

ОБ УЧЕТЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТЕЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА

Лимонов А. И. – к. э. н., доцент,
Антипов А. Э. – магистрант,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в работе сформулированы принципы учета технических характеристик распределительных электрических сетей при нормировании численности персонала, которая применяется для формирования фондов оплаты труда работников электроэнергетики Республики Беларусь.

Ключевые слова: распределительные сети, автоматизация, резервирование, аварийный недоотпуск электроэнергии.

ON TAKING INTO ACCOUNT THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF NETWORKS WHEN PLANNING THE NUMBER OF PERSONNEL

Annotation: the work formulates the principles of taking into account the technical characteristics of electrical distribution networks when rationing the number of personnel, which is used to form wage funds for workers in the electric power industry of the Republic of Belarus.

Key words: distribution networks, automation, redundancy, emergency undersupply of electricity.

Численность персонала, обслуживающего распределительные сети напряжением 10 кВ, определенная по действующим нормативам, пропорциональна объему сети, выраженному в суммах единиц различного вида сетевого оборудования. При этом не учитываются такие технические характеристики сети, как резервирование и автоматизация, протяженность и нагрузка воздушных линий (ВЛ) и т. д. То есть характеристики сети, отражающие ее приспособленность к достижению основной цели деятельности персонала: обеспечение надежного электроснабжения присоединенных к сети потребителей.

Назначение ВЛ заключается в пропуске электроэнергии потребителям. Поэтому годовой аварийный недоотпуск электроэнергии потребителям можно рассматривать как интегральный показатель несоответствия линии своему назначению и представить в виде (1)

$$\mathcal{E}_Г = N \cdot T \cdot S = N \cdot \mathcal{E}_о, \quad (1)$$

где N , T , S – математическое ожидание числа междуфазных повреждений за год, длительности одного отключения, средней величины отключаемой

нагрузки; \mathcal{E}_0 – математическое ожидание недоотпуска электроэнергии на одно аварийное отключение.

Конечная цель деятельности персонала выражается в минимизации величины \mathcal{E}_T в целом по обслуживаемому объекту. Однако из (1) видно, что она может быть достигнута проведением различных мероприятий, эффект от которых проявляется по-разному: снижение N , уменьшение отключаемой мощности S либо снижением T .

Эффект от повышения значений технических характеристик сети состоит в снижении последних двух составляющих недоотпуска электроэнергии. Так, например, снижение величины T достигается оснащением ВЛ устройствами отыскания места повреждения, средствами телеуправления и телесигнализации. Такие мероприятия, как резервирование, установка коммутационных аппаратов, приводят к снижению величины S . Ряд мероприятий, например, установка выключателей нагрузки, снижение единичной протяженности ВЛ и т. д. одновременно снижают T и S . Уменьшение количества аварийных отключений за год достигается также проведением планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Следовательно, при повышении технических характеристик, при условии обеспечения той же или более высокой надежности работы сети, можно снизить требования к интенсивности ППР. Аварийный недоотпуск электроэнергии при одном повреждении в сети определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_0 = S ((1 - k_a) t_{\text{л}} + (1 - k_p) t_p), \quad (2)$$

где S – мощность нагрузки, присоединенной к ВЛ; $t_{\text{л}}$, t_p – время, необходимое для локализации и ремонта поврежденного участка ВЛ; k_a , k_p – коэффициенты резервирования и автоматизации [1].

Величина $t_{\text{л}}$ зависит от конфигурации ВЛ, оснащенности ее устройствами, помогающими производить поиск поврежденного участка, а также от протяженности линии. Установка выключателя нагрузки на ВЛ может приводить к увеличению k_a от 0 до 0,25. При сооружении резервной линии k_p также увеличивается примерно до 0,25. Поэтому решающее значение на \mathcal{E}_0 оказывает величина нагрузки (1).

В настоящее время величина \mathcal{E}_0 различается по энергосистемам Белэнерго до трех раз. Поэтому предотвращение равного количества повреждений проведением ППР одинаковой интенсивности дает разный конечный эффект. Отсюда возникает задача оптимального распределения персонала занятого ППР, при котором будет достигаться максимальный эффект. В общем случае оптимальной организации ППР соответствует такое соотношение между затратами на их проведение C и величиной аварийного недоотпуска \mathcal{E} , при котором отношение их приращений (ΔC , $\Delta \mathcal{E}$) будут численно равны средней величине удельного ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям:

$$Y_0 = \Delta C / \Delta \mathcal{E}. \quad (3)$$

В общем случае удельный ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям является достаточно неопределенной величиной и может отличаться в различных сетевых подразделениях. Поэтому оптимальной организации ППР, как минимум, должно соответствовать равенство удельных ущербов от недоотпуска электроэнергии потребителям, рассчитанных по (3), в различных сетевых подразделениях.

Для количественной оценки эффекта от проведения ППР необходимо знание зависимости повреждаемости сети \mathcal{E} от периодичности и объемов ремонтов, которые можно оценить интенсивностью ППР μ (чел.час/км). Алгоритм расчета зависимости $\mathcal{E} = f(\mu)$, приведенный в (2), требует большого количества исходных данных, достоверность которых невелика. В таких условиях можно воспользоваться принципом максимального гарантированного результата, который предполагает в случае отсутствия полной информации принимать такие допущения, чтобы использование зависимости $\mathcal{E} = f(\mu)$ в дальнейших расчетах приводило к получению минимального эффекта, то есть давало оценку снизу. Тогда задача сводится к минимизации суммарного аварийного недоотпуска электроэнергии при наличии ограничений на численность персонала

$$\min \sum \mathcal{E}_{0i} \mathcal{E}_i L_i = \min (S_i \mathcal{E}_i L_i ((1 - k_{pi}) t_{ли} + (1 - k_{pi}) t_{pi})), \quad (4)$$

$$\sum \mu_i = \mu_{\Sigma}$$

где \mathcal{E}_{0i} , \mathcal{E}_i , L_i – соответственно средний аварийный недоотпуск электроэнергии, приходящийся на одно повреждение, удельная повреждаемость и суммарная протяженность сетей 10 кВ в i -м сетевом подразделении; μ_i , μ_{Σ} – численность персонала в i -м сетевом подразделении и суммарная численность персонала.

Поскольку влияние интенсивности ППР на повреждаемость можно представить квадратичной зависимостью (2), условие (4) равносильно задаче квадратичного программирования при наличии балансовых ограничений, решение которой стандартно. Расчеты по (2)–(4) с использованием упомянутой зависимости (2) и данных о технических характеристиках сетей Белэнерго показали, что предложенное перераспределение персонала приводит к снижению аварийного недоотпуска электроэнергии по сетям 10 кВ на 115 МВт·ч. Аналогичное снижение недоотпуска может быть обеспечено, например, автоматизацией сети. При таком подходе это требует дополнительно установку в сетях 10 кВ до 100 выключателей нагрузки.

Список литературы

1. Прусс, В. Л. Повышение надежности сельских электрических сетей / В. Л. Прусс, В. В. Тисленко. – М. : Изд-во Энергоатомиздат, 1989. – 229 с.