

Нечетко-интервальная шкала предпочтений трансформаторов

Анищенко В.А., Кирспу А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Традиционные методы выбора трансформаторов основываются на точечной оценке расчетной нагрузки и четко-интервальном представлении предпочтений их типоразмеров. Однако в ряде случаев такая методика выбора не позволяет произвести выбор оптимального типоразмера трансформатора, т.к. точечная оценка нагрузки не несет информацию о погрешности расчета и прогнозе изменения нагрузки [1]. Использование четко-интервальной шкалы предпочтений трансформаторов не позволяет количественно оценить приемлемость выбора типоразмера трансформатора.

Переход от точечных значений исходных данных к интервальным значениям дает возможность учитывать неопределенность информации о расчетной электрической нагрузке.

Следуя методике теории нечетких множеств в качестве критерия выбора мощности трансформатора $S_{нт}$ выступает функцией желательности $\mu(S)$ [2]. На рис. 1 представлена функция желательности для однострансформаторной подстанции.

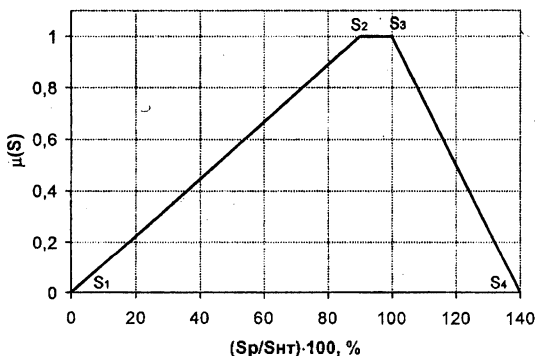


Рис. 1. Функция желательности расчетной нагрузки

Функция желательности представлена нечетким интервалом трапецеидального вида с четырьмя реперными точками $\{S_1, S_2,$

S_3, S_4 }. Четырехреперное представление значительно уменьшает количество вычислений при выполнении арифметических операций и снижает неопределенность итоговых результатов.

В качестве аргумента функции выступает полная электрическая мощность нагрузки S_p , отнесенная к номинальной мощности трансформатора $S_{нт}$ и выраженная в процентах $(S_p/S_{нт}) \cdot 100$. Это позволяет рассматривать функцию желательности применительно к любому типоразмеру трансформатора.

Интервал $[S_2, S_3]$ соответствует максимуму функции, т.к. при нагрузке 90–100% от номинальной мощности трансформатора наблюдается наилучшее использование мощности трансформатора в условиях однострансформаторной подстанции, где коэффициент загрузки k_3 должен быть в пределах 0,9–1. Верхняя граница интервала $[S_1, S_2]$ соответствует максимальному значению перегрузочной способности трансформатора ($k_3=1,4$). Как видно из рис. 1, режим перегрузки тем менее предпочтителен, чем выше ее значение.

Нижний предел функции желательности показывает, что эксплуатация трансформатора допускается и ниже 90%, однако предпочтение такого режима снижается с уменьшением значения нагрузки. Это объясняется тем, что не используется в полной мере мощность трансформатора.

Таким образом, используя математический аппарат теории нечетких множеств, можно перейти от четко-интервальных представлений предпочтений типоразмеров трансформаторов к более информативному нечетко-интервальному представлению (рис. 2).

На рис. 2 представлены три нечетких интервала сплошной линией и три четких интервала пунктирной линией. Нечеткий интервал 1 отражает функцию желательности для трансформатора 630 кВА установленного на однострансформаторной подстанции, интервал 2 – трансформатор 1000 кВА, а интервал 3 – трансформатор 1600 кВА.

Применяя полученные функции желательности можно произвести выбор необходимого типоразмера трансформатора на базе точечного значения нагрузки. Для использования интервального значения нагрузки необходимо получить ее функцию принадлежности.

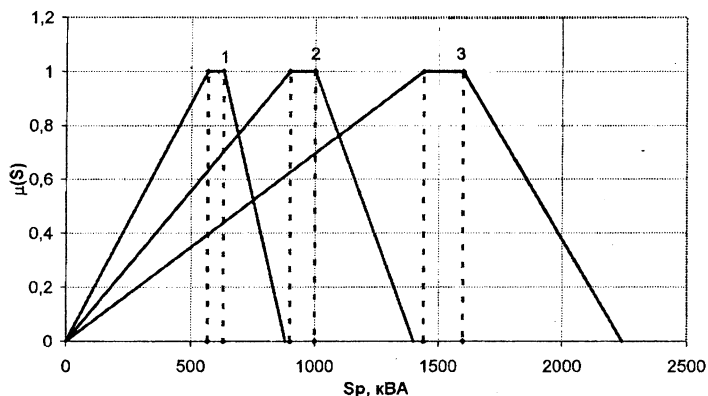


Рис. 2. Нечетко-интервальное представление предпочтений трансформаторов

Рассмотрим методику выбора трансформатора основанную на использовании теории нечетких множеств.

Прежде всего, необходимо представить расчетную нагрузку в виде неопределенной характеристики, которая может быть задана нечеткими интервалами, четкими интервалами или распределениями вероятностей. Наибольшая неопределенность и, соответственно, наименьший объем полезной информации имеют место при описании нагрузки четкими интервалами. Однако из практики проектирования известно, что методы расчета электрической нагрузки дают погрешность 10% при точно известных технологических режимах, известной технологической карте, строго циклическом процессе и т.д. При невыполнении этих условий погрешность может увеличиваться в несколько раз. Наличие такой информации позволяет реализовать математическую формализацию неопределенности нагрузки с помощью нечетких интервалов трапециевидального вида. Применение вероятностного распределения не представляется возможным, т.к. нельзя охарактеризовать конкретными числами отношения между возможностями реализации различных значений нагрузки.

Можно построить функцию принадлежности расчетной нагрузки $\eta(S)$ в виде нечеткого интервала трапециевидального вида с четырьмя реперными точками $\{S_{1P}, S_{2P}, S_{3P}, S_{4P}\}$ (рис. 3) [2].

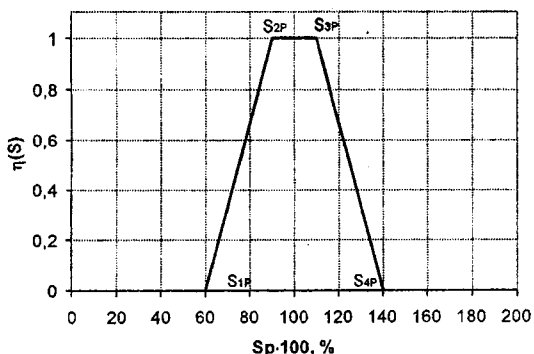


Рис. 3. Функция принадлежности расчетной нагрузки

Интервал $[S_{2P}, S_{3P}]$ соответствует максимуму функции, т.к. метод расчета нагрузки гарантирует погрешность 10%.

Ширина интервала $[S_{1P}, S_{4P}]$ зависит от выполнения условий строгой цикличности технологического процесса. Помимо этого на верхнюю границу интервала S_{4P} может оказывать влияние прогноз увеличения нагрузки в будущем.

В результате выбор типоразмера трансформатора производим путем сравнения нечетких интервалов функции желательности и функции принадлежности.

Таким образом, используя же нечеткие интервалы функции желательности, проектировщик может количественно оценить приемлемость выбора того или иного типоразмера трансформатора, и как результат этого принять решение или об удовлетворительности расчета нагрузки и выбора трансформатора, или о необходимости корректировки схемы системы электроснабжения для изменения условий загрузки трансформатора.

Литература

1. В.А.Анищенко, А.Ю.Кирспу Учет неопределенности исходной информации при проектировании систем электроснабжения. Материалы третьей международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», Мн.: БНТУ, 2006, с.19
2. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy Sets and Systems. 1978. Vol. 1. № 1. P. 3 – 28.