

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԸՆԵՐՆԱՆՆԵՐԻ ՎԻՐՐԱՄԱՐԻՉԱՑԻՆ ԷՆԵՐՎԱՆՆԵՐԻ
ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՕՊՏԻՄԻԶԱՑԻԱ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Էլեկտրական մեքենաների աշխատանքի պայմանները ժողովրդական տրևտեսության շատ բնագավառներում հաճախ բավականին խիստ պահանջներ են դնում նրանց դինամիկական բնութագրերի նկատմամբ: Այդ պահանջների կատարումը բերում է օպտիմալ պարամետրերով մեքենաների ստեղծման անհրաժեշտությունը:

Աշխատանքում լուծված են էլեկտրական մեքենաների վիբրամարիչային հենարանների մարման և կոշտության բնութագրերի օպտիմիզացման խնդիրները:

Տեսական ուսումնասիրությունները որոնք շլմնված են բարձր հաճախականությունների տիրույթում սպեկտրների արդյունավետ հարթեցման առավելագույն արժեքի վրա, թույլ են տվել ստանալու: 50—63 շափերի էլեկտրական մեքենաների վիբրամարի: Հենարանների օպտիմալ պարամետրերի սահմանային արժեքները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вейсхаар Д. Оптимизация простых конструкций при ограничениях на высшие частоты собственных колебаний.—Ракетная техника и космонавтика, 1972, т. 10, № 5, с. 167—168.
2. Шекяк Г. Г. Исследования конструкций упругих опор.— В кн.: Труды ВНИИКЭ, Ереван, т. 4, 1971, с. 194—212.
3. Бабаков Н. М. Теория колебаний.— М.: Наука, 1968— 559 с.
4. Дек-Гартос. Механические колебания.— М.: Физматгиз, 1960.— 650 с.
5. Илинский В. С. Защита аппаратов от динамических воздействий.— М.: Энергия, 1970.— 256 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 3, 1987

ЭНЕРГЕТИКА

И. Г. СИМАНОВА

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ УТОЧНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Оперативное оптимальное управление режимами энергетических систем предъявляет качественно новые требования к математическим моделям и программам расчетов, заключающиеся в обеспечении высокой маневренности при минимальных затратах машинного времени [1, 2]. В связи с этим весьма актуальной является проблема коррекции установившихся режимов БЭС при изменении исходной информации. Решение этой проблемы может быть получено с использованием теории чувствительности [2]. Определяя чувствительность режима системы к

изменению ее параметров, можно установить новый оптимальный режим на базе уже известного установившегося режима без проведения повторного расчета режима по основной программе.

Подобное решение задачи коррекции установившегося и оптимального режимов позволит дежурному персоналу соответствующих служб достаточно оперативно установить новый оптимальный режим электрической системы при различных изменениях ее режимных параметров.

Остановившись подробнее на методике анализа чувствительности, рассмотрим ее применительно к решению задачи расчета установившегося режима при изменении его параметров. С математической точки зрения эта задача сводится к решению системы нелинейных алгебраических уравнений. При этом возникают два решающих момента: выбор исходных нелинейных алгебраических уравнений и выбор метода решения полученных нелинейных алгебраических уравнений.

Известно, что исходные нелинейные алгебраические уравнения, описывающие режим электрической системы, могут составляться в двух основных формах: в Y - и в Z -форме задания пассивных параметров. Относительно метода решения уравнений установившегося режима можно сказать, что в настоящее время при Y -форме задания исходных параметров в основе внимания уделяется методу Ньютона-Рафсона. В этом случае в качестве исходного для получения системы нелинейных алгебраических уравнений принимается уравнение узловых напряжений:

$$I = YU. \quad (1)$$

Представим его в виде

$$I_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} U_j, \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где Y_{ij} — элементы матрицы узловых проводимостей Y узл., которые определяются по расчетной схеме исследуемой системы; U_j — элементы матрицы комплексных напряжений.

Пользуясь уравнением (1), можно получить уравнения дисбаланса активных и реактивных мощностей в узлах схемы сети:

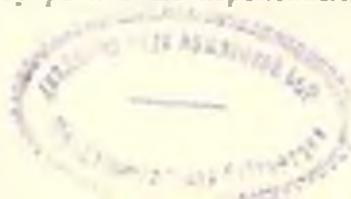
$$\begin{cases} P_i = U_i \sum_{j=1}^n U_j |g_{ij}| \cos(\Psi_i - \Psi_j) - b_{ij} \sin(\Psi_i - \Psi_j); \\ Q_i = U_i \sum_{j=1}^n U_j |g_{ij}| \sin(\Psi_i - \Psi_j) + b_{ij} \cos(\Psi_i - \Psi_j). \end{cases} \quad (2)$$

Если рассматривать схему электрической системы, содержащую N независимых узлов, получим систему из $2N$ нелинейных уравнений, отражающую состояние электрической системы в установившемся режиме, или N систем уравнений вида (2).

Для дальнейших рассуждений полученную систему уравнений удобно представить в неявной форме [2]

$$F(X, V, K) = 0, \quad (3)$$

где X — зависимые переменные состояния; V — независимые переменные управления; K — неуправляемые переменные.



Каждый из этих типов переменных в зависимости от постановки задачи установившегося режима может представлять собой следующие режимные параметры: X — модули U и фазовые сдвиги ψ напряжений генераторных и нагрузочных узлов при заданных в них активной P и реактивной Q мощностях или реактивные мощности и фазовые сдвиги напряжений станционных узлов при заданных P и U в этих узлах; V — заданные режимные параметры станционных узлов, соответственно P и Q или P и U ; K — заданные P и Q нагрузочных узлов.

Предположим, что произошло изменение вектора состояния ΔX , вызванное изменением параметров управления ΔV и неуправляемых параметров ΔK . Тогда система уравнений (3) примет вид:

$$F(X^0 + \Delta X, V^0 + \Delta V, K^0 + \Delta K) = 0, \quad (4)$$

где X^0 — вектор переменных состояния в точке решения, соответствующей заданным V^0 и K^0 . Разлагая уравнение (4) в ряд Тейлора без учета нелинейных членов разложения и решая систему линейных уравнений относительно ΔX , будем иметь:

$$\Delta X = S_V \Delta V + S_K \Delta K, \quad (5)$$

где S_V и S_K — матрицы коэффициентов чувствительности, которые определяются по формулам:

$$S_V = -\left(\frac{\partial F}{\partial X}\right)^{-1} \frac{\partial F}{\partial V}; \quad S_K = -\left(\frac{\partial F}{\partial X}\right)^{-1} \frac{\partial F}{\partial K}. \quad (6)$$

Здесь квадратная матрица $\frac{\partial F}{\partial X}$ — известный Якобиан по методу Ньютона-Рафсона, представляющий собой матрицу частных производных уравнений установившегося режима по зависимым переменным состояния, а матрицы $\frac{\partial F}{\partial V}$ и $\frac{\partial F}{\partial K}$ имеют размерности $N \times M$ (где M — число элементов векторов V или K).

Таким образом, описанный метод, представленный в виде алгоритма, сводится к следующему:

- 1) Производится расчет матрицы Якоби по известным (полученным в результате базового расчета) зависимым параметрам;
- 2) Рассчитываются матрицы $\frac{\partial F}{\partial V}$ и $\frac{\partial F}{\partial K}$ при выбранных V^0 и K^0 ;
- 3) Определяются матрицы чувствительности S_V и S_K по формулам (6);
- 4) По формуле (5) устанавливается вектор изменения параметров состояния ΔX ;
- 5) Производится коррекция режима:

$$X' = X^0 + \Delta X.$$

Для иллюстрации описанного метода рассмотрим расчет коэффициентов чувствительности с последующей коррекцией режима электри-

ческой системы, схема которой показана на рисунке. Схема имеет 10^н основных узлов, один из которых принят за базисный. Параметры исходного установившегося режима приведены в табл. 1. Схема с исходными данными заимствована из [1].

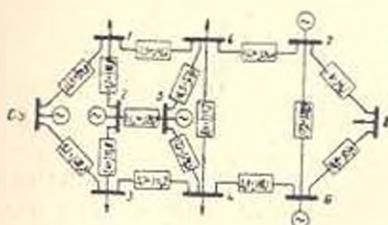


Рис. 1

Таблица 1

<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад	<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад
БУ	—	—	220	0	5	85	-71,1	210,3	-0,0027
1	110	50	210,31	-0,0295	6	100	48	208,38	-0,0354
2	106	92,5	215,25	-0,0140	7	60	136,7	215,19	-0,0413
3	60	28	212,04	-0,0257	8	94	45	210,84	-0,049
4	104	51	208,92	-0,0330	9	80	-5,8	212,49	-0,0246

На основании приведенного алгоритма составлена Фортран-программа коррекции режима при изменении исходных режимных параметров. Рассмотрен случай увеличения реактивной мощности нагрузки в узле 1 на 10 МВар. Новый установившийся режим рассчитан как по основной программе, так и по программе коэффициентов чувствительности. Результаты расчета приведены соответственно в табл. 2 и 3.

Таблица 2

<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад	<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад
БУ	—	—	220	0	5	85	-71,1	210,89	-0,004
1	110	40	211,03	-0,0311	6	100	48	209,01	-0,0366
2	106	92,5	215,82	-0,0152	7	60	135,7	215,78	-0,0424
3	60	28	212,51	-0,0266	8	94	45	211,43	-0,0501
4	104	51	209,49	-0,0341	9	80	-5,8	213,06	-0,0259

Таблица 3

<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад	<i>N</i> узла	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , МВар	<i>U</i> , кВ	φ , рад
БУ	—	—	220	0	5	85	-71,1	210,75	-0,0043
1	110	40	210,87	-0,0309	6	100	48	208,87	-0,0372
2	106	92,5	215,65	-0,0155	7	60	136,7	215,73	-0,0438
3	60	28	212,33	-0,0267	8	94	45	210,66	-0,0481
4	104	51	209,28	-0,0341	9	80	-5,8	212,74	-0,0256

Сравнение результатов коррекции режима электрической системы по коэффициентам чувствительности, приведенных в табл. 3 с результатами расчета по основной программе (табл. 2) свидетельствует о правомерности используемого подхода.

ЕрПИ им. К. Маркса

22 VI. 1985

Ի. Վ. ՍԻՆԱՆՈՎԱ

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆԱՑՎԱԾ ՌԵԺԻՄԻ
ՊԱՐԱՄԵՏՐԻՆԻ ՃՇՏՄԱՆ ԻՆՔՈՒԿՆԵՐԻՑ ՄԵԿԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բերվում է էներգահամակարգերի ուժիմների կարգավորման ընթացքում ուժիմի էլակետային պարամետրերի փոփոխության դաշտունության գործակցի հաշվարկի հաջորդականությունը, կուսարկված այգորիթմի հիման վրա կազմված է ֆորտրան-ծրագիր, որը ծառայում է գործնական խնդիրների հաշվարկի համար: Տրվում է կոնկրետ էներգետիկական համակարգի ուժիմի կարգավորման հաշվարկի արդյունքները՝ բեռնային հանգույցներից մեկի ուակտիվ հգորության փոփոխության դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА

1. Хичатрян В. С. Метод и алгоритм расчета установившегося режимов больших электроэнергетических систем.— Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт, 1973, № 4, с. 45—57.
2. Салливан Р. Проектирование развития электроэнергетических систем.— М.: Энергоиздат, 1982.— 357 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ГН), т. XL, № 3, 1987

ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

С. С. ЗАХАРЯН, К. В. МАРКАРЯН

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ
ЗАДАЧИ МЕТОДОМ УПЛОТНЕНИЯ

Разработке одного из подходов к организации и координации работы многомашинной системы, в основу которого положен метод распараллеливания алгоритмов сложных оптимизационных задач, посвящена данная статья.

В основу алгоритма распараллеливания положен метод уплотнения [1, 2], согласно которому исходную систему, каждое звено которой задано уравнениями состояния:

$$\bar{x}^{i+1} = \bar{f}(\bar{x}^i, \bar{u}^i) \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$