

### Список использованных источников

1. Воробьев, А.Ю. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем / А.Ю. Воробьев. – М.: ЭкоТрендз, 2002. – 280 с.: ил.

2. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. (EN 50160:2010, NEQ). – Взамен ГОСТ 13109-97 ; введ. 2016-04-01. – Минск : Госстандарт, 2015. – 20 с.

3. Савина, Н.В. Качество электроэнергии. Учебное пособие. / Н.В. Савина. – Благовещенск: Амурский гос. Ун-т, 2014. – 182 с.

**Хорольский В.Я.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, Исупова А.М.<sup>2</sup>, к.т.н.**  
**<sup>1</sup>ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет,**  
**г. Ставрополь**

**<sup>2</sup>Азово-Черноморский инженерный институт – филиал**  
**ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный**  
**университет» в г. Зернограде**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ УСТАНОВКИ ПУНКТОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО СЕКЦИОНИРОВАНИЯ В ПРОТЯЖЕННЫХ РАДИАЛЬНЫХ ЛИНИЯХ 6–10 кВ**

Сельские электрические сети напряжением 6–10 кВ по большей части выполнены воздушными линиями малых сечений, построены по радиальному принципу, имеют значительную протяженность, слабую наблюдаемость и низкую степень автоматизации [1, 2]. В таких условиях зачастую поиск и устранение повреждений занимает продолжительный период времени, что обуславливает низкие показатели надежности электрических сетей. Одним из возможных способов сокращения времени отключения (SAIDI) и количества отключений (SAIFI) служит секционирование протяженных фидеров, в последнее время наиболее эффективным является автоматическое секционирование посредством реклоузеров.

При решении вопроса о внедрении реклоузеров возникает две научно-технические задачи, первая связана с выбором количества и мест установки такого оборудования, а вторая с оценкой уровня повышения надежности электрической сети после их установки.

Рассмотрим один из подходов, который может быть использован при определении мест установки реклоузеров.

В сельских электрических сетях традиционно токовая защита радиальных воздушных линий выполняется двухступенчатой. Ввиду значительной протяженности фидеров, чувствительность защит достаточно часто не соответствует требуемым ПУЭ нормам. В такой ситуации в качестве критерия для выбора места установки пункта автоматического секционирования можно рассмотреть допустимый коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ). Поясним данный подход на конкретном примере.

Рассмотрим фрагмент радиальной линии напряжением 10 кВ, приведенный на рисунке 1.

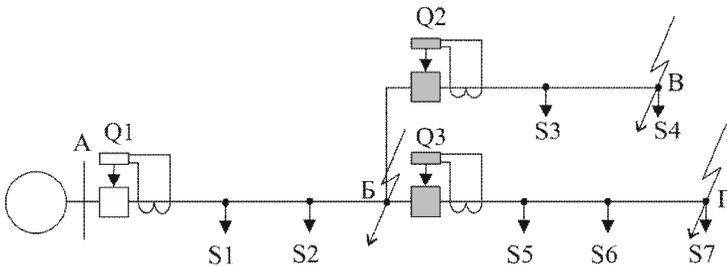


Рисунок 1 – Схема электрической сети напряжением 10 кВ

В исходном варианте радиальная линия не секционирована (выключатели Q2 и Q3) отсутствуют. Предположим, что ввиду значительной протяженности фидера коэффициент чувствительности МТЗ  $k_{\text{ч}} < 1,5$ , что не соответствует нормам ПУЭ. Найдем гипотетически желательные места установки реклоузеров, при которых бы выполнялись требованию по чувствительности. Для этого задавшись минимально допустимым по ПУЭ коэффициентом чувствительности, исходя из рассчитанного значения тока срабатывания защиты на головном выключателе  $I_{\text{СЗ}}$ , определяем минимально допустимое значение тока двухфазного короткого замыкания:

$$I_{\text{дон}}^{(2)} = 1,5 I_{\text{СЗ}}.$$

Далее находим длину линии, соответствующую найденному значению тока. Для этого целесообразно построить кривую спада-

нию тока при двухфазном коротком замыкании, используя известную зависимость:

$$I_{КЗ}^{(2)} = \frac{U_{ном}}{2 \sum L_i \sqrt{r_{0i}^2 + x_{0i}^2}},$$

где  $I_{КЗ}^{(2)}$  – значение тока при двухфазном КЗ, А;  $U_{ном}$  – номинальное напряжение сети, В;  $L_i$  – длина  $i$ -го участка линии, км;  $r_{0i}$  и  $x_{0i}$  – удельное активное и индуктивное сопротивления провода  $i$ -го участка линии, Ом/км.

Кривая спада тока строится в координатах  $I=f(L)$ .

Нанеся на кривую спада минимально допустимое значение тока двухфазного короткого замыкания  $I_{дон}^{(2)}$ , можно определить максимальную протяженность линии  $L_{дон}$ , которую способна охватить защита выключателя на головном участке. Далее, проведя анализ конфигурации сети и состава потребителей, может быть принято решение о месте установки пунктов автоматического секционирования. Однако, в любом случае, место установки такого пункта не должно превышать расстояния  $L_{дон}$ , с целью обеспечения защиты всей длины радиальной линии.

В случае использования нескольких пунктов автоматического секционирования (выключатели Q2 и Q3 на рисунке 1), расстояние от шин питающей подстанции до места установки первого из них также не должно превышать  $L_{дон}$ .

Таким образом, при выборе места установки пунктов автоматического секционирования в радиальных линиях, одним из критериев должен являться допустимый коэффициент чувствительности защиты, особенно это актуально для протяженных линий, в которых рабочие токи соизмеримы с токами коротких замыканий протекающих при повреждениях в конце линий.

#### Список использованных источников

1. Исупова, А.М. Цели и задачи совершенствования системы эксплуатационного обслуживания сельских электрических сетей [Текст] / А.М. Исупова, В.Я. Хорольский, В.Н. Шемякин // Энергоэффективные цифровые и интеллектуальные технологии в сельскохозяйствен-

ном производстве: Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 42–48.

2. Хорольский, В.Я. Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей [Текст]: учебно-практическое пособие / В.Я. Хорольский, А.В. Ефанов, В.Н. Шемякин, А.М. Исупова. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 296 с.

**Юсубалиев Аширбай, д.т.н.,  
Институт энергетических проблем, г. Ташкент  
УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4–10 кВ**

Общая протяженность линии электропередачи Узбекистана составляет более 270,0 тыс. км., а протяженность распределительных сетей напряжением 0,4-6-10 кВ составляет более 223,8 тыс. км. При этом 66 % распределительных сетей, 74 % подстанций и более 50 % трансформаторных пунктов находятся в эксплуатации более 30 лет. [1]. Из-за наличия значительного устаревшего оборудования из общего количества отказов в электрических сетях всех уровней напряжения на долю электрооборудований напряжением 0,4–10 кВ приходится до 70–75 % отказов.[2]

Для повышения уровня надежности важное значение имеет прогнозирование функционального состояния электрических сетей 0,4-10 на предстоящие периоды эксплуатации с использованием технической диагностики. Это позволит разработать комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию возможных рисков, связанных с перерывами электроснабжения. Кроме того, нельзя не учитывать, что уровень надёжности электроснабжения находится в тесной взаимосвязи с изменяющимся уровнем качества электроэнергии [3].

В результате длительной эксплуатации в течение десятков лет значения электрических нагрузок линий становятся выше расчетных при проектировании, одновременно с чем увеличиваются также потери напряжения в линиях электропередачи. По этой причине в настоящее время практически у 50 % сельскохозяйственных потребителей не обеспечивается требуемое качество электрической энергии по напряжению [4].