ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ГЕНЕРАЦИИ

@ Я.Ю. Малькова
yamalkova96@gmail.com

УДК 517.977

DOI: 10.33184/mnkuomsh2t-2021-10-06.89.

Декарбонизация в электроэнергетике предполагает ввод в эксплуатацию объектов на основе возобновляемых источников энергии, в том числе совместно с системами накопления энергии, например, водородными. Оптимальность установки объекта генерации с теми или иными параметрами возможно определить по значению целевой функции. В статье приведена формульная запись целевой функции в контексте обозначенной задачи, а также пояснение используемых переменных.

Ключевые слова: оптимизационная задача, возобновляемая генерация, водородные накопители, целевая функция, переменные, весовые коэффициенты

Forming of the objective function for solving the optimization task of renewable generation placement

Decarbonization in the electric power industry is involved the penetration of facilities based on renewable energy sources, in particular, in association with the storage systems, for example, hydrogen. The optimality installation of the renewable generation with appropriate parameters can be determined by the value of the objective function. In the article is presented formula of the objective function in the context of this task and also an explanation of the used variables.

Keywords: optimization task, renewable generation, hydrogen storage systems, objective function, variables, weight coefficients

Тенденцией развития современной экономики является оценка предприятиями углеродного следа единицы производимой ими продукции, а также принятие и проведение совокупности мероприятий по уменьшению величины данного следа, что, в свою очередь, имеет место в контексте следования глобальной цели перехода к углеродной нейтральности.

В электроэнергетической отрасли к мероприятиям по декарбонизации относится следующее:

– повышение энергетической эффективности уже существующих объектов традиционной генерации, например, тепловых электростанций, в

Малькова Яна Юрьевна, магистрант, ТПУ (Томск, Россия); Yana Malkova (Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia)

качестве источника энергии на которых выступают углеводородные топливные ресурсы;

- обеспечение растущего спроса на электроэнергию (ожидаемый рост спроса в 2021 году составляет 4,6%, тем самым превышая величину спроса до осложнения эпидемиологической обстановки в 2019 году на 0,5% [1]) единичной установкой объектов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также в совокупности с водородными системами накопления энергии (так называемый "зеленый" водород).

Определить оптимальные параметры, в том числе, мощность и место подключения к энергосистеме, объекта ВИЭ с водородным накопителем представляется возможным по значению целевой функции. К переменным целевой функции в контексте обозначенной задачи относится следующее:

- суммарные потери активной и реактивной мощности на линиях связи исследуемой схемы;
- максимальное отклонение уровня напряжения от номинального значения среди всех узлов схемы;
- соотношение затрат на строительство и ввод в эксплуатацию 1 кВт установленной мощности объекта ВИЭ в соответствии с природой объекта (солнечные, ветряные, геотермальные электростанции и др.) и выгоды от сокращения суммарных потерь мощности ввиду уменьшения перетоков мощности от основной энергосистемы.

Приведем формульное представление целевой функции:

$$\begin{cases} F = a \cdot P^i + b \cdot Q^i + c \cdot U^i + d \cdot S^i, \\ P^i = \frac{dP'}{dP}, \\ Q^i = \frac{dQ'}{dQ}, \\ U^i = \frac{dU - dU'}{dU}, \\ S^i = d' \cdot s_1 \cdot P_{DG} + d'' \cdot s_2 \cdot dP', \end{cases}$$

где P^i – индекс суммарных потерь активной мощности, dP и dP' – суммарные потери активной мощности в исходной схеме и в схеме после установки объекта ВИЭ, Q^i – индекс суммарных потерь реактивной мощности, dQ и dQ' – суммарные потери реактивной мощности в исходной схеме и в схеме после установки объекта ВИЭ, U^i – индекс максимального отклонения уровня напряжения от номинального значения среди всех узлов схемы, dU и dU' – уровень напряжения узла в исходной схеме и в схеме после установки объекта ВИЭ, S^i – индекс экономической эффективности установки объекта ВИЭ, s_1 – стоимость 1 кВт установленной мощности выбранного типа объекта ВИЭ, P_{DG} – установленная мощность объекта ВИЭ, s_2 – стоимость 1 кВт потерь активной мощ-

ности на линиях связи исследуемой схемы, a , b , c , d , d' , d'' – весовые коэффициенты, причем $a + b + c + d \equiv 1$ и $d' + d'' \equiv 1$.

Таким образом, минимальное из возможных значений целевой функции в контексте обозначенной задачи определения оптимальных параметров объекта возобновляемой генерации и водородного накопителя при интеграции в энергосистему соответствует оптимальной установленной мощности и месту подключения нового ввода генерации. Непосредственный расчет целевой функции осуществляется в программной форме с применением одного из существующих оптимизационных алгоритмов, в частности, эвристической группы.

Литература

1. Global Energy Review 2021. Assessing the effects of economic recoveries on global energy demand and CO2 emissions in 2021. — International Energy Agency (IEA) Publications, April 2021, <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>.