

1. Модель обучения в сетевых образовательных системах независимо от способов построения и видов требует наличия в каждой модели трех ее качественных частей: синтаксической, семантической, прагматической.

2. Отсутствие какой либо из трех упомянутых частей говорит о неполном построении данной модели.

Список литературы

1. Информатика / под ред. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 768 с.
 2. Цветков В.Я. Семиотический подход к построению моделей данных в автоматизированных информационных системах // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – №5. – С. 142-145.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ СЕНСОРНОСТИ УЗЛОВ ЭЭС НА ОСНОВАНИИ РАЗЛОЖЕНИЯ МАТРИЦЫ ЯКОБИ

Баранов И.Л., Чемборисова Н.Ш.

НИУ МЭИ, Москва, e-mail: baranovil@mail.ru

Одной из важных задач при построении энергосистемы с активно-адаптивной сетью является оптимизация расстановки устройств

автоматического управления режимом. При этом размещение такого оборудования может оказывать влияние не только на параметры, изменение которых играет ключевую роль (снижение потерь или повышение устойчивости), но и на совокупность всех прочих параметров, таких, как качество электроэнергии.

Современные электрические сети со сложной замкнутой структурой характеризуются значительной неоднородностью [1], приводящей к разделению узлов на жесткие и сенсорные.

Высокая сенсорность узла связана, прежде всего, с высокой вероятностью выхода значения напряжения из нормативного диапазона, регламентированного для всех номинальных напряжений электрических сетей (таблица).

Анализ жесткости узлов ЭЭС применим при решении задач, связанных с:

- контролем установившихся отклонений напряжения на шинах ПС;
- расстановкой устройств FACTS или других устройств регулирования режимов;
- определением запаса устойчивости слабых связей;
- оперативным контролем надежности;
- определением пунктов контроля ПКЭ.

Контролируемые параметры при мониторинге режимов ЭЭС и требования к субъектам

Субъекты Цель расчета	Системный оператор (СО)	Электрические станции (генерация)	Магистральные сети ЕНЭС	Сети 110-220 (330 ¹) кВ, отнесенные к ЕНЭС	СЭС общего назначения (МРСК, сбыт)
Контроль установившихся отклонений напряжения dU	[2]п.32.42; [3]п5.1.22-ЭМ; [4]п5.2.2.4	[3]п5.2.2-ЭМ; [3]п5.1.22 – ЭМ	[3]п.5.11.17-ОП; [9]п.1.1-РОиН; [4]п5.2.2.4; [4]п5.2.2.4-СК	[3]п5.6.2-БК; [3]п5.11.17-ОП; [4]п5.2.2.4	[10]п.5.1-5.3- КЭ; [3]п5.2.2-ЭД; [4]п5.2
Обеспечение качества электроэнергии (кроме dU)	[5]ст.14.п.1; [6]п.32.42; [11]п5.6.6-БК; [11]-Ч	[3]п5.1.26 – ЭМ	[10]	[10]; [7]	[10]; [7]
Определение статической устойчивости ЭЭС, в т.ч. нагрузки и генераторов	[6]п.42; [2]п3.2; [8]гл.8- СМ; [8]п7-СМС; [5]ст.14 п.1	–	[6]п2.6, п2.7-НР; [6]п3.4-ПР; [12]п.5.19-ПР; [8]п7 – СМС; [8]п9- РСЭС	[6]п2.6,п2.7-НР; [6]п3.4-ПР; [8]п6.1-ЭМ	[12]

Примечания:

¹ – сети 330 кВ приравниваются к распределительным сетям в случае питания с их шин нагрузки потребителей [8].

Условные обозначения: ЭМ – электрические машины; СК – синхронные компенсаторы; Ч – частота электрической сети $f = 50$ Гц; СМ – синхронные машины; ЭД – электрические двигатели; ОП – оперативные переключения; СМС – слабая межсистемная связь; БК – батареи конденсаторов; НР – нормальный установившийся режим; ПР – послеаварийный режим; КЭ – качество электрической энергии.

Модуль и фаза напряжения сенсорных узлов сильно зависят от внешних возмущений и колебаний нагрузки, жесткие узлы способствуют повышению пропускной способности присоединенных связей.

Наиболее общий метод оценки жесткости узлов основан на сингулярном анализе обратной матрицы Якоби J^{-1} , записанной в форме баланса мощностей в полярной системе координат и связывающей изменения фаз

$\Delta\delta$ и модулей ΔU напряжений с изменениями перетоков активных ΔP_i и реактивных ΔQ_i мощностей:

$$\begin{cases} \Delta\delta_i = J_i^{-1} \Delta P_i \\ \Delta U_i = J_{n/2+i}^{-1} \Delta Q_i \end{cases}, \quad (1)$$

где

$$J_i^{-1} = \sum_{j=2}^n \frac{w_{ij} v_{ij}^T}{\sigma_{ij}}, \quad (2)$$

или в матричной форме:

$$\mathbf{J}^{-1} = \mathbf{W}\Sigma\mathbf{V}^T. \quad (3)$$

Для получения матрицы коэффициентов пропорциональности \mathbf{J}^{-1} размерностью $(n \times n)$, где n – число рассматриваемых узлов, производится её разложение на матрицы $\mathbf{W}\Sigma\mathbf{V}^T$, где элементы j -х столбцов \mathbf{W} и \mathbf{V} являются соответственно j -м левым и j -м правым собственными векторами, а Σ – диагональная матрица сингулярных значений σ_{ij} , определяемых ПК *Mathcad*[13] функцией *svds(J)*. Функция *svd(J)* позволяет получить матрицу сингулярного разложения размерностью $(2n \times n)$, разделение которой функцией *submatrix* на верхнюю и нижнюю размерю $(n \times n)$ дает матрицы элементов \mathbf{W} и \mathbf{V} соответственно.

Для получения оценок жесткости узлов записывается вектор сумм (2) по всем строкам исходной матрицы Якоби. Первые $n/2$ значений определяют чувствительность фаз, вторые $n/2$ значений – модулей напряжений в узлах сети. Некоторые слагаемые ряда значительно превосходят остальные и поэтому являются определяющими. Однако, они не всегда соответствуют наименьшим сингулярным значениям, и поэтому ряд (2) целесообразно представлять в виде (4):

$$J_i^{-1} = \left[\sum_{j=1}^n \frac{v_{ij} w_{ij}^T}{\sigma_{jj}} \right]. \quad (4)$$

Получение разложения полной матрицы Якоби для сети большой размерности может потребовать значительное время. Поэтому существуют пути упрощения матрицы Якоби:

– Уменьшение размерности матрицы за счет её блочного преобразования[14]:

$$\mathbf{J}_R = \frac{\partial Q}{\partial U} - \frac{\partial Q}{\partial \delta} \left(\frac{\partial P}{\partial \delta} \right)^{-1} \frac{\partial P}{\partial U}. \quad (5)$$

– Блочная диагонализация матрицы Якоби [1]. Проведенные расчеты показали, что:

1. Максимальные слагаемые сингулярного разложения не соответствуют наименьшим сингулярным значениям матрицы Якоби.

2. Преобразование матрицы (5) дало результаты, аналогичные результатам с использованием полной матрицы Якоби.

3. Блочная диагонализация не всегда позволяет достоверно выявить чувствительность модулей напряжений, однако оценки сенсорности по углам напряжений совпадают с методами на основании полной и приведенной матрицы Якоби.

4. Дальнейшее упрощение матрицы Якоби до чисто диагонального вида не позволяет адекватно ранжировать узлы по степени их жесткости.

Список литературы

1. Войтов О.Н., Воропай Н.И., Гамм А.З. и др. – Анализ неоднородностей электроэнергетических систем. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 256 с.

2. Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике (в ред. Постановлений Правительства РФ от 06.05.2006 №273, от 31.08.2006 №530, от 16.02.2008 №86).

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утв. приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. №229.

4. Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем ОАО РАО «ЕЭС России», 2005.

5. ФЗ об электроэнергетике (от 26.03.2003, ред. 19.07.2011).

6. МУ по устойчивости энергосистем: утв. Приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 277.

7. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная.

8. РД 34.20.578-79 Методические указания по устойчивости энергосистем. Часть II.

9. РД 153-34.3-20.670-97 Методические указания по применению неполнофазных режимов работы основного электрооборудования электроустановок 330-1150 кВ. Введен в действие с 01.02.99 г.

10. РД 153-34.0-15.501-00 Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах энергоснабжения общего назначения.

11. СО 153-34.20.118-2003 Методические указания по проектированию и развитию энергосистем: утв. приказом Минэнерго России от 30.06.03 № 281.

12. Железко Ю.С. Потери электроэнергии в электрических сетях, зависящие от погодных условий // Электрические станции. – 2004, №11. С.42-48.

13. http://www.radiomaster.ru/cad/mc12/glava_08/index14.php.

14. Gao B., Morison G.K., Kundur P. – Voltage stability evaluation using modal analysis. – Transactions on Power Systems. – Vol. 7, № 4. November 1992.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

Боркочев Б.М., Салиева К.Т.

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек,
e-mail: bakutb2008@rambler.ru

Основная задача инженерного образования в современных условиях является обеспечение гарантированного уровня подготовки инженеров, соответствующего требованиям современной мировой экономики и международным стандартам, в том числе инженеров, способных адаптироваться к рыночной экономике. Анализ профессиональной деятельности специалистов химической, пищевой промышленности показал, что для инженера основным видом профессиональной деятельности является организация и управление химико-технологическими процессами производства, физико-химический анализ качества химических и пищевых продуктов, что позволяет нам утверждать, что ведущей в структуре профессиональной компетентности данных специалистов являются химические компетенции, которые составляет основу профессиональной компетентности инженера. Химические знания составляют основу современной науки и техники, химические методы широко используются в химической и пищевой промышленности, сельского хозяйства, медицины и фармации.

Изучение общей химии происходит на младших курсах в сложный период адаптации бывше-