

тойчивости, но и значениями напряжений в промежуточных точках сети. Поэтому выбор в электропередаче компенсирующих устройств – продольной компенсации и шунтирующих реакторов следует производить с учетом допустимых отклонений напряжений в линиях. Автором разработан алгоритм и программа выбора параметров компенсирующих устройств с учетом режима напряжений электропередач. Расчеты, проведенные по этой программе на ЭЦВМ, позволили определить необходимые значения емкостных сопротивлений продольной компенсации и проводимостей шунтирующих реакторов при различных дальностях электропередачи для заданных режимов напряжения и значений передаваемых мощностей.

### Л и т е р а т у р а

1. Поспелов Г.Е. Элементы технико-экономических расчетов систем электропередач. Минск, 1967.

Р.И. Запатрин

### УЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДАЛЬНЕЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧЕЙ

Присоединение энергетических систем к дальней электропередаче требует учитывать следующие важные показатели оценки качества электроэнергии: уровни напряжения в узловых точках линии электропередачи ( $U_i$ ), в том числе и места установки компенсирующих или настраивающих устройств; уровни напряжения на шинах приемных энергосистем ( $U_{cj}$ ) и стоимости передачи электрической энергии на шинах каждой приемной системы ( $C_{nj}$ ).

Это вытекает из необходимости оптимизации нормальных режимов дальних передач и промежуточных систем по требованиям постоянства  $U_{cj}$  и уменьшения  $C_{nj}$ .

Для связи указанных  $U_i$ ,  $U_{cj}$  с  $C_{nj}$  был проведен анализ зависимостей

$$\bar{U}_i = F(\bar{p}), \quad (1)$$

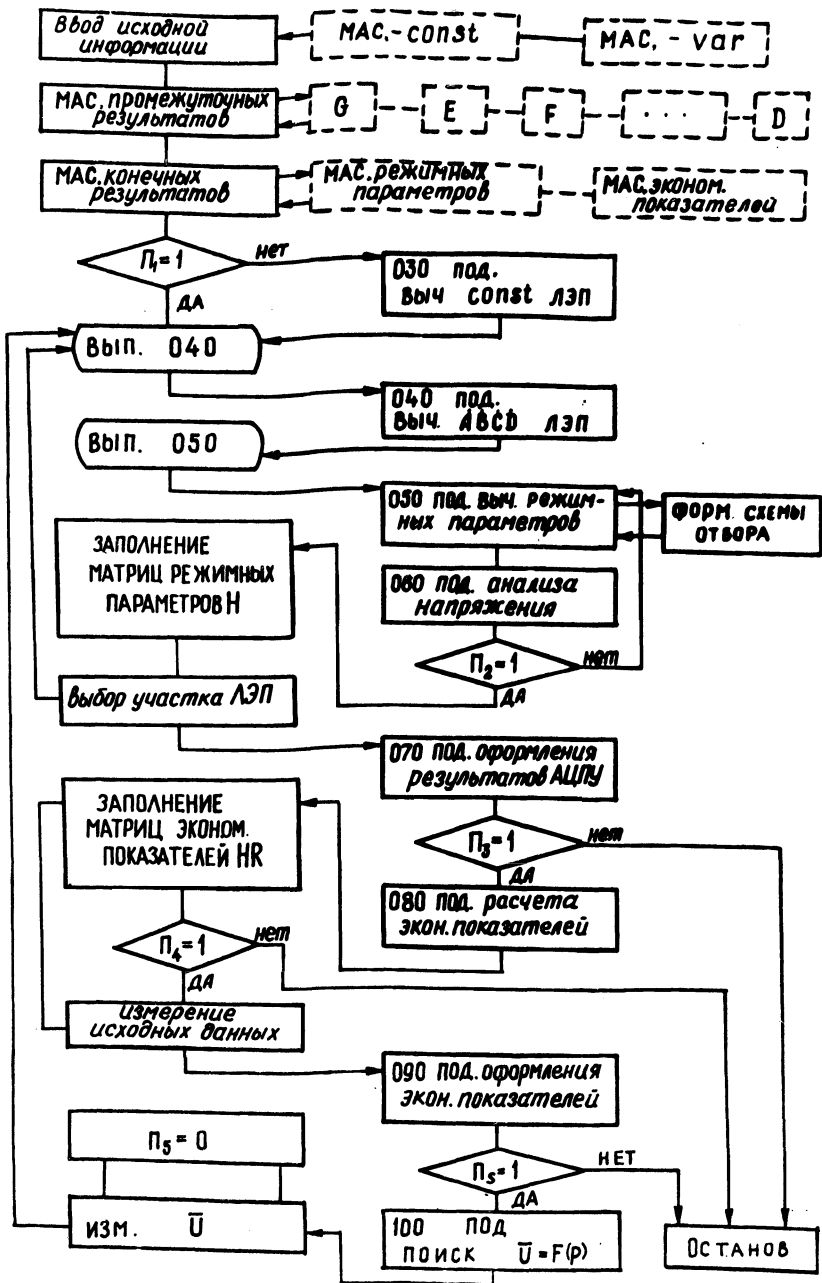


Рис. 1. Блок-схема расчета нормальных режимов и технико-экономических показателей на ЭЦВМ.

где  $\bar{U}_i = (U_H, U_1, \dots, U_n, U_K)$  - обобщенный параметр напряжения в линии;  $U_H, U_K$  - напряжения в начале и конце линии электропередачи;  $U_1^k, \dots, U_n^k$  - напряжения в промежуточных точках линии;  $\bar{p} = (p_1, \dots, p_n, p_K)$  - план распределения активных мощностей вдоль линии;  $p_K$  - мощность, передаваемая в конец линии (транзитная мощность);  $p_1, \dots, p_n$  - мощности промежуточных отборов.

Получено необходимое условие для оптимизации нормальных режимов

$$\Phi(\bar{U}^* - \bar{U}_i) = \min \quad (2)$$

с учетом следующих ограничений:

$$\left. \begin{aligned} U_i &\leq U_{\text{доп.в}}; \\ U_{\text{отб.}j} &\geq U_{\text{доп.н}}; \\ \Delta \bar{q} &\leq Q_i; \\ \delta_{\text{н.к}} &\in \Delta \delta_A, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $\bar{U}^* = (U_H^*, U_1^*, \dots, U_n^*, U_K^*)$  - определяемый по характеристикам магистральных передач закон распределения напряжения вдоль линии;  $U_{\text{доп.в}}$  - допустимый предел превышения напряжения вдоль линии (обычно принимаемый  $1,05 U_{\text{ном}}$ );  $U_{\text{отб.}}^{\text{доп.н}}$  - напряжение и допустимое снижение напряжения в точках отбора мощности;  $\Delta \bar{q} = (\Delta q_H, \Delta q_1, \dots, \Delta q_n, \Delta q_K)$  - дополнительные источники реактивной мощности (ИРМ) в контрольных точках передачи;  $\bar{Q}_i = (Q_H, Q_1, \dots, Q_n, Q_K)$  - предельные значения реактивных мощностей в узловых точках линии;  $\delta_{\text{н.к.}}, \Delta \delta_D$  - угол и диапазон углов между векторами напряжений начала и конца линии электропередачи.

Для выполнения расчетов и анализа зависимостей (1) и (2) с учетом ограничений (3) предлагается алгоритм программы для ЭЦВМ (рис. 1).

Программа, составленная по этому алгоритму, содержит во-первых, информационную систему, включающую массивы исходных данных и подготовку массивов для промежуточных и конечных результатов; во-вторых, библиотеку специальных

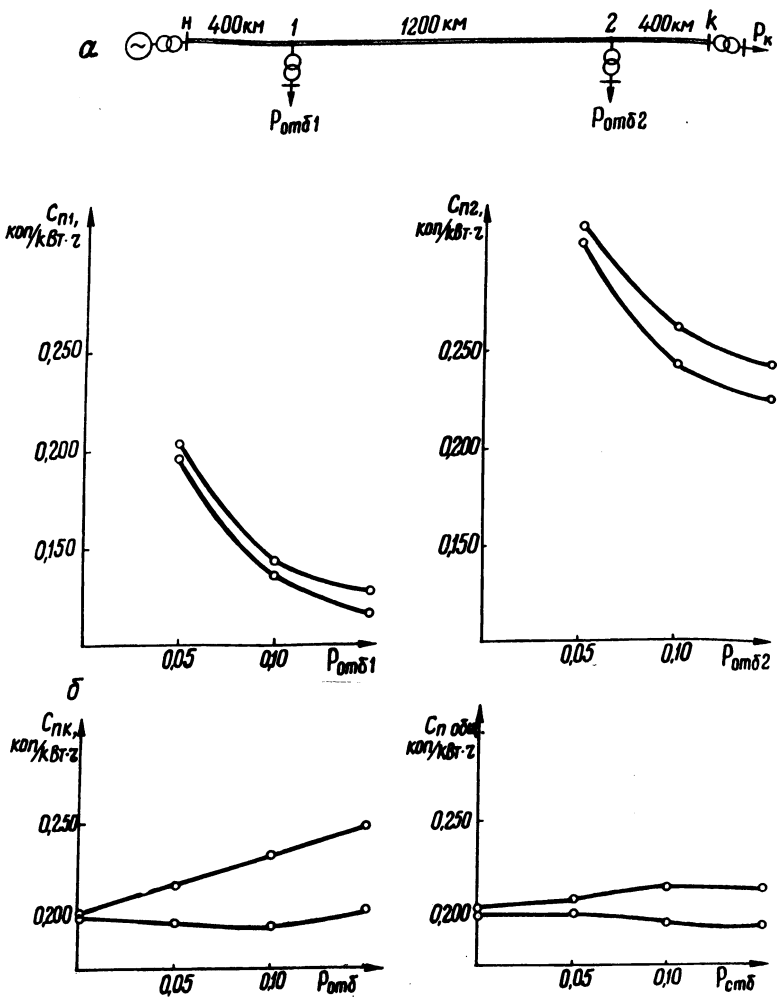


Рис. 2. Зависимости стоимостей передачи электрической энергии от мощностей промежуточных отборов ( $U_{ном} = 1200$  кВ;  $P_{нат} = \text{МВт}$ )

подпрограмм и саму исполнительную программу контроля и анализа получаемых результатов.

В качестве примера расчета была принята электропередача, настроенная на режим полуволны с двумя промежуточными отборами мощности (рис. 2, а).

При постоянстве мощности в конце передачи, равной  $1,5 P_{\text{нат}}$ , изменялись величины отборов мощности в промежуточных точках.

В результате расчетов на ЭЦВМ "Минск-22" получены стоимости передачи электрической энергии на шинах каждой из приемных систем  $C_{n1}$ ,  $C_{n2}$ ,  $C_{nk}$  и средней стоимости передачи электроэнергии в зависимости от величин отборов мощности (рис. 2, б).

Расчеты были проведены для двух вариантов закона изменения напряжения вдоль передачи:

$$\bar{U}_i = F(\bar{p}) = \text{const},$$

т.е. жесткое закрепление напряжения вдоль линии;

$$\bar{U}_i = F_1(\bar{p}) = \text{var},$$

т.е. распределение напряжения вдоль линии соответствует полуволновому режиму передачи с учетом ограничений (3).

Г.Е. Поспелов, Н.М. Сыч

## К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Потери напряжения - важный технико-экономический показатель, характеризующий режим линии электропередачи. Этот параметр должен подбираться таким образом, чтобы обеспечить техническую допустимость режима и максимальную его экономичность.

Технически допустимые нормы на потерю напряжения известны [1]. Поэтому сформулируем основные экономические закономерности, определяющие рациональное значение этого показателя.

Линейную составляющую стоимости передачи электрической энергии можно записать в виде

$$C_{\text{л}} + \frac{pK}{P_{\text{м}} T_{\text{м}}} + \frac{P_{\text{м}} R_{\text{л}} \beta 10^{-3}}{U^2 \cos^2 \varphi T_{\text{м}}}, \quad (1)$$

где  $K$  - стоимость линии, руб.;  $p$  - отчисления от стоимости линии;  $P_{\text{м}}$  - максимальная передаваемая по линии мощность, кВт;  $R_{\text{л}}$  - активное сопротивление линии;  $U$  - напряжение линии, кВ;  $\cos \varphi$  - коэффициент мощности;  $T_{\text{м}}$  -