

Принимая во внимание мировой тренд на борьбу с глобальным потеплением, при выборе трансформатора в сельском хозяйстве важно учитывать влияние на эмиссию парниковых газов. Замена 1000 трансформаторов ТМГ21 на энергосберегающие ТМГ21 даже при сниженных эксплуатационных характеристиках создаст эффект энергосбережения более 490 тонн условного топлива, что эквивалентно снижению выбросов парниковых газов более, чем на 800 тонн в год, таким образом за 25 лет снижение составит 20 тысяч тонн.

Таким образом, применение в сельском хозяйстве Республики Беларусь энергоэффективных трансформаторов экономически целесообразно, а выбор оптимального режима работы позволит не только достичь дополнительной экономии, но и снизить эмиссию парниковых газов.

#### Список использованных источников

1. Радкевич, В.Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие / В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 589 с.
2. Радкевич, В.Н. Расчёт электрических нагрузок промышленных предприятий: учебно-методическое пособие для студентов спец. 1-43 01 03 «Электроснабжение» / В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова. - Минск.: БНТУ, 2013. – 124с
3. Силовые трансформаторы: каталог : разработчик и изготовитель ОАО «Минский электротехнический завод им.В.И.Козлова» – Минск., 2019. – 89с.

**Калентиюнок Е.В., к.т.н., доцент, Волков А.А.**

***Белорусский национальный технический университет, г. Минск***

### **АВТОМАТИЧЕСКОЕ СЕКЦИОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Сельские воздушные распределительные электрические сети характеризуются большой протяженностью и разветвленностью, многообразием применяемого оборудования. Общая протяженность отдельных линий доходит до 50 км с большим числом ответвлений. В качестве коммутационных аппаратов применяются, в основном, выключатели нагрузки и разъединители с ручным управлением. Поэтому любое повреждение на линии вызывает отключение и прекращение электроснабжения потребителей, подключенных к ней. Поскольку процесс поиска и локализации повреждения выполняется оперативными выездными бригадами путем осмотра и оперативных переключений в поврежденной линии, то длительность прекращения электроснабжения потребителей составляет от нескольких часов до суток. Наиболее эффективным способом уменьшения времени от-

ключения потребителей, особенно электроприемников I и II категорий, и снижения затрат энергоснабжающих организаций на поиск мест повреждений и обеспечения нормируемого уровня надежности является автоматизация распределительных электрических сетей путем применения автоматически управляемых коммутационных аппаратов. В качестве таковых могут использоваться выключатели, реклоузеры, а также выключатели нагрузки, интеллектуальные разъединители или отделители, имеющие автоматику, действующую на их отключения в бестоковую паузу.

Автоматическое секционирование, т.н. деление линии на несколько участков с помощью автоматически управляемых аппаратов позволяет [1, 2]:

- повысить надежность электроснабжения и уменьшить недоотпуск электроэнергии потребителям, т.к. возникновение повреждения на секционированном участке линии не приводит к отключению всех потребителей, получающих питание от данной линии электропередачи;
- локализовать участки линии с повреждениями;
- повысить уровень электробезопасности в распределительных сетях за счет сокращения времени работы линии в режиме с однофазными замыканиями на землю.

Однако любое секционирующее устройство требует затрат. Энергоснабжающая организация (компания) стремится к снижению затрат, связанных с обеспечением необходимого уровня надежности. Потребители электроэнергии, в свою очередь, стремятся к уменьшению ущерба и, следовательно, заинтересованы в высоком уровне надежности электроснабжения, зависящем от затрат на секционирующие устройства. Для разрешения этого объективно существующего противоречия между поставщиками и потребителями электроэнергии при оценке инвестиционного проекта по секционирующим устройствам может быть использован наиболее распространенный подход – минимизация приведенных затрат

$$Z_c(n) = p_c K_c(n) + Y(n) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $p_c = p_n + p_a + p_{т.о}$  – коэффициент отчислений от капитальных затрат;  $p_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, назначение которого – приведение капитальных затрат к уровню ежегодных издержек;  $p_a$  – коэффициент отчислений на амортизацию;  $p_{т.о}$  – коэффициент ежегодных издержек на текущий ремонт и обслуживание секционирующих устройств;  $K_c(n)$  – капитальные затраты на установку  $n$  секционирующих устройств;  $Y(n)$  – ущерб от нарушения надежности электроснабжения при установке  $n$  секционирующих устройств.

В условиях рыночной экономики для оптимизации секционирования сети целесообразно использовать чистый дисконтированный доход (ЧДД). При установке секционирующих устройства в течение одного года, ЧДД

при установке  $i$ -го секционирующего устройства предложено записывать в виде [3]

$$\text{ЧДД}_i = \sum_{t=1}^T \frac{D_{ti} - I_{ti} - K_{ti}}{(1 + E)^t}, \quad (2)$$

где  $T$  – расчетный период;  $D_{ti}$  – доход от  $i$ -го секционирующего устройства в год  $t$ ;  $I_{ti}$  – издержки в  $i$ -е секционирующее устройство в год  $t$ ;  $K_{ti}$  – капитальные затраты в  $i$ -е секционирующее устройство в год  $t$ ;  $E$  – норма дисконта.

Установка  $i$ -го секционирующего устройства целесообразна, если выполняется условие:

$$\text{ЧДД}_i > 0. \quad (3)$$

Выполненные многовариантные расчеты с помощью специально составленной на кафедре «Электрические системы» БНТУ программы на ЭВМ, позволили установить, что эффективность установки дополнительных автоматических секционирующих устройств, зависит от их типа и стоимости, надежности электроснабжения потребителей, повреждаемости, коэффициентов загрузки и длины распределительных линий электропередачи, принятого расчетного периода и выполнения технических ограничений в электрической сети.

Показано, что наиболее перспективным техническим решением для автоматического секционирования распределительных электрических сетей является использование дистанционно управляемых выключателей нагрузки, как в трансформаторных подстанциях, так и на воздушных линиях электропередачи.

#### Список использованных источников

1. Александров, И.Н. Автоматизация электрических распределительных сетей сельскохозяйственного назначения (основные указания). Обзорная информация / И.Н. Александров, А.З. Красновский. – Мн.: БелНИИТИ, 1980. – 63 с.
2. Андриевский, Е.Н. Секционирование и резервирование сельских электросетей / Е.Н. Андриевский. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 112 с.
3. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин // Под. общ. ред. В.Т. Федина. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 356 с.

**Константинова С.В., к.т.н., доцент, Ярошевич Т.М.**  
**Белорусский национальный технический университет, Минск**  
**К ВОПРОСУ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АПК**

Топливо-энергетический комплекс любой страны состоит из двух фундаментальных составляющих: топливо-энергетических ресурсов