

в области проектирования систем электроснабжения в РБ и странах СНГ ограничивается отдельными фрагментами и не сконцентрировано в общую систему построения проектов, поэтому поставленная задача весьма актуальна.

При эксплуатации систем электроснабжения важнейшей задачей является учет электроэнергии. Автоматизация сбора и обработки информации для учета электроэнергии существенно облегчает труд человека. Применяемые на промышленных предприятиях автоматизированные системы учета электроэнергии выполняют данную функцию, но иногда, данные, получаемые с таких систем необходимо дополнительно обработать, тогда это можно сделать с помощью ЭВМ, подключаемой к системам учета электроэнергии. При этом возникает необходимость в программном обеспечении для организации связи между ЭВМ и системой учета. Поэтому была поставлена и реализована задача разработки программных модулей устанавливающих такую связь, с возможностью применения в любой программе с полной инкапсуляцией свойств и методов. Далее было необходимо произвести испытание и опробование класс-модулей. Решение этой задачи было реализовано путем соединения двух компьютеров через нуль-модемный кабель. Одна из ЭВМ имитировала систему учета электроэнергии, а вторая ЭВМ выступала в роли приемника информации. Все сеансы связи прошли успешно, тестируемая информация была принята без потерь и ошибок. Опробование класс-модулей было произведено путем внедрения их в разработанную ранее автором программу «Прогнозирование». Программа производила прогнозирование максимальной получасовой активной мощности на очередной квартал, а в качестве исходных данных использовала предысторию суточных измерений мощности, как минимум, за 6 кварталов. Существенным недостатком программы было то, что всю необходимую информацию приходилось вводить вручную. Внедренные же программные модули позволили автоматически принимать данные с системы учета без участия человека, и получать прогноз максимальной активной получасовой мощности на следующий квартал. Этот пример, наглядно, демонстрирует необходимость и важность данной программной разработки. Необходимо отметить, что созданные программные модули могут внедряться любыми программистами Visual Basic во вновь создаваемые ими проекты программ, а также в уже существующие.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СОСТАВОМ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

А.Э. Красовский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Анищенко*
Белорусский национальный технический университет

Алгоритм управления составом подстанции подразумевает анализ входных параметров, которые определяются посредством измерений. Любые измерения неизбежно связаны с погрешностями. Погрешности измеренных переменных, используемые в аналитических выражениях, влияют на точность управления.

Выражение для расчета среднеквадратичной погрешности функции f имеет вид

$$\sigma_f = \sqrt{\sum_i \left(\frac{\partial f}{\partial y_i} \right)^2 \cdot \sigma_i^2}, \quad (1)$$

где $\frac{\partial f}{\partial y_i}$ – частная производная аргумента f по независимой переменной y_i ; σ_i^2 – дисперсия погрешностей результатов измерений независимой переменной y_i .

Дисперсия разброса результатов измерений относительно неизвестного истинного значения определяется по выражению

$$\sigma_i^2 = \left(\frac{1}{p} \cdot \alpha \cdot A_{\max} \right)^2, \quad (2)$$

где p – квантиль, характеризующая уровень значимости случайных ошибок; α – показатель, характеризующий в относительных единицах нормированную точность измерения; A_{\max} –

диапазон измерений (максимальное значение измеряемой величины, на которую рассчитан датчик).

Для выбора оптимального состава подстанции необходимо определить приведенные потери активной мощности, которые зависят от активной и реактивной нагрузки трансформатора, отклонений параметров питающего напряжения от номинальных значений, отклонений температур обмоток от расчетных значений. Необходимые для системы управления данные могут быть получены непосредственно от измерительных устройств или определяться по характерному для данного момента времени графику нагрузки.

Зависимость приведенных потерь от основных влияющих факторов (активной и реактивной нагрузки трансформатора) определяется формулой

$$\Delta P = \Delta P_X + \Delta P_K \cdot \frac{\bar{P}^2 + \bar{Q}^2}{S_{HT}^2}, \quad (3)$$

Среднеквадратичная погрешность определения приведенных потерь по (3)

$$\sigma_{\Delta P} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \bar{P} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_P^2 + \left(\frac{2 \cdot \bar{Q} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_Q^2}, \quad (4)$$

где ΔP_X , ΔP_K – соответственно приведенные потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора; S_{HT}^2 – его номинальная мощность; \bar{P} , \bar{Q} – соответственно результаты измерений активной и реактивной нагрузок трансформатора; σ_P^2 , σ_Q^2 – дисперсии погрешностей результатов измерений нагрузок.

При определении значения необходимой величины по измерительному прибору дисперсия погрешностей результатов измерений определяется по выражению (2), а при определении по характерному графику зависит от точности графика нагрузок.

Таким образом, оценив возможные способы ввода исходных данных с учетом требуемой точности, можно определить необходимый объем и состав измерительной информации, вводимой в систему управления.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КВАЗИУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОАГРЕГАТА НА ОСНОВЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА

Ю.В. Макоско

Научный руководитель – к.т.н., доцент *М.М. Олешкевич*
Белорусский национальный технический университет

Неравномерность и непостоянство ветрового потока как носителя энергии определяют трудности, возникающие при работе ветроагрегата, а также особенности режимов работы электрогенераторов ветроэлектрических установок. По этим причинам практически все выпускаемые серийно ветроэлектрические установки снабжаются асинхронным генератором с короткозамкнутым ротором. Такой асинхронный генератор обладает простотой конструкции, надежностью, относительно невысокой стоимостью, а также отсутствием проблем синхронизации с энергосистемой. В настоящее время достаточно широко исследованы пусковые режимы ветроэлектрических установок с асинхронным генератором, однако квазиустановившиеся режимы, являющиеся основными рабочими режимами ветроэлектрических установок, все еще требуют дальнейшего изучения.

В работе [1] была получена математическая модель системного ветроагрегата средней мощности (55 – 400 кВт) на основе асинхронного генератора. Математическая модель описывает ветродвигатель, асинхронный генератор, батарею конденсаторов, линию–связи с энергосистемой и представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Однако выявить степень влияния параметров генератора и коэффициентов порывистости