

Билет 4

Формулировка задачи выбора состава включенного генерирующего оборудования(ВСВГО). Нарушение условий индивидуальной рациональности в задаче с бинарными переменными, моделирующими состояние оборудования

Выбор состава генерирующего оборудования оказывает определяющее влияние на ценообразование в конкурентном рынке электроэнергии. Это продиктовано особенностями производства электроэнергии на современных электростанциях и вытекающими из этих особенностей процедурами планирования. Длительность цикла краткосрочного планирования составляет сутки. На предстоящие сутки оператор зоны централизованного управления, исходя из прогнозируемых условий почасового потребления, должен запланировать мощность электростанций, которые будут нести нагрузку для покрытия прогнозируемого потребления, а также будут находиться в резерве. Определяет состав работающего оборудования. Включение/выключение блоков может занимать некоторое число времени и нести издержки

Процесс краткосрочного планирования в Единой энергосистеме (ЕЭС) можно разделить на три этапа. Обозначим через X операционные сутки, в течение которых происходит производство и поставка электроэнергии. На первом этапе, в сутки $X - 2$, при помощи формализованной процедуры ВСВГО системным оператором ЕЭС осуществляется планирование включения/отключения генераторов от сети. Далее, в сутки $X - 1$, производится аукцион ценовых заявок поставщиков и потребителей электроэнергии и определяется плановые графики работы генерирующего оборудования на сутки X . Плановый график работы корректируется на балансирующем рынке (БР) в сутки X каждые два часа.

Рассмотрим задачу ВСВГО с интервалами планирования $t = \overline{1, T}$. Обозначим, через $s_{ti}, s_{ti}^u, s_{ti}^d \in \{0, 1\}$ индикаторы работы пуска и остановки для генератора $i \in B$ в момент времени t , где B - множество генераторов в система. $p_{ti}^g \geq 0$ - производство мощности генератора i в момент времени t . В общем виде задача выбора состава оборудования может быть сформулирована как задача минимизации стоимости работы, пусков и остановки генерирующего оборудования.

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i \in B} \{s_{ti}^u \cdot \hat{C}_{ti}^u + s_{ti}^d \cdot \hat{C}_{ti}^d + GenCost(s_{ti}, p_{ti}^g)\} \rightarrow \min_{s_{ti}, s_{ti}^u, s_{ti}^d, p_{ti}^g} \quad (1)$$

s_{ti} - бинарные индикаторы (0,1) обозначающие включенное или нет состояние блока.

$\hat{C}_{ti}^u$ - стоимость пуска $\hat{C}_{ti}^d$ - стоимость остановки

В качестве критерия стоимости работы включенного генерирующего оборудования в задаче ВСВГО в настоящее время используется стоимость включенной мощности (стоимость электроэнергии плюс стоимость резерва, размещенного на включенных в сеть генераторах)

$$GenCost(s_{ti}, p_{ti}^g) = \hat{C}_t^i \cdot \hat{P}_{ti}^{max} \cdot s_{ti}, \quad t = \overline{1, T}, i \in B \quad (2)$$

Использование данного критерия позволяет минимизировать величину включенного резерва мощности в пределах задаваемого Системным оператором норматива.

При наличии Общесистемных ограничения баланса генерации и потребления с учетом потерь

в сети

$$\sum_{i \in B} p_{ti}^g = \hat{P}_t^c + LOSS_t(p_t^g), t = \overline{1, T}, i \in B \quad (3)$$

Ограничения на максимальные потоки мощности по линиям электропередачи

$$Flow_{tk}(p_t^g) \leq \hat{F}_{tk}^{max}, t = \overline{1, T}, k = \overline{1, N_t^{sec}} \quad (4)$$

где N_t^{sec} - общее число групп линий электропередачи и трансформаторов, по которым задаются ограничения максимального поток мощности. Так же по мимо общесистемных ограничений могут быть использованы следующие технологические ограничения:

- Индикатор пуска и остановки

$$s_{ti}^u = \min(0, s_{ti} - s_{t-1,i}), s_{ti}^d = \min(0, s_{t-1,i} - s_{t,i}), t = \overline{1, T}, i \in B \quad (5)$$

- Диапазон работы включенных генераторов.

$$s_{ti} \hat{P}_{ti}^{min} \leq p_{ti}^g \leq s_{ti} \hat{P}_{ti}^{max}, t = \overline{1, T}, i \in B \quad (6)$$

- Минимальное число генераторов во включенном состоянии

$$\sum_{i \in B_k} s_{ti} \geq \hat{M}_{tk}^{on} - w_{tk}^{on}, t = \overline{1, T} \quad (7)$$

- Минимальное и максимальное производство мощности

$$\hat{P}_t^{gmin} \leq \sum_{i \in B_k} p_{ti}^g \leq s_{ti} \hat{P}_{tk}^{gmax} \quad (8)$$