

КОРРЕКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ПО ДАННЫМ ТЕКУЩЕГО РЕЖИМА ЭЭС

ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

О.В. Захаркин, Е.Ю. Ивахненко

В статье рассматривается методика коррекции параметров внешнего эквивалента расчетной схемы по данным текущего режима района управления.

Одной из задач координирующей системы противоаварийной автоматики (КСПА) ОЭС Сибири является формирование внешних эквивалентов системы для районов управления (РУ), в АДВ которых при выборе управляющих воздействий используется алгоритм I-ДО. Расчет параметров внешних эквивалентов выполняется в условиях полной расчетной схемы, отвечающей моменту времени t^0 . При определении параметров внешних эквивалентов в полной схеме выделяется участок сети, соответствующий рассматриваемому району управления, и его узлы примыкания к остальной части системы (рисунок 1).

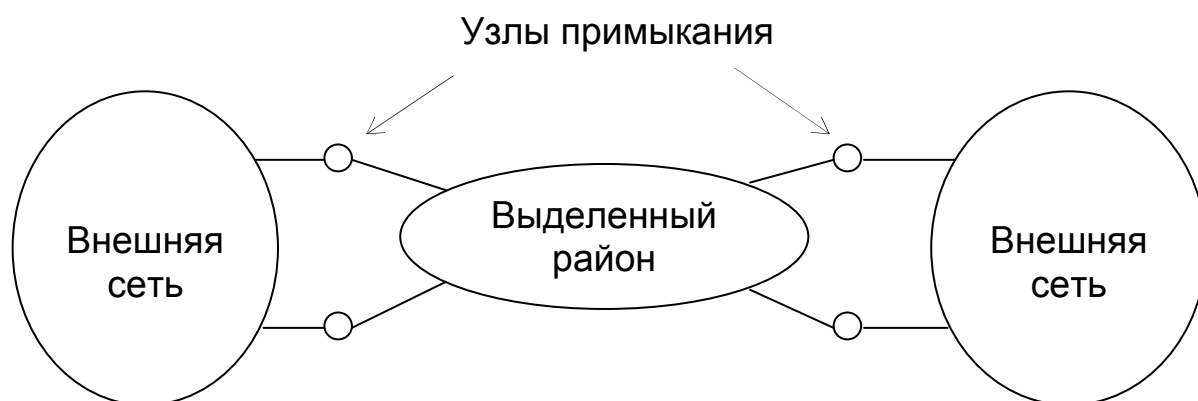


Рисунок – 1

Каждый узел примыкания в условиях полной расчетной схемы может быть представлен в следующем виде (рисунок 2):

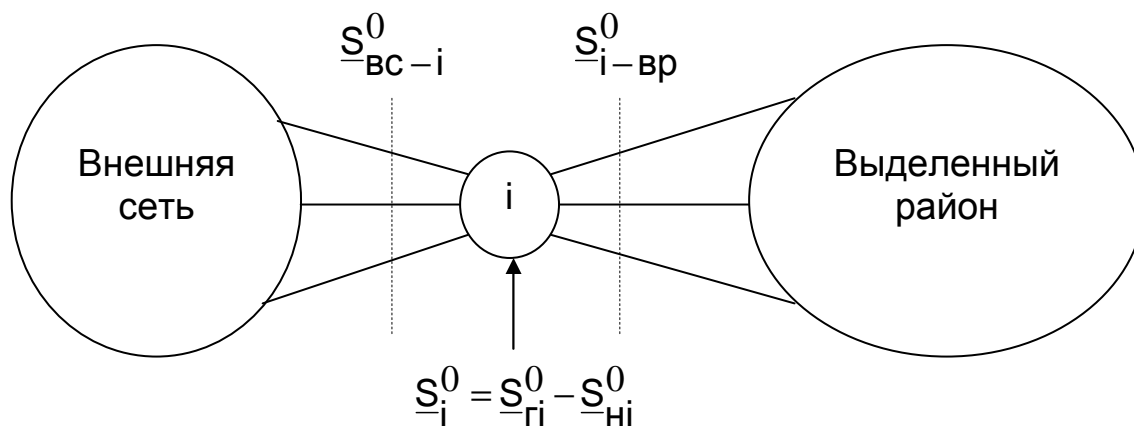


Рисунок – 2

Баланс мощности в узле примыкания описывается выражением:

$$\underline{S}_i^0 = \underline{S}_{\text{вс}-i}^0 + \underline{S}_{i-\text{вр}}^0, \quad i \in M_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где: \underline{S}_i^0 – собственная задающая мощность узла примыкания, $\underline{S}_{\text{вс}-i}^0$ – переток мощности между узлом примыкания и внешней сетью, $\underline{S}_{i-\text{вр}}^0$ – переток мощности между узлом примыкания и выделенным районом управления, $M_{\text{пр}}$ – множество узлов примыкания. Здесь верхний индекс содержит символ «0», обозначающий, что параметры эквивалента соответствуют моменту времени t^0 .

Определение параметров внешних эквивалентов производится путем поузлового сворачивания схемы внешней сети относительно узлов примыкания по алгоритму Гаусса. При исключении каждого узла производится коррекция диагональных и недиагональных элементов матрицы проводимостей, а также задающих токов связанных с ним узлов [1]. Задающие токи узлов разделены на задающий ток генератора и задающий ток нагрузки, представленный в виде трех составляющих, соответствующих постоянству мощности, постоянству тока и постоянству проводимости. Дополнительные шунты в узлах пересчитываются в добавки к задающим токам, соответствующим постоянству проводимости. По напряжению узла составляющие задающих токов переводятся в составляющие задающих мощностей. Такой алгоритм эквивалентирования обеспечивает соответствие генераторной и нагрузочной мощности эквивалента суммарной генераторной и нагрузочной мощности узлов исключаемой части схемы.

После завершения процесса эквивалентирования в каждом узле примыкания формируется эквивалент в виде задающей мощности с составляющими ($i \in M_{\text{пр}}$):

$$\underline{S}_i^{\text{Э}0} = \underline{S}_{\text{Г}i}^{\text{Э}0} - \underline{S}_{\text{Н}i}^{\text{Э}S0} + \underline{S}_{\text{Н}i}^{\text{Э}I0} + \underline{S}_{\text{Н}i}^{\text{Э}Y0}. \quad (2)$$

Между узлами примыкания появляются эквивалентные связи с проводимостями $\underline{Y}_{ij}^{\text{Э}0}$; $i, j \in M_{\text{пр}}$.

По составляющим мощности нагрузки рассчитываются номинальные мощности и коэффициенты эквивалентных статических характеристик узла примыкания ($i \in M_{\text{пр}}$):

$$P_{\text{Н}i}^{\text{Эном}0} = P_{\text{Н}i}^{\text{Э}S0} + P_{\text{Н}i}^{\text{Э}I0} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right) + P_{\text{Н}i}^{\text{Э}Y0} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right)^2,$$

$$Q_{Hi}^{\text{Эном}0} = Q_{Hi}^{\text{Эс}0} + Q_{Hi}^{\text{Эл}0} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right) + Q_H^{\text{Э}Y0} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right)^2,$$

$$a_{1i}^{\text{Э}0} = \frac{P_{Hi}^{\text{Эл}0}}{P_{Hi}^{\text{Эном}0}} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right), \quad a_{2i}^{\text{Э}0} = \frac{P_{Hi}^{\text{Э}Y0}}{P_{Hi}^{\text{Эном}0}} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right)^2, \quad a_{0i}^{\text{Э}0} = 1 - a_{1i}^{\text{Э}0} - a_{2i}^{\text{Э}0},$$

$$b_{1i}^{\text{Э}0} = \frac{Q_{Hi}^{\text{Эл}0}}{Q_{Hi}^{\text{Эном}0}} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right), \quad b_{2i}^{\text{Э}0} = \frac{Q_{Hi}^{\text{Э}Y0}}{Q_{Hi}^{\text{Эном}0}} \cdot \left(\frac{U_i^{\text{НОМ}}}{U_i^0} \right)^2, \quad b_{0i}^{\text{Э}0} = 1 - b_{1i}^{\text{Э}0} - b_{2i}^{\text{Э}0}.$$

Таким образом, эквивалент в узле примыкания имеет следующий вид (рисунок 3):

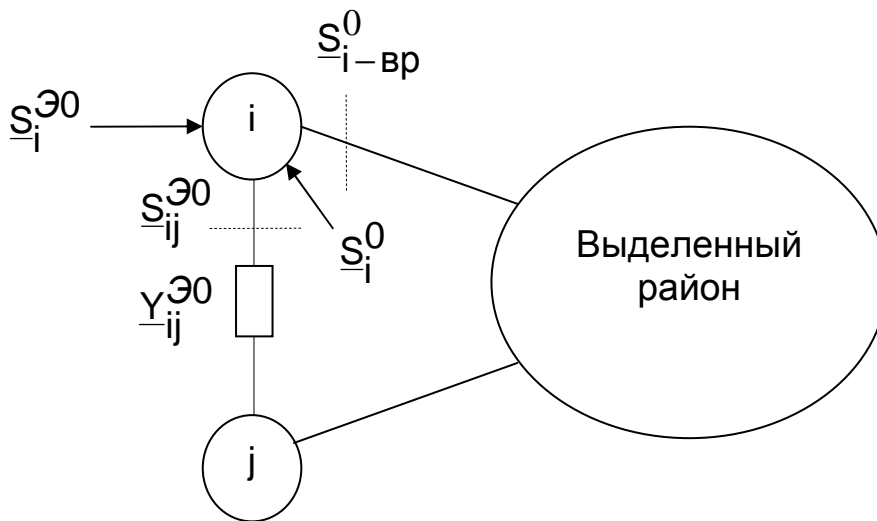


Рисунок – 3

После эквивалентирования внешней части схемы сети для момента времени t^0 в i -ом узле примыкания расчетной схемы района управления баланс мощности будет описывается выражением:

$$S_i^0 + S_i^{\text{Э}0} = S_{i-\text{вр}}^0 + S_{ij}^{\text{Э}0}, \quad i, j \in m_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где: $S_{ij}^{\text{Э}0} = U_i^0 \cdot \sum U_j^0 \cdot Y_{ij}^{\text{Э}0}$ – перетоки мощности по эквивалентным связям, $m_{\text{пр}}$ – множество узлов примыкания, связанных с i -ым узлом.

Определенные в КСПА параметры внешних эквивалентов ($S_i^{\text{Э}0}$, $Y_{ij}^{\text{Э}0}$, $j \in m_{\text{пр}}$) передаются в региональные центры управления, где

используются при формировании математических моделей районов управления.

Математическая модель РУ состоит из двух наборов данных:

- расчетной схемы сети, содержащей внутренние узлы и узлы примыкания с собственными задающими мощностями,
- внешних эквивалентов, содержащих эквивалентные задающие мощности в узлах примыкания и эквивалентные связи между этими узлами.

Текущий режим расчетной схемы РУ выставляется по данным ТИ и ТС системы сбора и передачи информации этого района и соответствует моменту времени t^* . Параметры внешних эквивалентов определяются по данным ОИК ОДУ и соответствуют моменту времени t^0 .

При значительном расхождении времени обработки данных блоком дорасчета режима расчетной схемы РУ и блоком эквивалентирования КСПА появляется "временная" погрешность в параметрах внешних эквивалентов к расчетным схемам РУ. В результате этой погрешности нарушится баланс мощностей в узлах примыкания эквивалентов, что приведёт к искажению текущего режима системы, отображаемого на математической модели РУ. Существенные искажения текущего режима могут сопровождаться неправильной дозировкой управляющих воздействий, рассчитываемых в АДВ РУ.

"Временная" погрешность в параметрах внешних эквивалентов может быть разделена на две составляющие: "схемная" погрешность, возникающая из-за изменений схемы сети в эквивалентируемой части системы, и "режимная" погрешность, появляющаяся из-за изменения генерации и потребления в эквивалентируемой части системы. Схемные изменения отражаются на параметрах, как эквивалентных узлов, так и эквивалентных связей. Режимные изменения отражаются на параметрах эквивалентных узлов. Серьезные изменения схемы сети эквивалентируемой части системы вне цикла эквивалентирования маловероятны и учесть их невозможно. Поэтому приходится идти на сохранение параметров эквивалентных связей вне цикла получения эквивалентов. Некоторая компенсация "схемной" погрешности может быть получена за счет коррекции параметров эквивалентных узлов, направленной на сохранение баланса мощностей в расчетной схеме района управления, соответствующего дорассчитанному текущему режиму. На основе такой коррекции одновременно может быть получена компенсация "режимной" погрешности.

Методика предлагаемой коррекции параметров эквивалентов по данным текущего режима состоит в следующем.

Имеются параметры текущего режима узлов примыкания РУ, определенные программой дорасчёта – $U_i^*, \delta_i^*, i \in M_{пр}$, и перетоки

мощности в текущем режиме по связям внутренних узлов расчётной схемы с узлами её примыкания – $P_{ik}^*, Q_{ik}^*, i \in M_{пр}, k \in M_{пу}$ (здесь $M_{пу}$ – множество внутренних узлов РУ). На основе этих данных для каждого узла примыкания могут быть найдены суммарные перетоки мощности по связям от внутренних узлов расчётной схемы к узлам примыкания $S_{i-вр}^*$.

Кроме того, имеются параметры эквивалентов в узлах примыкания, определенные при параметрах предшествующего режима – $U_i^0, \delta_i^0, i \in M_{пр}$.

При новых значениях параметров текущего режима, на основании баланса мощностей в узле примыкания (3), задающие мощности узлов примыкания для сохранения режима сети расчётной схемы должны быть равны ($i \in M_{пр}$):

$$S_i^{\mathcal{E}*} = S_{i-вр}^* + S_{ij}^{\mathcal{E}*} - S_j^*, \quad i, j \in m_{пр}, \quad (4)$$

где: $S_{ij}^{\mathcal{E}*} = U_i \cdot \sum U_j^* \cdot Y_{ij}^{\mathcal{E}0}$ – перетоки мощности по эквивалентным связям для момента времени t^* .

При этих значениях задающих мощностей обеспечивается баланс мощности узлов примыкания в новом текущем режиме со старыми параметрами эквивалентных связей.

По отношению к предшествующему режиму задающие мощности должны измениться на величину:

$$\Delta S_i^{\mathcal{E}*} = S_i^{\mathcal{E}*} - S_i^{\mathcal{E}0}, \quad i \in M_{пр}. \quad (5)$$

Эта добавка может быть как положительной, так и отрицательной по величине. При положительной величине добавки задающую мощность эквивалента из предшествующего режима следует увеличить, при отрицательной – уменьшить.

Увеличение задающей мощности узла можно произвести за счёт повышения мощности эквивалентного генератора или за счёт снижения мощности эквивалентной нагрузки. Уменьшение задающей мощности – за счёт снижения мощности эквивалентного генератора или повышения мощности эквивалентной нагрузки.

Другой путь – вводить добавку в ту составляющую задающей мощности, которая больше по величине, то есть использовать условия ($i \in M_{пр}$):

$$\text{при } P_{гi}^{\mathcal{E}0} > P_{нi}^{\mathcal{E}0} \rightarrow S_{гi}^{\mathcal{E}*} = S_{гi}^{\mathcal{E}0} + \Delta S_i^{\mathcal{E}*}, \quad (6)$$

$$\text{при } P_{гi}^{\mathcal{E}0} < P_{нi}^{\mathcal{E}0} \rightarrow S_{нi}^{\mathcal{E}*} = S_{нi}^{\mathcal{E}0} - \Delta S_i^{\mathcal{E}*}. \quad (7)$$

При введении добавки в задающую мощность эквивалентной нагрузки осуществляется пересчет её номинальных мощностей при сохранении значений коэффициентов статических характеристик по напряжению ($i \in M_{\text{пр}}$):

$$P_{\text{Hi}}^{\text{Эном}^*} = \frac{P_{\text{Hi}}^{\text{Эном0}} - \Delta P_i^{\text{Э}^*}}{a_{0i}^{\text{Э0}} + a_{1i}^{\text{Э0}} \cdot \left(\frac{U_i^*}{U_i^{\text{НОМ}}} \right) + a_{2i}^{\text{Э0}} \cdot \left(\frac{U_i^*}{U_i^{\text{НОМ}}} \right)^2}, \quad (8)$$

$$Q_{\text{Hi}}^{\text{Эном}^*} = \frac{Q_{\text{Hi}}^{\text{Эном0}} - \Delta Q_i^{\text{Э}^*}}{b_{0i}^{\text{Э0}} + b_{1i}^{\text{Э0}} \cdot \left(\frac{U_i^*}{U_i^{\text{НОМ}}} \right) + b_{2i}^{\text{Э0}} \cdot \left(\frac{U_i^*}{U_i^{\text{НОМ}}} \right)^2}. \quad (9)$$

Вывод. Предложена методика коррекции параметров внешнего эквивалента расчетной схемы по данным текущего режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаркин О.В. Ивахненко Е.Ю. Особенности эквивалентирования электрической схемы ЭЭС при формировании математических моделей районов управления. – см. статью в настоящем сборнике.

Контактная информация

Захаркин Олег Владимирович, к.т.н., заведующий научно-исследовательской лабораторией ЗАО «ИАЭС»
630132, Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1.
Тел. (383)-363-02-65

Ивахненко Елена Юрьевна, н.с. научно-исследовательской лаборатории ЗАО «ИАЭС»
630132, Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1.
Тел. (383)-363-02-65, сот. 214-01-91
eyi@iaes.ru