

ceedings of the International conference on modern electrical and energy system (MEES-17) November 15 – 17, 2017. P.288-291.

4. Helmers H., Armbruster C., Ravenstein M., Derix D., Schöner C. 6-W Optical Power Link With Integrated Optical Data Transmission. IEEE Transactions on power electronics, VOL. 35, NO. 8, 2020. pp. 7904-7909.

5. Zaitsev Ie., Levytskyi A. Hybrid electro-optic capacitive sensors for the fault diagnostic system of power hydrogenerator. Clean Generators - Advances in Modeling of Hydro and Wind Generators / за ред. Dr. A. Ebrahimi. 185 p.: Intechopen, 2020, P. 25-42.

6. Information signals opto-electronic converter for hybrid electro-optical sensor for turbogenerator stator core pressing stabilization systems / Zaitsev I.O., Levytskyi A.S., Zhukynskyi I.M., Kromplyas B.A. / Measuring and computing devices in technological processes. 2017. № 4. pp. 31–37.

УДК 676.22.017

В. В. Кучанский, ст. науч. сотр., канд. техн. наук  
(Институт электродинамики НАН Украины, г. Киев)

### **АППРОКСИМАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Перспективное проектирование электрических систем заключается в обосновании схем развития сетей, выборе состава и параметров входящих в них объектов и сроков их сооружения [1-2]. Задача оптимизации схем сети заключается в обеспечении минимума затрат на строительство и эксплуатацию всех электросетевых объектов при соблюдении нормированных требований к качеству и надежности электроснабжения [3]. В качестве критерия оптимальности при решении задачи оптимизации развития электрической сети используют сумму динамических дисконтированных затрат по всем элементам сети вида:

$$Z_{\text{дс}} = \sum_t^T (B_t + K_t - L_t) / (1 + E)^t \quad (1)$$

где  $B_t = B_{\text{ет}} + B_{\text{арпт}} + B_{\text{кпт}}$ ,  $t$  - год фактического осуществления расходов;  $B_t, K_t$  - капиталовложения и ежегодные расходы в год  $t$  расчетного периода;  $E$  - норма дисконта ( $E = 0,1$ );  $T$  - продолжительность периода строительства с расходами изменяющимся за пределами которого капиталовложения не осуществляются и ежегодные расходы постоянные.

Условие оптимальности формулируется в виде минимума суммы динамических дисконтированных затратах по всем элементам сети:

$$Z^C = \sum_{i \in M} Z_i \quad (2)$$

где  $i$  - текущий индекс ветвей сети;  $M$  - множество допустимых ветвей.

В составе элементов сети различают линии электропередачи и трансформаторы. Каждый элемент характеризуется рядом параметров, (напряжение, сечение, мощность, количество трансформаторов подстанций). Указанные параметры являются дискретными, что вызывает существенные затруднения при решении данной задачи оптимизации. Все эти параметры могут быть представлены функциями потока мощности по ЛЭП или по трансформатору. Поэтому, при проектировании для сокращения размерности решаемой задачи целесообразно их исключить из числа независимых переменных. Для исключения может быть применен метод экономических интервалов, при использовании которого приведенные затраты  $i$ -й ветви электрической сети при передаче по ней потока мощности  $P$ ; записываются в виде:

$$Z_i(P_i) = \min[Z_{i1}(P_i), Z_{i2}(P_i), \dots, Z_{iv}(P_i), \dots, Z_{iV}(P_i)] \quad (3)$$

где  $V$  - общее количество вариантов технического исполнения первой ветви.

Расходы в линию электропередачи определяются по выражению:

$$Z_v = Z_{v0} l \quad (4)$$

где  $l$  - длина линии;  $Z_{v0}$  - приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию единицы длины линии заданного типа и напряжения.

Функция может быть представлена в виде:

$$Z_{v0} = a_{v0} + b_{v0} P^2 \quad (5)$$

где  $a_{v0}$ ,  $b_{v0}$  - коэффициенты параболы. Аналогичные функции могут быть записаны для всех  $= 1, 2, \dots, V$  допустимых сечений линий заданного типа и напряжения. Тогда согласно условию минимума расходов в линию функция оптимальных расходов в ЛЭП такова, что представляет собой нижнюю огибающую семейства парабол, каждая из которых построена для одного из допустимых сечений. Для существующих линий электропередачи постоянная часть расходов в процессе оптимизации не меняется и поэтому может быть исключена из целевой функции. Функция затрат в линию в этом случае проходит через начало координат. Аргумент функции оптимальных приведенных затрат - мощность линии, поэтому использование данной функции при оптимизации развития сети позволяет исключить пересечение линии из числа независимых переменных. В этом случае сечение может быть найдено по заданной мощности с помощью экономических интервалов. Аналогично ис-

ключается из состава независимых переменных число параллельных цепей ЛЭП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голованов, А.П. Об оптимизации режимов работы энергосистемы / А.П. Голованов // Электричество. – 1992. – № 12. – С. 10–14.
2. Хачатрян, В.С. Оптимизация режима большой электроэнергетической системы методом декомпозиции по активным мощностям электрических станций / В.С. Хачатрян, М.А. Мнацаканян, К.В. Хачатрян, С.Э. Григорян // Электричество. – 2008. – № 2. – С. 10–22.
3. Blinov I., Zaitsev I.O., Kuchanskyu V.V. Problems, methods and means of monitoring power losses in overhead transmission lines. Systems, Decision and Control in Energy I / за ред. V.P. Babak, V. Isaienko, A.O. Zaporozhets. 279: Springer, 2020, P. 123-136. DOI: 10.1007/978-3-030-48583-2\_8.

УДК 004.021

И.Е. Кремко, магистрант; И.Г. Сухорукова, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

#### **МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ**

Последние годы стало совершенно очевидно, что планирование потребностей нельзя ограничивать материалами и мощностями. Если руководство компании думает работать и дальше, то фирме требуются не только материалы и производственные мощности ей не обойтись без других служб: службы материально-технического снабжения, маркетинга, управления и бухгалтерского учета. Потребности в материалах не позволяют четко представить себе систему планирования, в которой учитывались бы все службы компании. Чтобы описать систему, охватывающую все ресурсы производственной компании, потребности в которых необходимо планировать, образовали новое словосочетание, а именно, планирование производственных ресурсов (ППР). Считается, что при наличии такой системы все подразделения компании могут работать в соответствии с одним и тем же планом.

Выделяют различные методы планирования для различных ресурсов.

- *MRP (Material Requirements Planning)* – методология планирования потребности в материальных/производственных ресурсах;
- *Closed Loop MRP* позволяет, при необходимости, динамически корректировать планы закупок.