

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МЕСТ УСТАНОВКИ РВА/TEL

для комплексной автоматизации участка сети ВЛ-10 кВ  
ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка» - ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки»  
филиала ПАО «МРСК Центра» - «Липецкэнерго»



РЕКЛОУЗЕР ВАКУУМНЫЙ  
TER\_REC15\_AL1\_L5

## Оглавление

1. Общие сведения .....	3
2. Методика выбора мест установки реклоузеров (оценка технического эффекта от внедрения реклоузеров) .....	4
2.1. Критерии к выбору мест установки .....	4
2.1.1. Этапы по выбору мест установки реклоузеров .....	4
2.1.2. Назначение установки реклоузеров .....	4
2.1.3. Выбор критерия оптимизации установки .....	4
2.1.4. Определение мест установки .....	4
2.1.5. Влияние АПВ на показатели надежности .....	5
2.2. Требование к уровням показателя надежности .....	5
3. Предложение по реконструкции фидеров .....	6
3.1. Оценка технического эффекта от внедрения реклоузеров .....	6
3.2. Алгоритм работы сети при выбранном варианте реконструкции .....	9

## 1. Общие сведения

Настоящие **рекомендации** разработаны для обоснования эффективности применения реклоузеров РВА/TEL на ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка» - ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки».

Реклоузер РВА/TEL предназначен для применения в воздушных распределительных сетях трехфазного переменного тока с изолированной, компенсированной или заземленной нейтралью частотой 50 Гц, номинальным напряжением до 10 кВ в качестве автоматического пункта секционирования сети с одним или несколькими источниками питания.

РВА/TEL предназначен для выполнения следующих функций:

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

Применение реклоузеров РВА/TEL в распределительных сетях позволяет 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 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.

## 2. Методика выбора мест установки реклоузеров (оценка технического эффекта от внедрения реклоузеров)

### 2.1. Критерии к выбору мест установки

#### 2.1.1. Этапы по выбору мест установки реклоузеров

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

- Определение назначения установки реклоузеров.
- Выбор критерия оптимизации установки.
- Определение мест установки.

#### 2.1.2. Назначение установки реклоузеров

В нашем случае основным назначением установки реклоузеров является «Комплексная автоматизация сети», т.е. установка реклоузеров с целью повышения надежности электроснабжения всех потребителей.

#### 2.1.3. Выбор критерия оптимизации установки

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

К данным показателям надежности относятся:

- SAIFI – Индекс средней частоты повреждений линий (откл/год);  
Индекс показывает, как часто средний потребитель испытывает устойчивое прерывание (отказ) работы системы в течение года.
- SAIDI – Индекс средней продолжительности перерывов электроснабжения (час/год).  
Индекс характеризует общую среднюю ежегодную продолжительность отказов.
- EUE – Индекс среднего недоотпуска электроэнергии (кВт\*ч/год)

#### 2.1.4. Определение мест установки

При установке реклоузеров с целью повышения надежности электроснабжения всех потребителей (минимизация показателей надежности электроснабжения сети) основным критерием к выбору мест установки реклоузеров является деления линии на отдельные участки путем установки реклоузеров.

Минимальное значение показателя SAIFI достигается при равномерном распределении реклоузеров по трассе линии. Это означает, что при выборе мест установки необходимо стремиться, чтобы выполнялось примерное равенство.

$$N_i \cdot L_i \approx \text{const}$$

где

$N_i$  – количество потребителей подключенных к участку  $i$

$L_i$  – суммарная протяженность линии с отпайками на участке  $i$

При выборе мест установки необходимо учитывать, что для всего фидера равенство  $N_i \cdot L_i$  получить не всегда возможно, так как точки подключения потребителей распределены не равномерно.

#### 2.1.5. Влияние АПВ на показатели надежности

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%.

Децентрализованная система секционирования сети с применением РВА/TEL предполагает минимально однократное АПВ. Чаще всего на реклоузерах рекомендуется использовать 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% – при трехкратном АПВ.

### 2.2. Требование к уровням показателя надежности

Согласно целей программы «Инновационного развития холдинга МРСК» при реконструкции сетей необходимо стремиться к следующим показателям надежности:

- SAIFI – 2 отключения на потребителя в год;
- SAIDI – 60 минут на потребителя в год.

### 3. Предложение по реконструкции фидеров

#### 3.1. Оценка технического эффекта от внедрения реклоузеров

Согласно методике к выбору мест установки реклоузеров, описанной в разделе 2. был проведен анализ сети ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка» - ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки» с расчетом показателей надежности электроснабжения и выбора мест установки реклоузеров.

При оценке показателей надежности считаем, что на реклоузерах будет установлено 2-х кратное АПВ. В ходе анализа оценивались показатели надежности до реконструкции сети и после.

Показатели надежности для всех вариантов (до и после реконструкции) рассчитывались в программном комплексе TELARM, разработки «Таврида Электрик». По предоставленным исходным данным прорисовывалась математическая модель сети и рассчитывались необходимые данные.

Однолинейная схема сети до и после реконструкции изображена на рисунках 1-2. Места установки реклоузеров РВА/TEL выбраны на следующих опорах:

- R1 – опора 288 ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка»;
- R2 – опора 88 ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки»;
- R3 – опора 5 на отпайке от опоры 129 на ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки»;
- R4 – опора 4 отпайки от опоры 99 ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка»;
- R5 – опора 206 ф.6 «ЛТЗ» ПС «Борисовка»;
- R6 – существующий РВА установлен на опорах 144б и 144в ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка»;

Значения показателей надежности в зависимости от варианта сведены в таблицу 1. Повышение показателей надежности сравнивается с показателями надежности в базовом варианте (до реконструкции).

Таблица 1. Сравнение показателей надежности.

Наименование параметра	Автоматизация сети	ф.10 «Горицы» ПС «Борисовка»	ф.6 «ЛТЗ» ПС «Борисовка»	ф.4 «Ж. пески» ПС «Бутырки»
Среднее число отключений в сети (SAIFI), откл/год	до	6,48	4,62	4
	после	2,04		
Средняя продолжительность отключений в сети (SAIDI), часов/год	до	7,78	5,35	5,2
	после	2,72		

Рис.1. Исходная схема сети



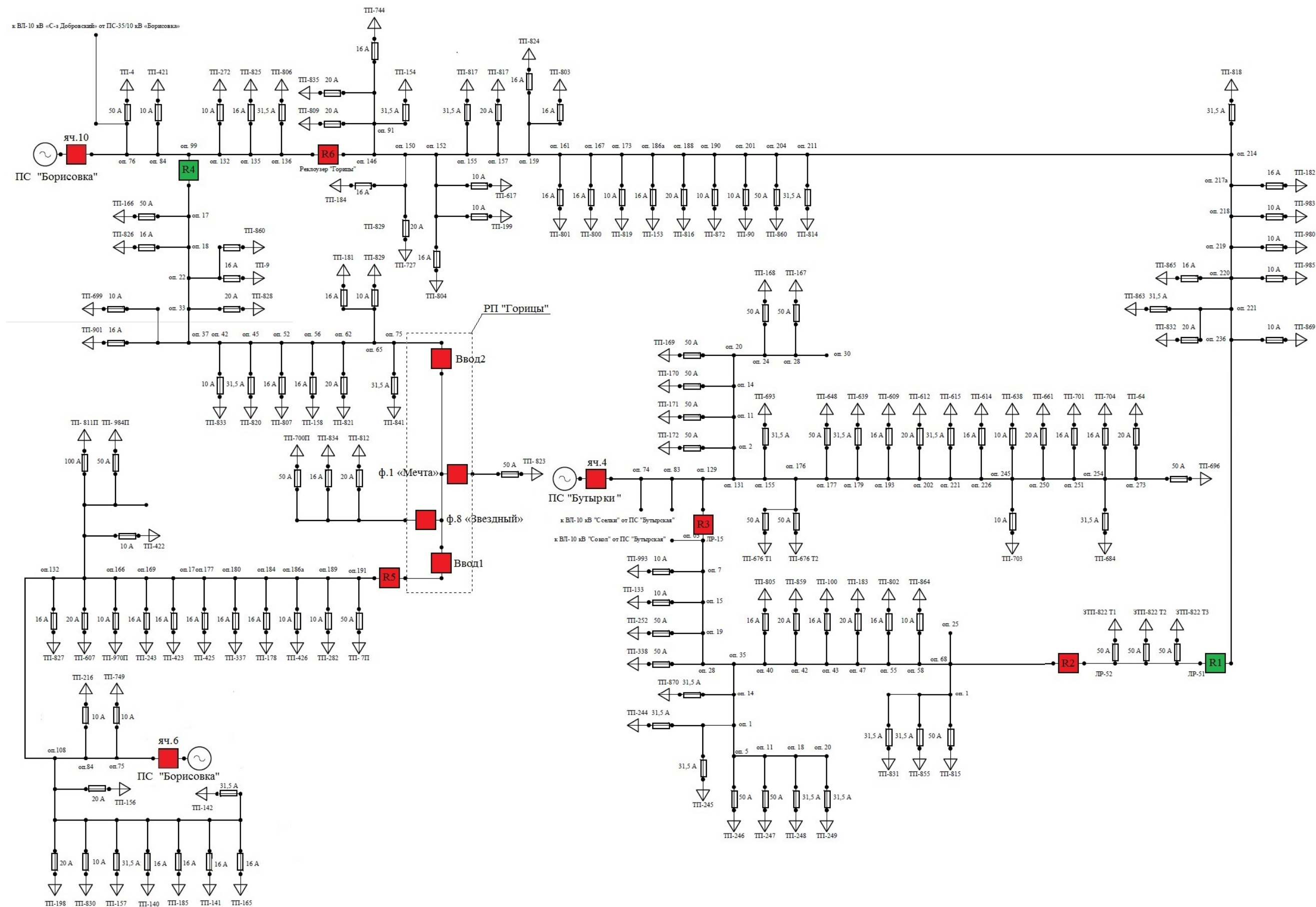


Рис.2. Схема сети с установленными реклоузерами



### 3.2. Алгоритм работы сети при выбранном варианте реконструкции

#### 1. Нормальный режим работы (Рис.3):

- выключатели ф.10, ф.6 ПС «Борисовка» и ф.4 ПС «Бутырки» включены;
- реклоузеры R2, R3, R5, R6 включены;
- реклоузер R1, R4 отключен.

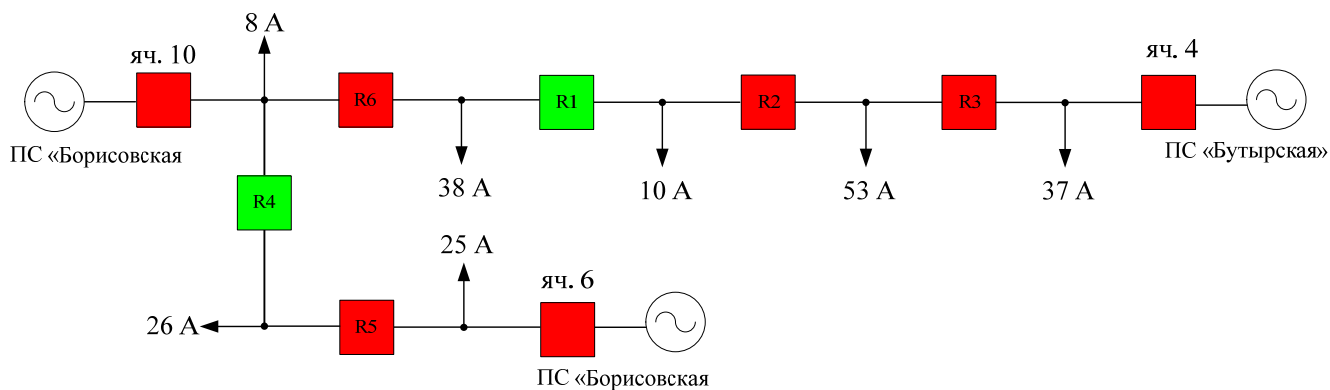


Рис.3 Предлагаемая схема сети

#### 2. Аварийный режим, повреждение на участке «ф.10 ПС «Борисовка» – R6» (рис.4):

- выключатель в яч.10 ПС «Борисовка» отключается от токовых защит;
  - проходит АПВ выключателя в яч.10 ПС «Борисовка»;
- Если повреждение не устранилось, то:
- реклоузер R6 отключается от защиты минимального напряжения;
  - R1 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.4 ПС «Бутырки».

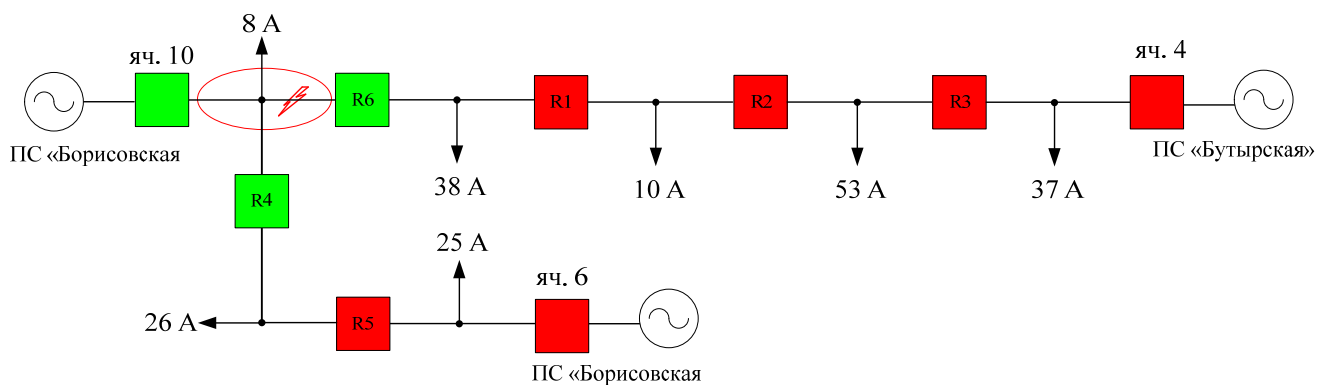


Рис.4 Повреждение на участке «ф.10 ПС «Борисовка» – R6»

3. Аварийный режим, повреждение на участке «R6 – R1» (рис.5):

- реклоузер R6 отключается от токовых защит;
- проходит АПВ реклоузера R6;

Если повреждение не устранилось, то:

- R1 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.4 ПС «Бутырки»;
- R1 отключается от токовых защит.

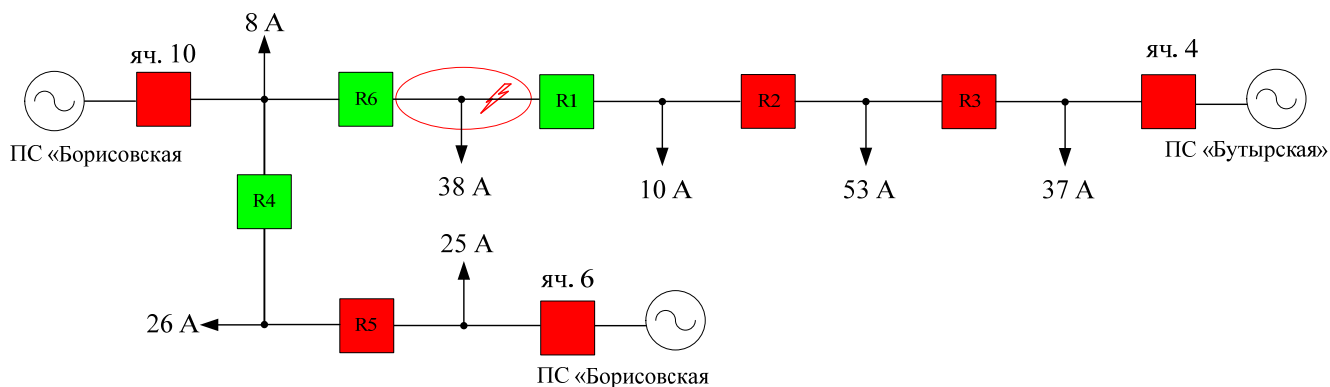


Рис.5 Повреждение на участке «R6 – R1»

4. Аварийный режим, повреждение на участке «R1 – R2» (рис.6):

- реклоузер R2 отключается от токовых защит;
- R1 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.10 ПС «Борисовка»;
- R1 отключается от токовых защит.

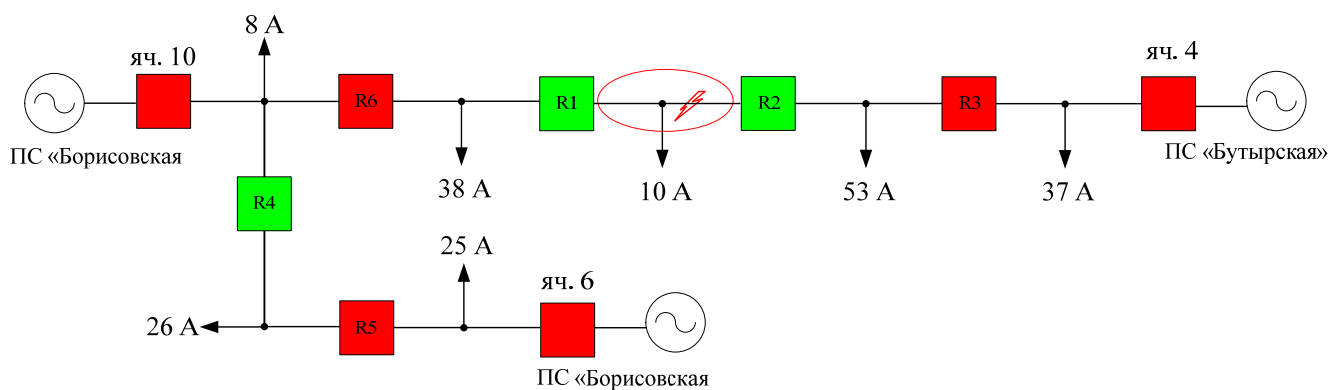


Рис.6 Повреждение на участке «R1 – R2»

5. Аварийный режим, повреждение на участке «R2 – R3» (рис.7):

- реклоузер R3 отключается от токовых защит;
- проходит АПВ реклоузера R3;

Если повреждение не устранилось, то:

- R1 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.10 ПС «Борисовка»;
- R2 отключается от токовых защит.

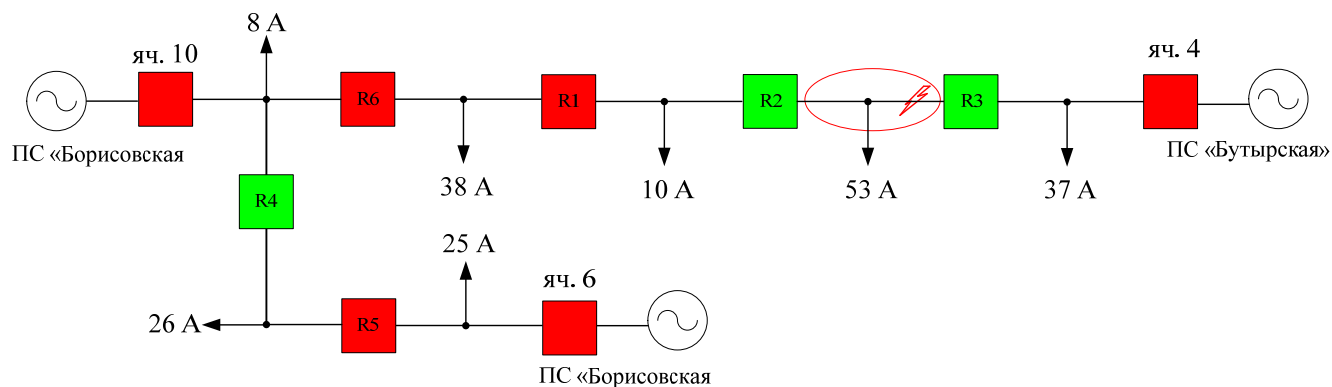


Рис.7 Повреждение на участке «R2 – R3»

6. Аварийный режим, повреждение на участке «ф.4 ПС «Бутырки» – R3» (рис.8):

- выключатель яч.4 ПС «Бутырки» отключается от токовых защит;
- проходит АПВ выключателя яч. 4 ПС «Бутырки»;

Если повреждение не устранилось, то:

- реклоузер R3 отключается от защиты минимального напряжения;
- R1 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.10 ПС «Борисовка».

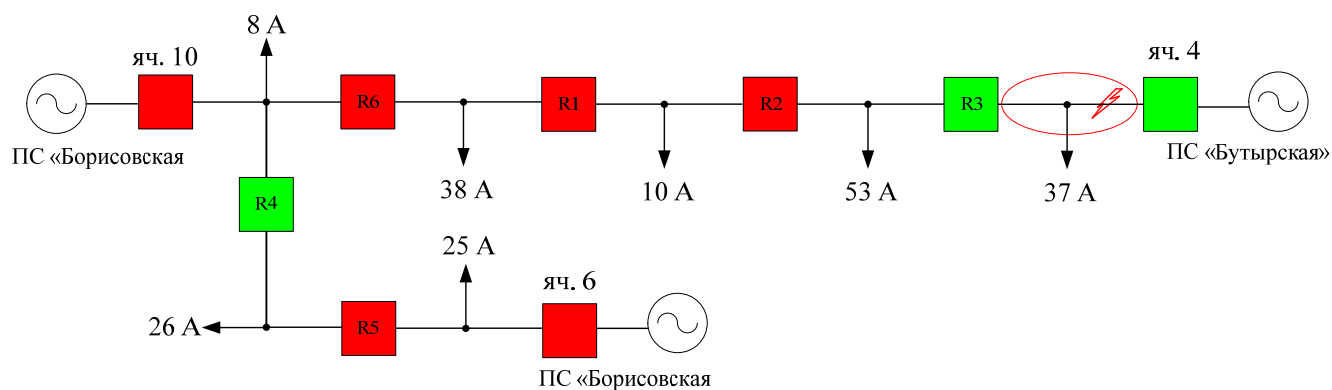


Рис.8 Повреждение на участке «ф.4 ПС «Бутырки» – R3»

7. Аварийный режим, повреждение на участке «R4 – R5» (рис.9):

- реклоузер R5 отключается от токовых защит;
- проходит АПВ реклоузера R5;

Если повреждение не устранилось, то:

- R4 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.10 ПС «Борисовка»;
- R4 отключается от токовых защит.

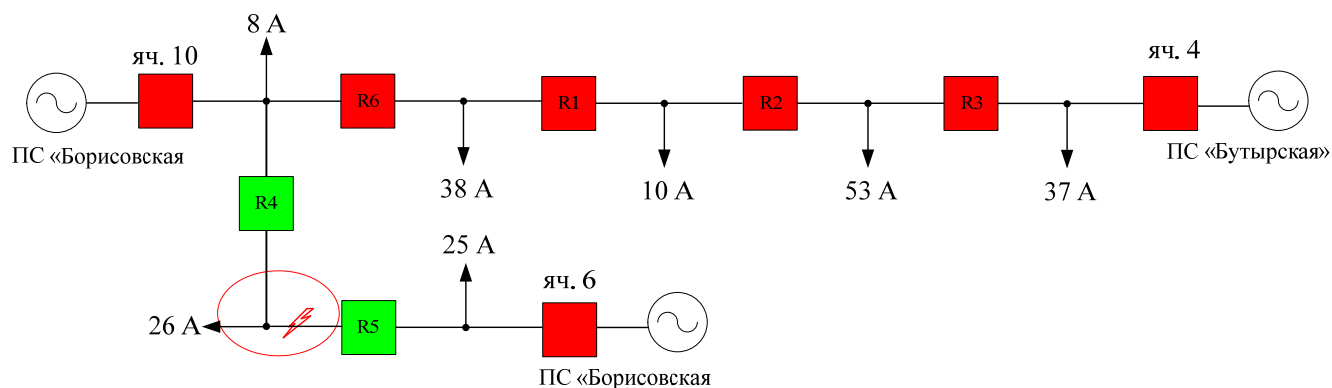


Рис.9 Повреждение на участке «R4 – R5»

8. Аварийный режим, повреждение на участке «ф.6 ПС «Борисовка» – R5» (рис.10):

- выключатель яч.6 ПС «Борисовка» отключается от токовых защит;
- проходит АПВ выключателя яч.6 ПС «Борисовка»;

Если повреждение не устранилось, то:

- реклоузер R5 отключается от защиты минимального напряжения;
- R4 переключает питание неповрежденного участка ВЛ на ф.10 ПС «Борисовка».

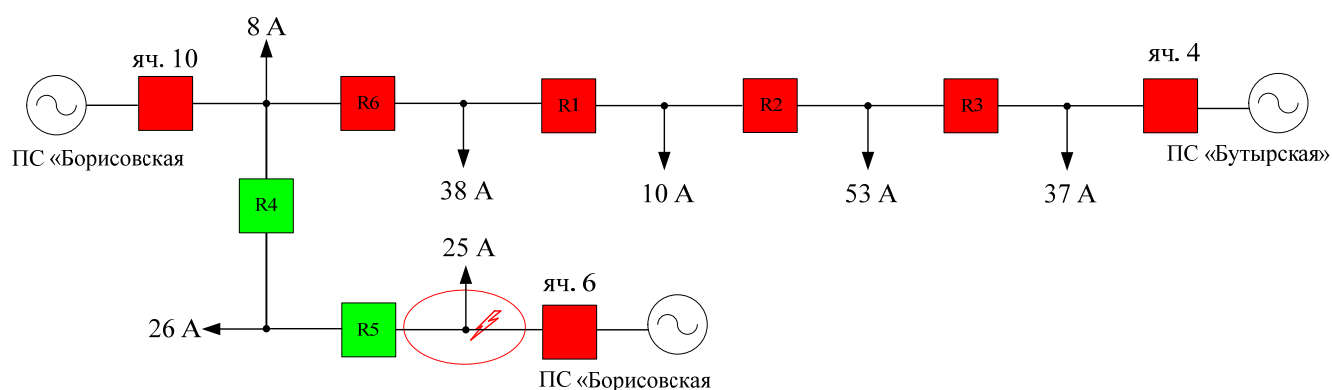


Рис.10 Повреждение на участке «ф.6 ПС «Борисовка» – R5»