ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКИЕ СЕТИ»

СБОРНИК ТИПОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ ПАО «РОССЕТИ»

СТО 34.01-2.2-033-2017

Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционирующие пункты (реклоузеры)

Том 1.2 «Секционирующие пункты (реклоузеры)»

Стандарт организации

Дата введения: 14.11.2017

ПАО «Россети»

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

Сведения о сборнике типовых технических решений по линейной части с применением секционирующих пунктов (реклоузеров)

1 РАЗРАБОТАН:

(АО «ЦТЗ») при участии Департамента оперативно-технологического управления ПАО «Россети» (Петров С.А.), Заместителя главного инженера АО Янтарьэнерго (Моисеев М.М.)

2 ВНЕСЕН:

Департаментом оперативно-технологического управления ПАО «Россети»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

Распоряжением ПАО «Россети» от 14.11.2017 №617р.

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по НТД следует направлять в ПАО «Россети» согласно контактам, указанным на официальном информационном ресурсе или по электронной почтой по адресу: gost.e-ecolog.ru

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «Россети».

Данное ограничение не предусматривает запрета на присоединение сторонних организаций к настоящему Стандарту и его использование в своей производственно-хозяйственной деятельности. В случае присоединения к настоящему Стандарту сторонней организации необходимо уведомить ПАО «Россети».

Состав сборника типовых технических решений ПАО «Россети» по линейной части с применением секционирующих пунктов (реклоузеров):

Том №1.1 Общие данные;
Том №1.2. Секционирующие пункты (реклоузеры):

- Книга 1.2.1 Реклоузеры АО «ГК «Таврида Электрик».
- Книга 1.2.2 Секционирующие пункты ЗАО "ГК "Электрощит" ТМ Самара".

Оглавление

1. Общая часть. 5
2. Назначение реклоузеров 5
3. Принципы применения реклоузеров 10
3.1 Повышение надежности фидера 10
3.2 Повышение надежности ответственного потребителя 10
3.3 Подключение нового потребителя, разграничение балансовой принадлежности 12
3.4 Организация сетевого резервирования 12
3.5 Выбор оптимального количества реклоузеров 13
3.6 Выбор мест установки реклоузеров 14
4. Технические требования к реклоузерам 15
Приложение А. Пример расчета показателей надежности 16
А.1 Исходные данные 16
А.2 Мероприятия по повышению надежности 16
А.3 Расчет показателей надежности 17
Приложение Б. Пример расчета уставок 21
Б.1 Максимальная токовая защита (МТЗ) 21
Б.2 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ) 22

1. Общая часть.

На ВЛ 6-35 кВ рекомендуется применение секционирующих пунктов (реклоузеров) (далее реклоузер) выполненных в виде коммутационного модуля со встроенными датчиками тока и напряжения, выполняющего функции релейной защиты, автоматики, контроля качества и учета электроэнергии, мониторинга параметров сети.

В данном томе рассматривается различные варианты установки реклоузеров в сети 6-35 кВ, обеспечивающие повышение надежности электроснабжения потребителей при кольцевом и радиальном электроснабжении. Так же представлен способ крепления оборудования на опоре(ах).

В книгах данного сборника представлены типовые решения по устройству реклоузеров на основе типовых решений производителей, наиболее часто встречающихся на объектах ДЗО ПАО «Россети».

2. Назначение реклоузеров

Реклоузер - устройство, предназначенное для автоматического отключения, а также повторного включения цепи переменного тока в режимах КЗ и без КЗ по предварительно заданной последовательности циклов отключения и включения с последующим возвратом функции АПВ в исходное состояние, сохранением включенного положения или блокировкой в отключенном положении.

Реклоузер выполняет автоматическое отключение поврежденного участка, автоматическое повторное включение линии (АПВ), автоматическое восстановление питания на неповрежденных участках сети (АВР), оперативные переключения в распределительной сети (местная и дистанционная реконфигурация), сбор, обработку и передачу информации о параметрах режимов работы сети и состоянии собственных элементов.

Применение реклоузеров является одним из наиболее эффективных способов повышения надежности распределительной сети, поскольку позволяет радикально сократить количество и длительность перерывов электроснабжения потребителей без глобальной модернизации сети, т.е. оптимальными средствами.

Влияние реклоузеров на надежность распределительной сети достигается:

а) снижением количества отключений при неустойчивых повреждениях – применение реклоузеров с двукратным АПВ позволяет повысить вероятность устранения неустойчивых повреждений от 20% (если на головном выключателе однократное АПВ) до 80% (если на головном выключателе АПВ отсутствует)[1].

[1] Около 80% повреждений в воздушных распределительных сетях по своей природе являются неустойчивыми: это схлестывание проводов при порывах ветра, касание проводов инородными предметами и пр. Статистика

б) сокращением зоны распространения аварии – применение реклоузеров позволяет отключать только потребителей поврежденного участка, сохраняя питание потребителям неповрежденных участков.

в) снижением времени ликвидации аварии – процесс восстановления электроснабжения потребителей после возникновения аварийной ситуации обычно состоит из следующих операций:

- поиск поврежденного участка;
- выделение поврежденного участка;
- восстановление электроснабжения потребителей, подключенных к неповрежденным участкам;
- поиск места повреждения;
- проведение ремонтных работ;
- восстановление исходной схемы электроснабжения.

Примерно 60% времени восстановления электроснабжения тратится на поиск, выделение поврежденного участка и восстановление электроснабжения потребителей, подключенных к неповрежденным участкам сети, а 40% – на поиск места повреждения, проведение ремонтных работ и восстановление исходной схемы.

Применение реклоузеров позволяет автоматизировать первый этап и таким образом сократить общее время восстановления электроснабжения в пределе на 60%.

Пример общего вида реклоузера установленного на 1-ой опоре представлен на рисунок 2.1.

Пример общего вида реклоузера установленного на 2-х опорах представлен на рисунок 2.2

Пример общего вида реклоузера представлен на рисунок 2.3

При установке реклоузеров необходимо учитывать условия применения фундаментов, которые определяются проектной документацией с учетом требований действующих НТД в зависимости от результатов исследований грунтов (инженерно-геологических, гидрогеологических и других изысканий) в местах их установки. После анализа состояния грунтов принимается решения варианта установки оборудования на примерах рисунков 2.1-2.3

При выборе типа фундамента опоры реклоузера следует отдавать предпочтение фундаментам, оказывающим наименьшее разрушающее воздействие на структуру грунтов.

Способ закрепления в грунте фундаментов реклоузеров должен быть максимально унифицирован и соответствовать проекту.

показывает, что успешность первого цикла АПВ сокращает общее количество отключений на 60%, успешность второго цикла дополнительно добавляет к вероятности устранения повреждения 20%, третьего цикла – еще 5%.

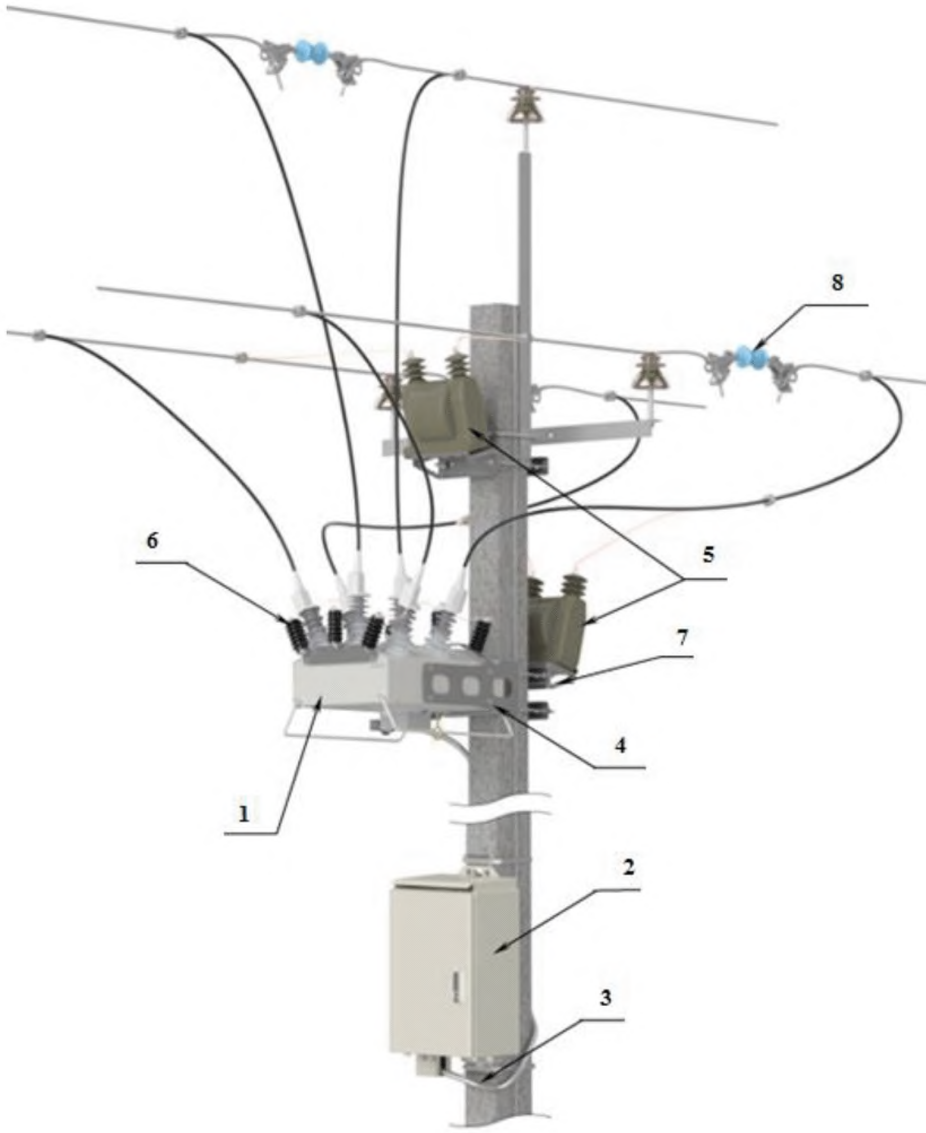

Рисунок 2.1. Общий вид реклоузера установленного на 1-ой опоре

1 - коммутационный модуль со встроенными датчиками тока и напряжения (1 шт), 2 - шкаф управления (1 шт), 3 - соединительное устройство (1 шт), 4 - монтажный комплект (1 шт), 5 - трансформатор собственных нужд (1 или 2 шт), 6 - ограничитель перенапряжений (6 шт), 7 - монтажный комплект трансформатора собственных нужд (1 или 2 шт), 8 – изолятор (3 шт)

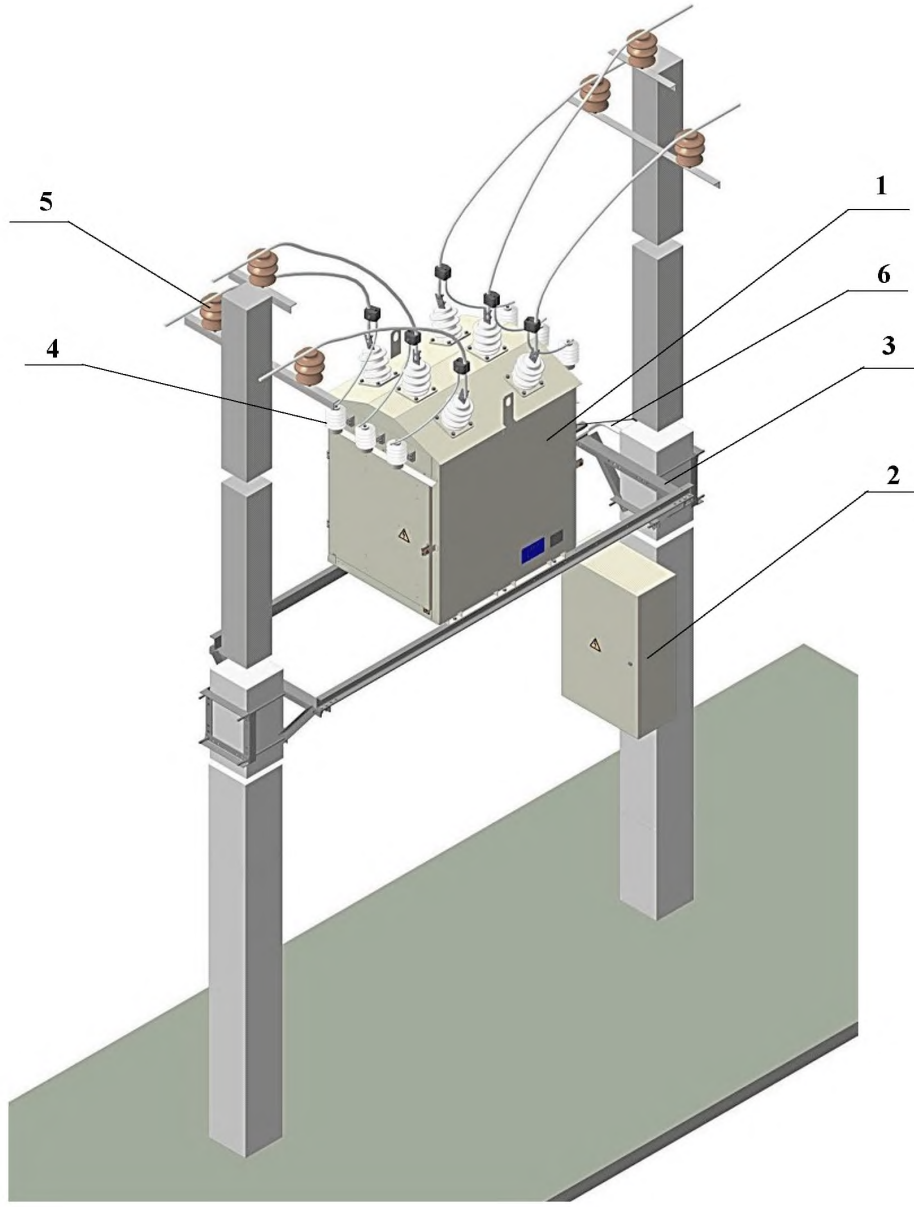

Рисунок 2.2 Общий вид реклоузера установленного на 2-х опорах
1 - коммутационный модуль со встроенными датчиками тока и напряжения (1 шт), 2 - шкаф управления (1 шт), 3 - монтажный комплект (1 компл.) 4 - ограничитель перенапряжений (6 шт), 5 - изолятор (6 шт.), 6 - контур заземления (1 компл.).

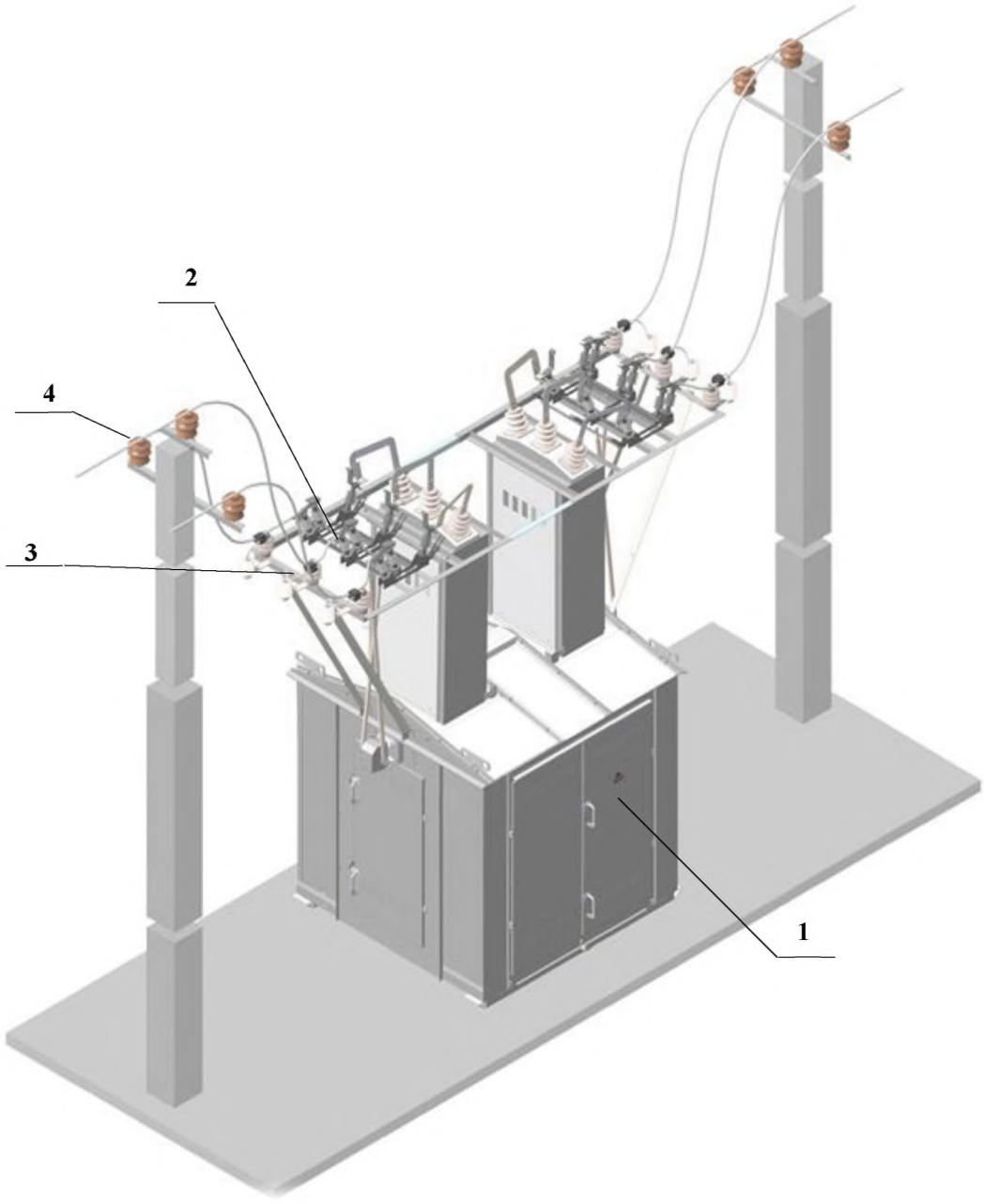

Рисунок 2.3 Общий вид реклоузера
1 - коммутационный модуль со встроенными датчиками тока, напряжения и шкафом управления (1 шт), 2 - разъединитель 3-х фазный (2 шт.) 3 - ограничитель перенапряжений (6 шт), 4 - изолятор (6 шт.)

Место установки ограничителей перенапряжения определяется и уточняется расчетами на стадии разработки проектной документации (для схемных решений рис. 2.1-2.3).

3. Принципы применения реклоузеров

3.1 Повышение надежности фидера

– Радиальный фидер

Проблема: частые перерывы электроснабжения потребителей фидера в результате аварийных отключений. Требуется повышение надежности электроснабжения всех потребителей фидера.

Решение: установка реклоузеров для секционирования фидера (см. рисунок 3.1)

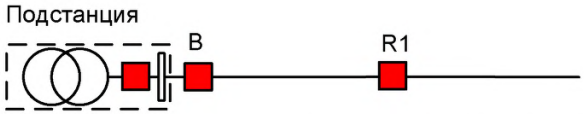

Рисунок 3.1. Установка реклоузеров для повышения надежности радиального фидера

– Кольцевой фидер

Проблема: частые перерывы электроснабжения потребителей фидера в результате аварийных отключений. Требуется повышение надежности электроснабжения всех потребителей фидера.

Решение: установка реклоузеров для секционирования фидера (см. рисунок 3.2)

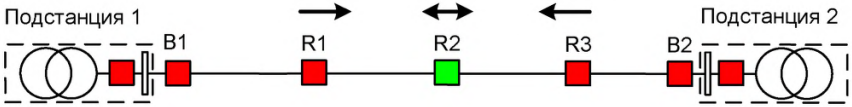

Рисунок 3.2. Установка реклоузеров для повышения надежности кольцевого фидера

3.2 Повышение надежности ответственного потребителя

– Радиальный фидер

Проблема: частые перерывы электроснабжения потребителей фидера в результате аварийных отключений. Требуется повышение надежности электроснабжения отдельного ответственного потребителя (группы потребителей).

Решение: установка реклоузеров для выделения ответственного потребителя (группы потребителей) от остальной части сети (см. рисунок 3.3). Количество и места установки реклоузеров выбираются так, чтобы ответственный потребитель был подключен к участку сети наименьшей протяженности.

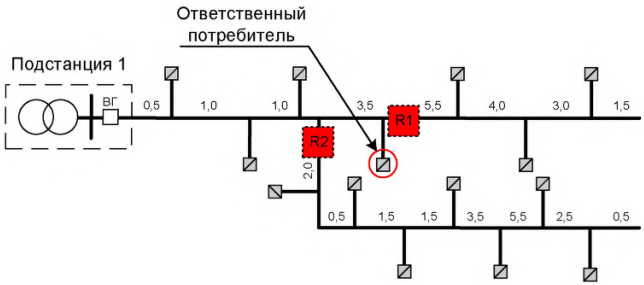

Рисунок 3.3. Установка реклоузеров для повышения надежности ответственного потребителя на радиальном фидере

– Кольцевой фидер

Проблема: частые перерывы электроснабжения потребителей фидера в результате аварийных отключений. Требуется повышение надежности электроснабжения отдельного ответственного потребителя (группы потребителей).

Решение (для однотрансформаторных ТП): установка реклоузеров для выделения ответственного потребителя (группы потребителей) от остальной части сети (рисунок 3.4). В магистраль с обеих сторон от отпайки к ответственному потребителю устанавливается два реклоузера, на одном из реклоузеров делается нормальный разрыв. Таким образом, ответственный потребитель теряет питание только в случае повреждения на отпайке.

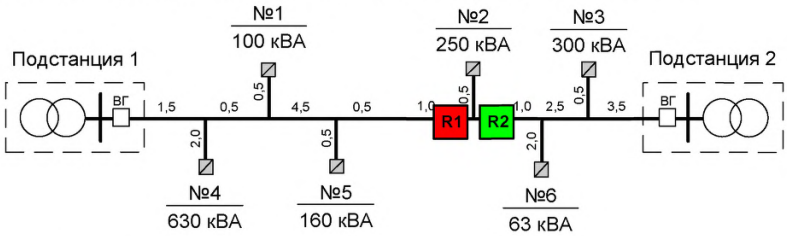

Рисунок 3.4. Установка реклоузеров для повышения надежности ответственного потребителя на кольцевом фидере

Решение 2 (для двухтрансформаторных ТП): Установка реклоузеров для обеспечения гарантированного питания ответственного потребителя (см. рисунок 3.5). Один реклоузер устанавливается в магистрали между двумя трансформаторами, второй реклоузер устанавливается исходя из обеспечения максимальной надежности остальных потребителей фидера. На одном из реклоузеров делается нормальный разрыв. Таким образом, при любом повреждении на фидере ответственный потребитель сохраняет питание. При наличии АВР на стороне 0,4 кВ такое решение применимо для потребителей I категории.

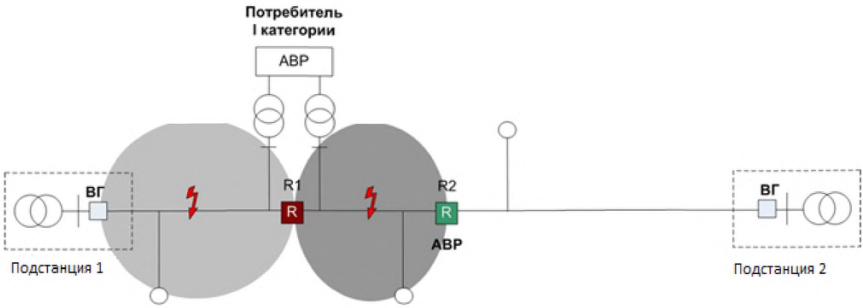

Рисунок 3.5. Установка реклоузеров для повышения надежности ответственного потребителя на кольцевом фидере

3.3 Подключение нового потребителя, разграничение балансовой принадлежности

Проблема: необходимо подключить нового потребителя с сохранением текущих показателей надежности.

Решение: установка реклоузеров в точке подключения нового потребителя или разграничения балансовой принадлежности не ухудшает надежность фидера в целом (см. рисунок 3.6).

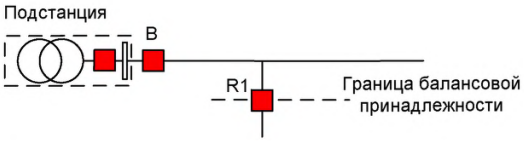

Рисунок 3.6. Установка реклоузеров для подключения новых потребителей

3.4 Организация сетевого резервирования

Проблема: частые перерывы электроснабжения потребителей фидера в результате аварийных отключений в вышестоящей сети (погашения источника питания). Требуется повышение надежности электроснабжения потребителей фидера.

Решение: установка реклоузера для организации сетевого резервирования (см. рисунок 3.7). Реклоузер устанавливается в точку нормального разрыва, реализовывается функция АВР. Таким образом, при погашении источника питания все потребители фидера будут перезапитаны от резервного источника. При этом для реализации данного решения необходимо, что на головных

выключателях была реализована ЗМН (в противном случае для реализации ЗМН необходима установка реклоузеров вблизи головных выключателей).

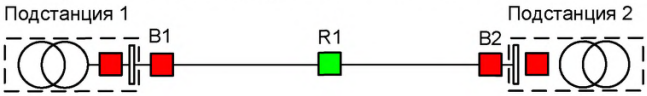

Рисунок 3.7. Установка реклоузеров для повышения надежности при организации сетевого АВР

3.5 Выбор оптимального количества реклоузеров

Существуют определенные ограничения по оптимальному количеству реклоузеров, которое требуется для повышения надежности. Для демонстрации данных ограничений используются показатели RNRE и ARAE.

На рисунке 3.8 приведена зависимость показателей RNRE и ARAE от количества устанавливаемых реклоузеров для радиального фидера.

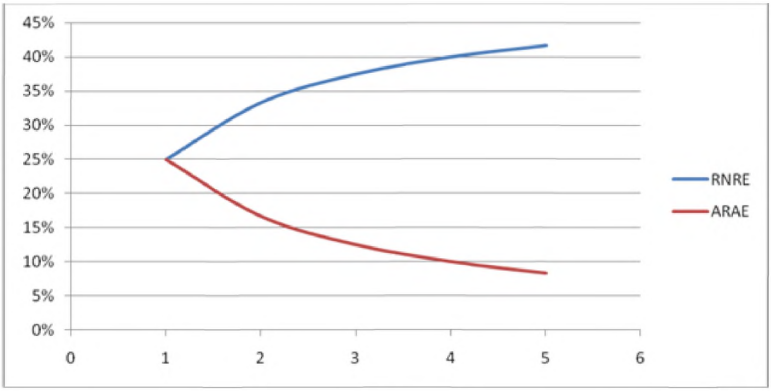

Рисунок 3.8. Зависимость показателей RNRE и ARAE от количества устанавливаемых реклоузеров для радиального фидера

Из рисунка 3.8 следует, что средняя эффективность применения реклоузеров на радиальном фидере уменьшается начиная с одного аппарата. Наиболее оптимальным для радиального фидера является применение в общем случае 1-2 реклоузеров.

На рисунке 3.9 приведена зависимость показателей RNRE и ARAE от количества устанавливаемых реклоузеров для кольцевого фидера.

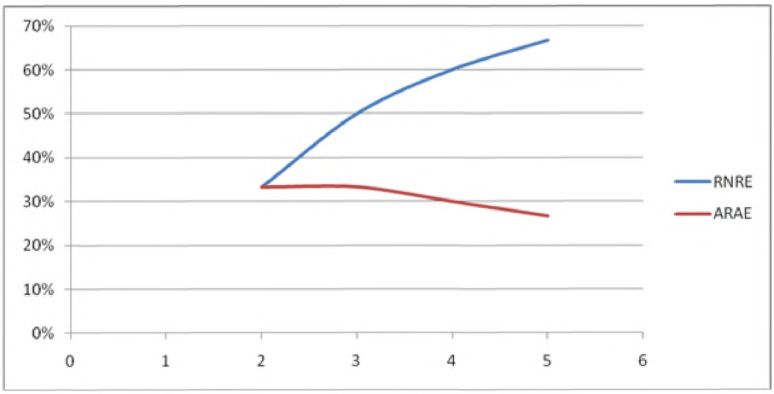

Рисунок 3.9. Зависимость показателей RNRE и ARAE от количества устанавливаемых реклоузеров для кольцевого фидера

Из рисунка 3.9 следует, что средняя эффективность применения реклоузеров на кольцевом фидере уменьшается, начиная с трёх аппаратов. Наиболее оптимальным для кольцевого фидера является применение в общем случае 3-4 реклоузеров.

Также из рисунка 3.8 и 3.9 видно, что эффективнее применять реклоузеры на кольцевых фидерах.

3.6 Выбор мест установки реклоузеров

Выбор мест установки реклоузеров осуществляется по критерию минимального значения показателя SAIFI.

Минимальное значение SAIFI достигается при равенстве произведения количества потребителей (N) на протяжённость фидера (L) со всеми отпайками на каждом из участков сети.

$$N_i \cdot L_i \approx const,$$

где

N_i – количество потребителей, подключённых к участку i;

L_i – суммарная протяжённость фидера с отпайками на участке i.

После применения данного критерия места установки реклоузеров должны быть скорректированы:

- по условиям близости к дорогам;
- по условию отсутствия связи;
- по условиям неравномерности распределения потребителей по фидеру;
- по иным причинам невозможности установки реклоузера в конкретном месте.

4. Технические требования к реклоузерам

Техническими требованиями к реклоузерам на номинальное напряжение 6-35 кВ компонентам реклоузера, а именно:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики
- требования к электрической прочности изоляции
- требования к механической работоспособности
- требования по нагреву
- требования при сквозных токах короткого замыкания
- требования к коммутационной способности
- требования к конструкции
- требования по надежности
- требования безопасности
- требования к гарантийному сроку эксплуатации
- требования к электромагнитной совместимости
- требования к хранению и транспортировке
- требования к маркировке и упаковке
- требования к средствам измерения
- требования к РЗА (при использование необходимых функции защит следует учитывать конкретные условия проектирования)

необходимо руководствоваться стандартом организации ПАО «РОССЕТИ» №34.01-3.2-004-2016 «Реклоузеры 6-35 кВ. Общие технические требования»

Требованиями по информационной безопасности, обмену информацией необходимо руководствоваться стандартом организации ПАО «РОССЕТИ» №34.01-3.2-001-2016 «Программно-технические комплексы подстанций 6-10 (20) кВ. Общие технические требования», Приложением №1 к распоряжению ПАО «РОССЕТИ» от 30.05.2017 №282р «Требования к встроенным средствам защиты информации автоматизированных систем технологического управления электросетевого комплекса группы компаний «РОССЕТИ»

Требованиями о сроках и объемах проведения работ, выполняемых в рамках технического обслуживания устройств РЗА необходимо руководствоваться РД 153-34.3-35.613-00 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ»

Приложение А. Пример расчета показателей надежности

Рассмотрим пример расчета показателей надежности до и после установки реклоузеров для кольцевого фидера.

А.1 Исходные данные

Схема фидера до установки реклоузеров приведена на рисунок А.1.

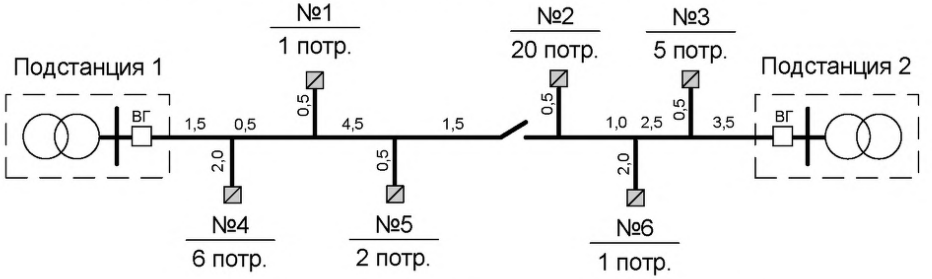

Рисунок А.1. Схема кольцевого фидера до установки реклоузеров

Длины участков и количество потребителей приведены на схеме. Остальные исходные данные для расчета приведены в таблице А.1.

Таблица А.1.

Исходные данные

Фидер	Удельная частота повреждений на 100 км линии в год, откл.	Среднее время восстановления одного устойчивого повреждения, ч	АПВ на головном выключателе
1	24	6	однократное
2	37	6	отсутствует

А.2 Мероприятия по повышению надежности

Для повышения надежности выполняются следующие мероприятия:

- установка реклоузеров;
- организация двукратного АПВ и ЗМН на головных выключателях.

Схема фидера после установки реклоузеров приведена на рисунок А.2.

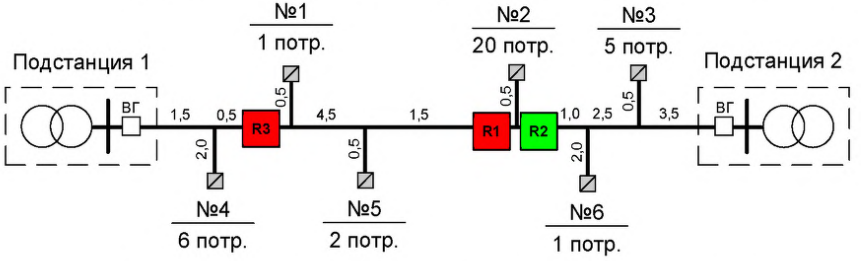

Рисунок А.2. Схема кольцевого фидера после установки реклоузеров

А.3 Расчет показателей надежности

Для расчета показателей надежности разобьем фидер на участки в соответствии с рисунком А.3.

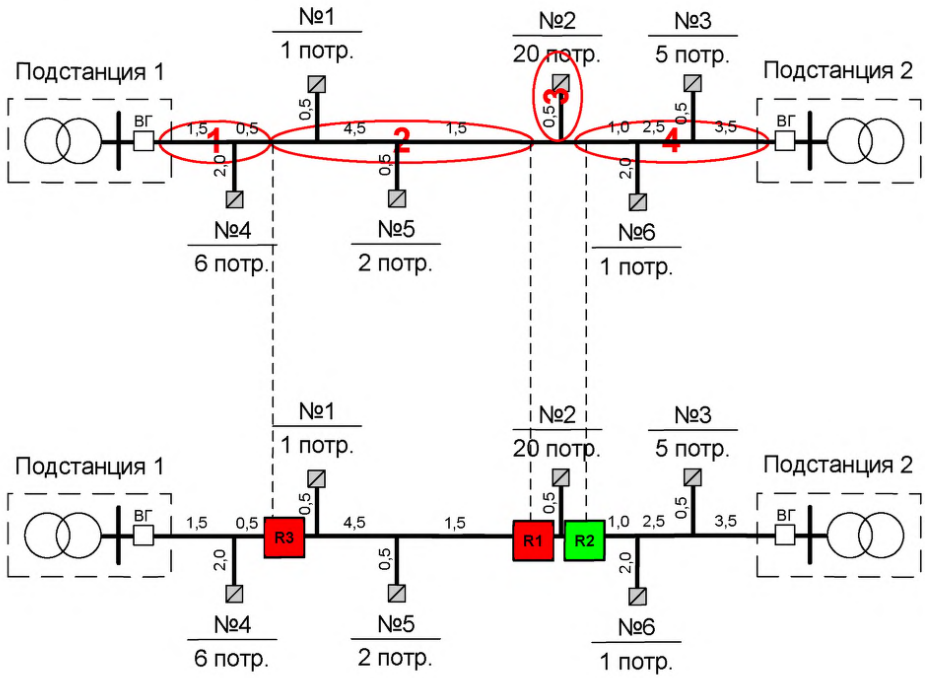

Рисунок А.3. Схема кольцевого фидера с разделением на участки

А.3.1 Рассчитаем показатели SAIFI и SAIDI кольцевого фидера до установки реклоузеров.

а) Расчет SAIFI

– Расчет количества отключений потребителей 1-го участка

$$\omega_1 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot \left(1 - k_{\text{ну}}\right) \cdot (L_1 + L_2)$$

$$= 0{,}01 \cdot 24 \cdot (1 - 0{,}6) \cdot (1{,}5 + 0{,}5 + 2{,}0 + 0{,}5 + 4{,}5 + 0{,}5 + 1{,}5)$$

$$= 1{,}06 \text{ откл./год}$$

Коэффициент $k_{\text{ну}}$ принимается равным 0,6, т.к. на головном выключателе имеется однократное АПВ (по статистике снижающее количество отключений потребителей при неустойчивых повреждениях на 60%).

– Расчет количества отключений потребителей 2-го участка

$$\omega_2 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot \left(1 - k_{\text{ну}}\right) \cdot (L_1 + L_2)$$
$$= 0{,}01 \cdot 24 \cdot (1 - 0{,}6) \cdot (1{,}5 + 0{,}5 + 2{,}0 + 0{,}5 + 4{,}5 + 0{,}5 + 1{,}5)$$
$$= 1{,}06 \text{ откл./год}$$

– Расчет количества отключений потребителей 3-го участка

$$\omega_3 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot \left(1 - k_{\text{ну}}\right) \cdot (L_3 + L_4)$$
$$= 0{,}01 \cdot 37 \cdot (1 - 0) \cdot (0{,}5 + 1{,}0 + 2{,}0 + 2{,}5 + 0{,}5 + 3{,}5)$$
$$= 3{,}7 \text{ откл./год}$$

Коэффициент $k_{\text{ну}}$ принимается равным 0, т.к. на головном выключателе отсутствует АПВ.

– Расчет количества отключений потребителей 4-го участка

$$\omega_4 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot \left(1 - k_{\text{ну}}\right) \cdot (L_3 + L_4)$$
$$= 0{,}01 \cdot 37 \cdot (1 - 0) \cdot (0{,}5 + 1{,}0 + 2{,}0 + 2{,}5 + 0{,}5 + 3{,}5)$$
$$= 3{,}7 \text{ откл./год}$$

– Расчет SAIFI

$$SAIFI = \frac{\sum(\omega_i \cdot N_i)}{\sum N_i} = \frac{\omega_1 \cdot N_1 + \omega_2 \cdot N_2 + \omega_3 \cdot N_3 + \omega_4 \cdot N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$
$$= \frac{1{,}06 * 6 + 1{,}06 * (1 + 2) + 3{,}7 * 20 + 3{,}7 * (5 + 1)}{6 + 1 + 2 + 20 + 5 + 1}$$
$$= 3{,}02 \text{ откл./год}$$

б) Расчет SAIDI

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 1-го участка

$$T_1 = \omega_1 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 1{,}06 * 6 * 1 = 6{,}4 \text{ ч/год}$$

Коэффициент $k_{\text{вв}}$ принимается равным 1 в связи с отсутствием секционирования.

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 2-го участка

$$T_2 = \omega_2 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 1{,}06 * 6 * 1 = 6{,}4 \text{ ч/год}$$

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 3-го участка

$$T_3 = \omega_3 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 3{,}7 * 6 * 1 = 22{,}2 \text{ ч/год}$$

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 4-го участка

$$T_4 = \omega_4 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 3{,}7 * 6 * 1 = 22{,}2 \text{ ч/год}$$

– Расчет SAIDI

$$SAIDI = \frac{\sum(T_i \cdot N_i)}{\sum N_i} = \frac{T_1 \cdot N_1 + T_2 \cdot N_2 + T_3 \cdot N_3 + T_4 \cdot N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$
$$= \frac{6{,}4 * 6 + 6{,}4 * (1 + 2) + 22{,}2 * 20 + 22{,}2 * (5 + 1)}{6 + 1 + 2 + 20 + 5 + 1} = 18{,}1 \text{ ч/год}$$

А.3.2 Рассчитаем показатели SAIFI и SAIDI кольцевого фидера после установки реклоузеров.

а) Расчет SAIFI

– Расчет количества отключений потребителей 1-го участка

$$\omega_1 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - k_{\text{ну}}) \cdot L_1 = 0{,}01 \cdot 24 \cdot (1 - 0{,}8) \cdot (1{,}5 + 0{,}5 + 2{,}0)$$
$$= 0{,}19 \text{ откл./год}$$

Коэффициент $k_{\text{ну}}$ принимается равным 0,8, т.к. на головном выключателе и реклоузерах имеется двукратное АПВ (по статистике снижающее количество отключений потребителей при неустойчивых повреждениях на 80%).

– Расчет количества отключений потребителей 2-го участка

$$\omega_2 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - k_{\text{ну}}) \cdot L_2 = 0{,}01 \cdot 24 \cdot (1 - 0{,}8) \cdot (0{,}5 + 4{,}5 + 0{,}5 + 1{,}5)$$
$$= 0{,}34 \text{ откл./год}$$

– Расчет количества отключений потребителей 3-го участка

$$\omega_3 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - k_{\text{ну}}) \cdot L_3 = 0{,}01 \cdot 37 \cdot (1 - 0{,}8) \cdot 0{,}5 = 0{,}04 \text{ откл./год}$$

– Расчет количества отключений потребителей 4-го участка

$$\omega_4 = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot (1 - k_{\text{ну}}) \cdot L_4$$
$$= 0{,}01 \cdot 37 \cdot (1 - 0{,}8) \cdot (1{,}0 + 2{,}0 + 2{,}5 + 0{,}5 + 3{,}5)$$
$$= 0{,}7 \text{ откл./год}$$

– Расчет SAIFI

$$SAIFI = \frac{\sum(\omega_i \cdot N_i)}{\sum N_i} = \frac{\omega_1 \cdot N_1 + \omega_2 \cdot N_2 + \omega_3 \cdot N_3 + \omega_4 \cdot N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$
$$= \frac{0{,}19 * 6 + 0{,}34 * (1 + 2) + 0{,}04 * 20 + 0{,}7 * (5 + 1)}{6 + 1 + 2 + 20 + 5 + 1}$$
$$= 0{,}2 \text{ откл./год}$$

б) Расчет SAIDI

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 1-го участка

$$T_1 = \omega_1 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 0{,}19 * 6 * 0{,}6 = 0{,}7 \text{ ч/год}$$

Коэффициент $k_{\text{вв}}$ принимается равным 0,6 в связи с сокращением зоны поиска поврежденного участка за счет секционирования.

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 2-го участка

$$T_2 = \omega_2 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 0{,}34 * 6 * 0{,}6 = 1{,}2 \text{ ч/год}$$

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 3-го участка

$$T_3 = \omega_3 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 0{,}04 * 6 * 0{,}6 = 0{,}1 \text{ ч/год}$$

– Расчет времени перерыва электроснабжения потребителей 4-го участка

$$T_4 = \omega_4 \cdot T \cdot k_{\text{вв}} = 0{,}7 * 6 * 0{,}6 = 2{,}5 \text{ ч/год}$$

– Расчет SAIDI

$$SAIDI = \frac{\sum(T_i \cdot N_i)}{\sum N_i} = \frac{T_1 \cdot N_1 + T_2 \cdot N_2 + T_3 \cdot N_3 + T_4 \cdot N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$

$$= \frac{0{,}7 * 6 + 1{,}2 * (1 + 2) + 0{,}1 * 20 + 2{,}5 * (5 + 1)}{6 + 1 + 2 + 20 + 5 + 1} = 0{,}7 \text{ ч/год}$$

По результатам расчета отмечается очевидное снижение показателей SAIFI, SAIDI.

В условиях конкретного проектирования согласно приведенной в томе 1.1 «Общие данные» настоящего сборника методике расчета, также необходимо оценивать индикативные показателей качества финансирования - ARIE, RDCO являющиеся мерой эффективности инвестиций. При этом необходимо проводить сравнительный анализ по нескольким принятым на рассмотрение вариантам проектных решений по установки реклоузеров. Наиболее технически и экономически выгодным вариантом повышения надежности распределительной сети является вариант с наименьшим показателем ARIE и наибольшим RDCO.

Приложение Б. Пример расчета уставок

Выбор уставок производится по методике, предложенной в томе «Том 1.1 «Общие данные».

Б.1 Максимальная токовая защита (МТЗ)

Ток срабатывания защиты определяют из выражений:

$$I_{с.з} = \frac{k_н \cdot k_{сзп}}{k_в} \cdot I_{раб.макс} \qquad (Б.1)$$

$$I_{с.з.посл} \geq \frac{k_{н.с}}{k_р}\left[\sum_{1}^{n} I_{с.з.пред.макс(n)} + \sum_{1}^{N-n} I_{раб.макс(N-n)}\right] \qquad (Б.2)$$

Максимальное значение рабочего тока защищаемого элемента $I_{раб.макс}$ определяется с учетом конкретных условий проектирования. Например, для трансформаторов 10 и 6 кВ мощностью до 630 кВ·А в России максимальный рабочий ток принимается с учетом длительной перегрузка до 1,6 ÷ 1,8 номинального тока. Для некоторых элементов перегрузка не допускается (кабели напряжением выше 10 кВ, реакторы). Так же максимальный рабочий ток определяется по щитовым ведомостям (если таковые имеются) в которых содержатся измерения мгновенных значений параметров электрической сети.

По условию Б.1

Для расчет ориентировочно примем $I_{раб.макс}$=265А.

$$I_{с.з} = \frac{1{,}1 \cdot 1{,}3}{0{,}94} 265A = 403A$$

По условию Б.2

Например, для каждой из предыдущих линий на которых установлены реклоузеры R1-R3 значение рабочего тока $I_{раб.макс}$=100А, ток срабатывания защит R2, R3 одинаков $I_{с.з}$=300А. Тогда ток срабатывания максимальной токовой защиты последующей линии, на которой установлен реклоузер R, должен быть:

$$I_{с.з} = 1{,}1 \cdot (2 \cdot 300 + 100) = 770A$$

Выбираем большее $I_{С.З} = 770A$.

Время срабатывания защиты принимается равным 0,3 с.

Согласно нормам ПУЭ коэффициент чувствительности для основной зоны действия защиты должен быть не менее $k_ч \geq 1,5$ и для зоны резервирования $k_ч \geq 1,2$.

Б.2 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ)

Собственный емкостной ток линии для известного (150 мм2) сечения кабеля определим значение $I_{СО}$=1,3 А/км, при длине линии 150 м

$$I_{С.Л.} = n \cdot I_{С0л} \cdot l_л = 1 \cdot 1,3 \cdot 0,15 = 0,195A$$

Ток срабатывания ненаправленной ЗОЗЗ:

$$I_{С.З.} = K_{отс} \cdot K_{бр} \cdot I_{С.Л.} = 1,2 \cdot 2 \cdot 0,195 = 0,468A$$

Время срабатывания ЗОЗЗ принимается равным 0,2 с

gost.e-ecolog.ru