик.
8*	ЗАО «НП «Тилефабрика Ореховская»	2004	Очередной проект ретрофита пункта секционирования предыдущего поколения - ячейки К-102. Назначение установки аппарата - пункт АВР без защит. Поэтому было принято решение об установке вакуумного выключателя OSM\TEL совместно со шкафом управления с электромеханической РЗА выполненной по схеме АВР. Это позволило решить задачу малыми средствами.
9*	ОАО «Чуваэнерго» Южные электрические сети	2004	При реализации этого проекта Заказчиком рассматривались два альтернативных варианта решения: на базе ячеек КРЧН и с применением реклоузеров. Выбор в пользу реклоузеров был сделан по причине его относительно не высокой стоимости, меньших массогабаритных показателей и исключительных функциональных возможностей.

**Приложение 8. Продолжение**

№	Наименование проекта	Год	Применение
10	ОАО «Пензанафть»	2004	Вакуумный выключатель OSM/TEL используется в качестве секционного выключателя. Целью проекта стала возможность коммутации ВЛ без снятия напряжения. Выбор в пользу модуля наружной установки был сделан в силу того, что отсутствовала необходимость в сложных микропроцессорных защитах. Выключатель был установлен на крыше металлической КТП, блок управления расположился внутри, там же был установлен кнопочный пульт управления.
11*	Можайские электрические сети ОАО «Мосэнерго»	2004	Проект комплексной автоматизации воздушной линии 10 кВ. В качестве основной задачи при разработке проекта ставилось предложение оптимальной схемы электроснабжения потребителя с высокими требованиями по надежности (Военно-исторический музей Бородинской битвы) от трех независимых источников питания. Для этих целей два из трех реклоузеров были установлены в качестве пункта АВР и один - в качестве пункта секционирования. В результате проекта надежность музея была существенно повышена, работа схемы осуществляется полностью автоматически.
12*	Оренбургские электрические сети ОАО «Оренбургэнерго»	2004	Реклоузер установлен в качестве секционного аппарата на ответвлении к потребителю, что позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей остальной части фидера.
13	ОАО «Эмбаунгайгаз» Хабаровское отделение ДВЖД	2004	Секционирование радиальной линии.
14	ОАО «РЖД»	2004	Защитный аппарат на ответвлении линии СЛБ.
15	ЛУКОЙЛ-Пермь НПС «Классово»	2004	Реклоузер установлен в качестве пункта АВР для целей оптимизации процесса питания подстанции 10 кВ.
16*	ОАО «Смоленскэнерго» Восточные электрические сети	2004	В данном случае реализована замена устаревшей ячейки КРВН-В-120 на более современный и функциональный реклоузер, который обеспечивает защиту оттайки в сети 10 кВ. Впервые применен одноопорный монтажный комплект установки реклоузера на опоры воздушных линий электропередачи.
17	Группа строительных компаний Стройтех-5	2004	Установка реклоузера на оттайку по техническим условиям энергосистемы
18*	Ростовские электрические сети ОАО «Ярэнерго»	2005	Проект комплексной автоматизации воздушной линии 10 кВ. Одной из основных задач при разработке проекта стало решение проблемы взаимоотношений между сетевой компанией и ОАО «РЖД» в части РЗА аварийных режимов работы сети. Реализован алгоритм комплексной децентрализованной автоматизации аварийных режимов работы сети. В проекте реализовано дистанционное управление реклоузерами посредством GSM-связи с применением программного обеспечения TELUS Remote.
19*	МУП «Ифаводоканал»	2005	Установка реклоузера на оттайку
20*	ОАО «Облкоммунэнерго» Энгельские электрические сети	2005	Пункт секционирования радиальной линии
21*	ЗАО «Русдрагмет» Хабаровский край	2005	Выбор в пользу РВА/TEL был сделан не случайно. Ранее на отходящих линиях использовались ячейки ЯКНО, однако в условиях обильных снегопадов, что далеко не редкость в условиях Дальнего Востока, данные устройства довольно часто заносило снегом. Именно поэтому специалисты решили попробовать установить реклоузер. Во-первых — этот аппарат устанавливается непосредственно на опорах линии, а следовательно снежные заносы ему не страшны. А во-вторых — реклоузер не требует проведения каких-либо профилактических работ и может работать как в автоматическом режиме, так и в режиме дистанционного управления.

Приложение 8. Продолжение

№	Наименование проекта	Год	Применение
22*	Хабаровское отделение ДВЖД	2005	Реклоузер установлен в качестве пункта ввода сетевого резервного питания на линии сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), обеспечивающей электроснабжение систем управления движением железнодорожного транспорта. Для организации дистанционного управления РВА/TEL был интегрирован в существующую систему телемеханики по традиционному трех проводному каналу связи. На диспетчерском пункте организован пульт управления и сигнализации.
23*	ГУП «Татэлектросеть» Зеленодольские городские сети	2005	Установка по техническим условиям электрических сетей.
24*	ОАО «Чувашэнерго» Южные электрические сети	2005	Реклоузеры установлены в проекте реконструкции РП 10 кВ. В рамках проекта впервые реализована система Micro SCADA TEL на базе программного обеспечения TELUS Remote с использованием GSM связи.
25*	Горэлектросеть Астана Строительная компания	2005	Реклоузер установлен в качестве ячейки КРУ наружной установки на отходящей линии к потребителю.
26*	Горэлектросеть Астана Гостиница Пекин	2005	Реклоузер установлен в качестве ячейки КРУ наружной установки на отходящей линии к потребителю.
27*	АО «КазТрансОйл»	2005	Проект комплексной автоматизации вольтаcrossовых линий магистральных трубопроводов Западного и Восточного филиалов АО «КазТрансОйл».
28	ОАО «Белгородэнерго» Северные электрические сети	2005	
29	ОАО «Белгородэнерго» Восточные электрические сети	2005	Проект комплексной автоматизации и повышения надежности электроснабжения объектов I категории надежности – комплекса птицеводческих фабрик.
30	ОАО «Белгородэнерго» Южные электрические сети	2005	
31	ОАО «Нижновэнерго» Кстовские электрические сети	2005	Секционирование ответвления от магистрали.
32	ОАО «Тюменьэнерго» Южные электрические сети	2005	Секционирование радиальных линий с целью оптимизации поиска места повреждения и повышения надежности электроснабжения потребителей.
33	ОАО «Самараэнерго» Чапаевские городские сети	200	Реклоузер установлен по TV от сетей для повышения надежности ответственного потребителя - станции полива, которая до этого испытывала частые отключения, связанные с наличием в конце линии участков с высокой повреждаемостью. С применением РВА/TEL удалось существенно снизить общее количество отключений данного потребителя.
34	ОАО «Ленэнерго» Выборгские электрические сети	2005	Секционирование радиальной линии. Опыт промышленной эксплуатации.
35	ОАО «Хантымансийск-нефтегазгеология»	2005	Интерес к реклоузерам РВА/TEL возник, как к аппаратам способным заменить традиционные КРУН в новых проектах на электроснабжение различных объектов нефтяных месторождений, и при реконструкции существующих объектов электроснабжения. Доставка и установка КРУН является очень трудоемким процессом, особенно в условиях труднодоступных территорий. Именно поэтому был проявлен интерес к реклоузеру, как к аппарату, требующему значительно меньше трудозатрат при вводе в эксплуатацию.
36	ОАО «Надымгазпром»	2005	Секционирование радиальной линии.

\*Ниже приводятся иллюстрации



## ОАО «Белгородэнерго»

**Южные электрические сети  
Комплексная автоматизация сети**



**ОАО «Вологдаэнерго»**

**Тотемские электрические сети  
Секционирование радиальной линии**



## ОАО «РЖД»

### Московская железная дорога Секционирование радиальной линии



## ОАО «Меллянефть»

### Секционирование радиальной линии



## ОАО «ОЛКОН»



### Ретрофит ячеек ЯКНО



## ГУП «Донэнерго»

### Открытое распределительное устройство 10 кВ



## **ЗАО «НП «Птицефабрика Ореховская»**

### **Ретрофит ячеек К-102**



## ОАО «Чувашэнерго»

**Южные электрические сети**  
**Реконструкция распределительного пункта 10 кВ**





## ОАО «Мосэнерго»

### Можайские электрические сети Комплексная автоматизация сети



## ОАО «Оренбургэнерго»

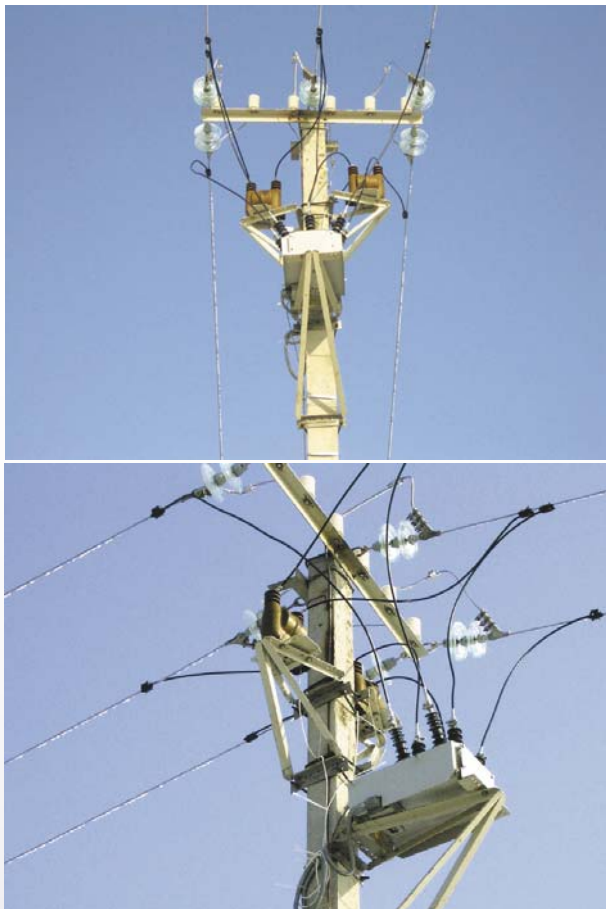
### Оренбургские электрические сети Секционирование радиальной линии



## ОАО «Смоленскэнерго»

Восточные электрические сети

Секционирование радиальной линии



## ОАО «Ярэнерго»

### Ростовские электрические сети Комплексная автоматизация сети



## МУП Уфаводоканал

### Секционирование радиальной линии



## ОАО «Облкоммуэнерго»

### Энгельские электрические сети Секционирование радиальной линии



## **ЗАО «Русдрагмет»**

### **Хабаровский край Секционирование радиальной линии**



## Хабаровское отделение ДВЖД

### Ввод сетевого резервного питания на линии СЦБ





## ГУП «Татэлектросеть»

### Зеленодольские городские сети Секционирование радиальной линии



## ОАО «Чувашэнерго»

### Южные электрические сети Реконструкция распределительного пункта 10 кВ



## Горэлектросеть г.Астана

### Строительство гостиницы “Пекин”



## АО «КазТрансОйл»



### Комплексная автоматизация сети



## Лист регистрации изменений

изме- нение	Номера листов (страниц)				всего листов (страниц) в документе	№ документа	дата
	изменен- ных	заменен- ных	новых	аннулиро- ванных			
1	—	все	—	—	32	ТШАГ 674 153.101 ТО	10.03.04
2	Э	16	4	—	36	ТШАГ 674 153.101 ТО	09.02.05
3	все	—	все	—	80	ТШАГ 674 153.101 ТО	01.11.05
4	все	—	—	4	76	ТШАГ 674 153.101 ТО	01.03.06

**РК ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК**
**Центральный офис**

123 298, МОСКВА, а/я 15,

Тел.: (495) 787 25 25,

Факс: (495) 943 12 95,

 E-mail: [rosim@tavrida.ru](mailto:rosim@tavrida.ru),

**Региональные представительства**
**РОССИЯ**

ВОЛГОГРАД	Тел./факс: (8442) 93 08 68	<a href="mailto:info@volga.tavrida.ru">info@volga.tavrida.ru</a>
ГУБКИН	Тел./факс: (47241) 4 57 39	<a href="mailto:info@kma.tavrida.ru">info@kma.tavrida.ru</a>
ЕКАТЕРИНБУРГ	Тел./факс: (343)260 54 85	<a href="mailto:mail@ural.tavrida.ru">mail@ural.tavrida.ru</a>
ИРКУТСК	Тел./факс: (3952) 707 555	<a href="mailto:info@irkut.tavrida.ru">info@irkut.tavrida.ru</a>
КАЗАНЬ	Тел./факс: (843) 299 50 53	<a href="mailto:info@tat.tavrida.ru">info@tat.tavrida.ru</a>
КРАСНОЯРСК	Тел./факс: (3912) 27 20 51	<a href="mailto:info@krsk.tavrida.ru">info@krsk.tavrida.ru</a>
ЛИПЕЦК	Тел./факс: (4742) 40 01 48	<a href="mailto:info@lipetsk.tavrida.ru">info@lipetsk.tavrida.ru</a>
МОСКВА- ЦЕНТР	Тел./факс: (495) 946 42 33	<a href="mailto:info@mv.tavrida.ru">info@mv.tavrida.ru</a>
МОСКВА	Тел./факс: (495) 261 83 09	<a href="mailto:info@msk.tavrida.ru">info@msk.tavrida.ru</a>
Н. НОВГОРОД	Тел./факс: (8312) 51 14 87	<a href="mailto:info@nnov.tavrida.ru">info@nnov.tavrida.ru</a>
НОВОСИБИРСК	Тел./факс: (383) 346 52 18	<a href="mailto:info@nsib.tavrida.ru">info@nsib.tavrida.ru</a>
ОМСК	Тел./факс: (3812) 23 64 82	<a href="mailto:info@omsk.tavrida.ru">info@omsk.tavrida.ru</a>
ПЕРМЬ	Тел./факс: (342) 249 71 55	<a href="mailto:info@perm.tavrida.ru">info@perm.tavrida.ru</a>
РОСТОВ-НА-ДОНУ	Тел./факс: (863) 236 00 83	<a href="mailto:info@don.tavrida.ru">info@don.tavrida.ru</a>
САМАРА	Тел./факс: (846) 262 30 30	<a href="mailto:info@samara.tavrida.ru">info@samara.tavrida.ru</a>
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ	Тел./факс: (812) 373 23 61	<a href="mailto:info@spb.tavrida.ru">info@spb.tavrida.ru</a>
СУРГУТ	Тел./факс: (3462) 51 53 94	<a href="mailto:info@surgut.tavrida.ru">info@surgut.tavrida.ru</a>
УФА	Тел./факс: (3472) 32 57 81	<a href="mailto:info@ufa.tavrida.ru">info@ufa.tavrida.ru</a>
ХАБАРОВСК	Тел./факс: (4212) 38 19 68	<a href="mailto:info@dv.tavrida.ru">info@dv.tavrida.ru</a>
ЧЕРЕПОВЕЦ	Тел./факс: (8202) 59 72 65	<a href="mailto:info@vgda.tavrida.ru">info@vgda.tavrida.ru</a>
ЧЕРНОЗЕМЬЕ	Тел./факс: (4742) 40 83 74	<a href="mailto:info@chzm.tavrida.ru">info@chzm.tavrida.ru</a>
ЧЕЛЯБИНСК	Тел./факс: (351)796 63 91	<a href="mailto:info@chel.tavrida.ru">info@chel.tavrida.ru</a>

**БЕЛОРУССИЯ**

 МИНСК Тел.: +375(17) 241 76 12 [info@minsk.tavrida.ru](mailto:info@minsk.tavrida.ru)
**КАЗАХСТАН**

 АСТАНА Тел.: +7(3172)32 31 90 [info@kz.tavrida.ru](mailto:info@kz.tavrida.ru)