

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Назаров А.А.

Научный руководитель д.т.н., проф. Кавченков В.П.

Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске

Распределительным электрическим сетям принадлежит важная роль в работе энергосистемы. Бесперебойное обеспечение электроэнергией потребителей во многом зависит от их надежной работы.

Достоверная оценка и анализ эксплуатационной информации о надежности распределительных сетей позволяют решить следующие задачи:

- выявить причины отказов оборудования и оценить их последствия;
- определить влияние условий и режимов эксплуатации на надежность работы системы электроснабжения;
- определить показатели надежности электрических сетей и их элементов;
- оптимизировать систему технического обслуживания и ремонта;
- разработать мероприятия по повышению надежности системы электроснабжения потребителей.

Одним из классических подходов к комплексной оценке эксплуатационной информации о надежности элементов распределительных сетей является определение коэффициента готовности- вероятности того, что исследуемый объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени [1]. В настоящее время не разработаны показатели, которые комплексно учитывают различную информацию о надежности, включая показатели повреждаемости, восстанавливаемости, количество и мощность отключенных элементов сети, величину недоотпуска электроэнергии.

Надежность электроснабжения потребителей в условиях рынка электроэнергии становится услугой, которая требует установления между всеми субъектами электроэнергетического рынка экономически сбалансированных отношений на основе платы за надёжность и полного восполнения убытков из-за ненадёжности электроснабжения. В этих условиях задача получения единого комплексного показателя, который учитывал как основные свойства надежности, так и включал в себя некую оценку ущерба, вызванного прекращением поставки электроэнергии или снижением надежности, становится особенно актуальной.

В работе [3] был предложен новый подход оценки надежности распределительных электрических сетей относительно границ их балансовой принадлежности в виде показателя фактической надежности структурного подразделения предприятия электрических сетей в целом:

$$K_{\text{фн}} = N_{\text{раб } i} / N_{\text{уст } i}, \quad (1)$$

где $N_{\text{раб } i}$ - рабочая мощность сетей участка РЭС, филиала МРСК, РСК, кВА; $N_{\text{уст } i}$ – установленная мощность сетей подразделения, кВА.

Рабочая мощность электрических сетей характеризует гарантированную способность сети передавать электрическую энергию от источника к потребителям независимо от режима электропотребления и определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{раб } i} = N_{\text{р}}^{\text{л}} + N_{\text{р}}^{\text{т.п.}}, \quad (2)$$

где N_p^l - рабочая мощность воздушных и кабельных линий электропередачи, кВА; $N_p^{т.п.}$ - рабочая мощность трансформаторов установленных на ПС и в ТП, кВА.

Рабочая мощность воздушных и кабельных линий электропередачи определяется по формуле:

$$N_p^l = \sum_{i=1}^k N_{yi}^l - \sum_{j=1}^i N_{oi}^l \frac{t_j}{T_i}, \quad (3)$$

где $N_{yi}^l = L_{yi} s_{yi} 10^{-3}$, МВА – установленная мощность линии электропередачи; L_{yi} – длина проводов (ВЛ 3 фазы), кабеля, км; s_{yi} – сечение провода или жилы кабеля, мм²; N_{oi}^l – мощность j-го отключения i-й линии, МВА; t_j – время j-го отключения i-й линии, ч; T_i – время плановой работы i-й линии, ч; 10^{-3} – коэффициент перевода кВА в МВА.

Рабочая мощность трансформаторной подстанции это часть установленной мощности трансформаторов на подстанции за минусом отключенной (аварийно, внепланово) мощности, вызвавшей прекращение электроснабжения потребителей.

Рабочая мощность трансформаторов установленных на ПС и в ТП определяется по формуле:

$$N_p^{т.п.} = \sum_{i=1}^k N_{yi}^{т.п.} - \sum_{j=1}^i N_{oi}^{т.п.} \frac{t_j}{T_i}, \quad (4)$$

где $N_p^{т.п.}$ – мощность (по паспортным данным) i-го трансформатора, установленного в ТП, МВА; $i = 1, \dots, n$ – число трансформаторов в ТП-сети, шт.; T_i – время плановой работы i-го трансформатора, ч.; $N_{oi}^{т.п.}$ – мощность отключенного j-го трансформатора (по плану, вне плана, аварийно), МВА; $j = 1.., m$, шт.; t_j – время j-го отключения i-го трансформатора, ч.

К недостаткам этого методики следует отнести следующее:

1. При расчете установленной мощности линий не учитывает ее класс напряжения и материал провода.

2. Показатель рабочей мощности электрически сетей включает в себя суммарную установленную мощность трансформаторов установленных на ПС и ТП. Надежность трансформаторов значительно больше чем надежность воздушных и кабельных линий электропередачи (так например, параметр потока отказов для трансформатора 110 кВ $\omega_t = 0,015$ откл/год, а для ВЛ 110 кВ $\omega_t = 3,9$ откл/год*100 км). Это приводит к снижению чувствительности коэффициента и его информативности.

В связи с этим предлагается усовершенствовать рассмотренную выше методику. В качестве фактического показателя надежности распределительных электрических сетей предлагается показатель, имеющий следующий вид:

$$M = 1 - \frac{\sum_{j=1}^i M_{oi}^l t_j}{\sum_{i=1}^k M_{yi}^l T_i}, \quad (6)$$

где $M_{yi}^l = PL = U_{доп} I_{доп} L_{yi}$ – установленная мощность линии на ее длину, МВт*км; U – номинальное напряжение линии, кВ; $I_{доп}$ – допустимый длительный ток линии, кА; M_{oi}^l – мощность j-го отключения i-й линии, МВт*км; L_{yi} – длина проводов (ВЛ 3 фазы), кабеля, км; t_j – время j-го отключения i-й линии, ч; T_i – время плановой работы i-й линии, ч.

Предлагаемый показатель (6), так же как и показатель (1), содержит информацию о количестве и мощность отключенных элементов сети, длительности отключений, фактическом недоотпуске электроэнергии за время отключения, кроме того он включает в себя параметры конкретной линии, учитывает тип используемого провода и класс напряжения линии. Так же показатель (6) обладает большей чувствительностью к изменению входящих в него параметров.

Показатель (6) подходит для оценки надежности распределительных электрических сетей на любом уровне управления ими.

С использованием фактического показателя надежности (6) был произведен месячный расчет надежности распределительных электрических сетей для регионального предприятия, имеющего на обслуживании ВЛ 6-20 кВ протяженностью 673 км и ВЛ 110 кВ протяженностью 122 км.

На рис.1 представлена диаграмма изменения показателя фактической надежности распределительных электрических сетей регионального предприятия за 2012 г.

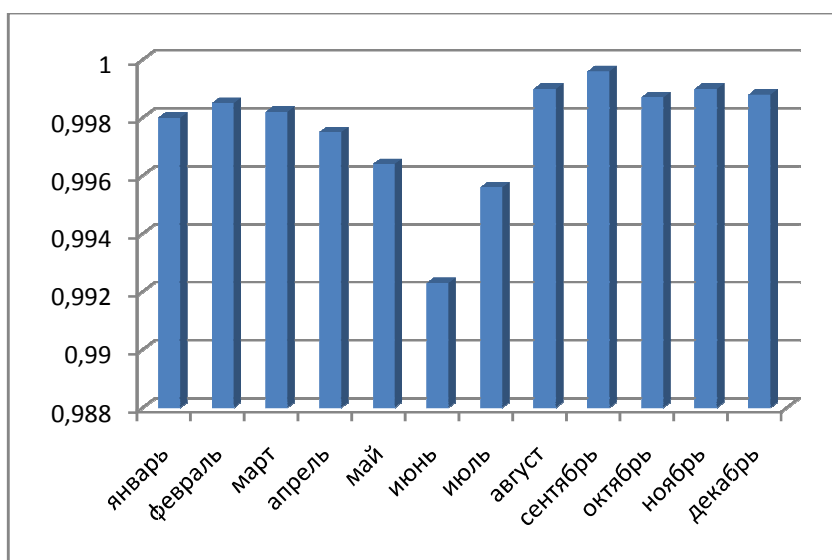


Рис.1. Диаграмма изменения показателя фактической надежности распределительных электрических сетей регионального предприятия за 2012 г.

Из рис.1 видно, что значение фактической надежности распределительных электрических сетей изменяется в пределах от 0,9923 до 0,9996. Наибольшее значение показатель (6) принял в сентябре 2012 г., а наименьшее в июне 2012 г., что связано периодом интенсивных грозовых перенапряжений.

Использование показателя (6) позволяет более полно оценивать фактическую надежность распределительных электрических сетей, что будет способствовать выбору наиболее эффективных мероприятий по ее повышению.

Литература.

1. Кавченков В.П. Вероятностные, статистические модели и оценка надежности энергетических систем. – Сафоново, 2002. – 150 с.

2. Прусс В.Л., В.В. Тисленко. Повышение надежности сельских электрических сетей. -Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989.-208 с.

3. Шевкоплясов П.М., Шевкоплас Е.Ю. «Обоснование системы показателей надежности распределительных электрических сетей» Надежность и безопасность энергетики №1(12), 2011 г.- стр. 50-55.