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. Գ. ՍԻՆԱՆՈՎԱ

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆԱՑՎԱԾ ՌԵԺԻՄԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՃՇՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻՑ ՄԵԿԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Բերվում է էներգահամակարգերի ռեժիմների կարգավորման ընթացքում ռեժիմի էլակետային պարամետրերի փոփոխության զգայունության գործակցի հաշվարկի հաջորդականությունը։ Առաջարկված ալգորիթմի հիման վրա կազմված է ֆորտրան-ծրագիր, որը ծառայում է գործնական խնդիրների հաշվարկի համար։ Տրվում է կոնկրետ էներգետիկական համակարգի ռեժիմի կարգավորման հաշվարկի արդյունքները՝ բեռնային հանգույցներից մեկի ռեակտիվ հզորության փոփոխության դեպքում։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хачатрян В. С.* Метод и алгоритм расчета установившихся 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. ТН), 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:

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

ограничениями

$$\bar{\varphi}_r = \bar{\varphi}_r^l(\bar{x}^l, \bar{u}^l) \quad r = \overline{1,q} \tag{2}$$

и целевой функцией

$$Q^l = Q^l(\bar{x}^l, \bar{u}^l), \tag{3}$$

можно выразить через уплотненные переменные Y^l, U^l. В частности, для последовательного соединения звеньев переход от исходных к уплотненным переменным описывается преобразованиями типа:

$$Y^l = \sum_{j=1}^{n} W_j^l x_j^l; \quad U^l = \sum_{p=1}^{m} W_p^l U_p^l; \tag{4}$$

$$W_j^l = \sum_{k=1}^{n} a_{jk}^l W_k^{l+1}; \quad W_p^l = \sum_{k=1}^{m} b_{pk}^l W_k^{l+1}. \tag{5}$$

Процедуру оптимизации при этом можно представить в виде двухуровневого процесса, за счет чего значительно сокращается размерность задач на каждом уровне. Отметим, что если для уравнений состояния (1) удается определить аналитическое выражение связи между уплотненными переменными

$$Y^{l+1} = \Psi^l(Y^l, U^l), \tag{6}$$

то для целевой функции (3) и системы ограничений (2) это возможно лишь в частных случаях. Поэтому при решении задачи приходится на каждой стадии решения осуществлять переход от верхнего уровня (уплотненных переменных) к системе уравнений, записанных в исходных переменных, и обратно [3].

Эффективность таких преобразований существенно повышается за счет применения многомашинных систем. В частности, одной из машин вычислительной системы можно «поручить» задачи в уплотненных переменных, в то время, как преобразования последних в исходные переменные осуществляется на остальных вычислительных машинах системы с последующей их подстановкой в целевую функцию.

При двухуровневом решении задачи целесообразно «привязать» преобразование обобщенных переменных в исходные к каждому звену двухуровневой иерархической вычислительной системы, организованной по звездообразному принципу. Звездообразная конфигурация в условиях большой размерности решаемых задач позволяет организовать их решение без существенных изменений структуры, путем увеличения количества ЭВМ-сателлитов (нижний уровень иерархии) и соответствующей доработки программного обеспечения управляющей ЭВМ (верхний уровень иерархии).

Обозначим совокупность переменных состояния на каждой стадии через набор $\{x_j^l\}(l=\overline{1,n};\ j=\overline{1,n})$, совокупность управляющих переменных через $\{u_p^l\}$. Решение оптимизационной задачи, например, методом динамического программирования, будет сопровождаться большим количеством переборов переменных, уменьшить который можно с помощью некоторого признака. В качестве такого признака, несущего дополнительную информацию о искомом наборе переменных, используются уплотненные переменные. Наличие дополнительной информации на верхнем уровне позволяет вести поиск не во всем множестве допустимых значений, а в некотором подмножестве этого множества, всем набором переменных, которым соответствует определенное значение уплотненных переменных Y^{i+1}, U^i. Например, в задаче с закрепленными концами уравнение (6) трансформируется в следующую простую зависимость между уплотненными переменными:

$$Y^{N+1} - Y^1 = \sum_{i=1}^{N} U^i = \text{const}. \tag{7}$$

Блок-схема алгоритма параллельного решения приведена на рис. 1. Решение задачи начинается с реализации алгоритма вычисления левой части уравнения (7) (блок I), после чего методом полного перебора реализуется алгоритм генерации наборов уплотненных переменных $\{U^i\}$, удовлетворяющих уравнению (7) (блок II). В блок-анализаторе «*a*» определяется, являлся ли предыдущий набор $\{U^i\}$ последним. Если нет, то в блок-анализаторе «*b*» определяется, удовлетворяют ли элементы U^i полученного набора обобщенных переменных $\{U^i\}$ условиям:

$$U^i_{min} \leq U^i \leq U^i_{max}, \tag{8}$$

где

$$U^i_{min} = \sum_{p=1}^{m} \omega^i_p U^i_{p\,min}; \quad U^i_{max} = \sum_{p=1}^{m} \omega^i_p U^i_{p\,max}. \tag{9}$$

Если нет, то происходит генерация следующего набора обобщенных переменных $\{U^i\}$. В противном случае уравнение передается N ЭВМ-сателлитам, реализующим поиск набора исходных переменных U^i_p, удовлетворяющих выражению (4).

Затем в блок-анализаторе «*c*» рассматривается, обеспечивает ли полученный набор исходных переменных $\{U^i_p\}$ оптимум целевой функции. Если да, то происходит организация соответствующего массива U^i_p (блок IV) с последующей передачей информации блоку II. В противном случае сразу же отрабатывается алгоритм генерации наборов уплотненных переменных (блок II). Решение задачи заканчивается после обработки последнего набора уплотненных переменных $\{U^i\}$, что определяется блок-анализатором «*a*».

При решении задачи на верхнем уровне процессор, «привязанный» к этому уровню, работает, а процессоры нижнего уровня находятся в состоянии ожидания. При решении же задачи на нижнем уровне, наоборот, в состоянии ожидания находится процессор верхнего уровня. Считается целесообразным частично отойти от звездообразной структуры и в качестве процессора верхнего уровня использовать один из процессоров нижнего уровня.

Для исследования вычислительного процесса в системе, организованной по вышеприведенной блок-схеме, последняя была имитирована на ЭВМ ЕС 1020. Привязка алгоритмов в ней была осуществлена согласно приведенной на рис. 2 блок-схеме, блоки алгоритмов которой реализуют те же функции, что и соответствующие блок-схемы рис. 1. Процессоры ЭВМ-сателлитов поочередно моделируются одним блоком III.

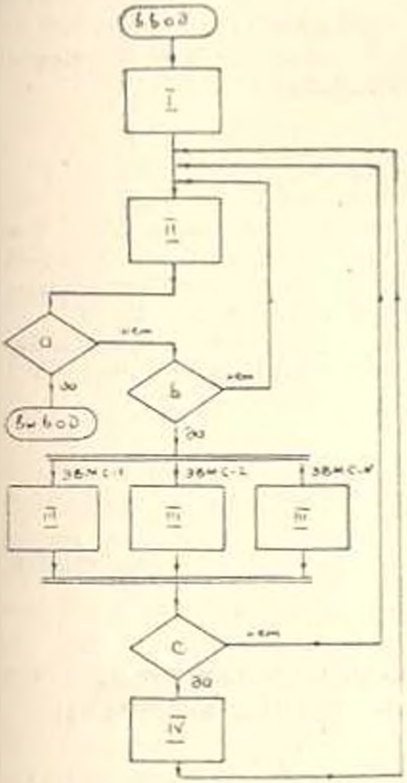

Рис. 1.

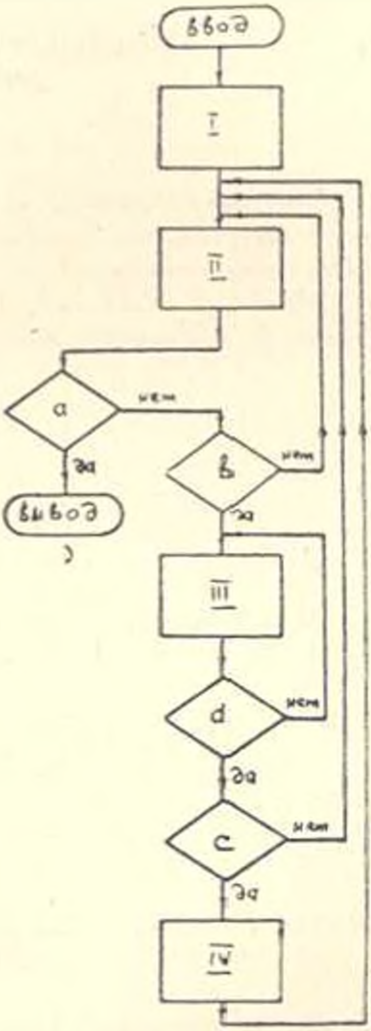

Рис. 2.

Кроме того, добавлен блок-анализатор «d», который ведет счет использованных процессоров. Алгоритм распараллеливания был реализован для оптимизационной задачи размерности $N = 3$, $n = 33$, $m = 32$.

Проведенный хронометраж показал, что решение в многомашинной системе занимает для данной задачи на 27% меньше времени, чем при решении той же задачи на одной ЭВМ без распараллеливания вычислений.

Таким образом, декомпозиция исходной задачи большой размерности на ряд независимых фрагментов меньшей размерности, реализацию которых возможно осуществить на системе микро-ЭВМ, повышает оперативность ее решения.

ЕрПИ им. К. Маркса 10. IV. 1985

Ս. Ս. ԶԱԽԱՐՅԱՆ, Կ. Վ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

ԽՏԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ ՕՊՏԻՄԻԶԱՑԻԱՅԻ ԽՆԴՐԻ ԶՈՒԳԱՀԵՌ ԼՈՒԾՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բարդ օպտիմիզացիայի խնդիրների լուծման համար առաջարկված է զուգահեռ ալգորիթմ, որը հիմնված է խտացման մեթոդի վրա։ Կազմակերպված է միկրոպրոցեսորային երկմակարդակային հաշվողական համակարգ, որի հետազոտման համար առաջարկված է նմանակման մոդել։ Բերված են զուգահեռ լուծման և նշանակման մոդելների բլոկ-սխեմաները։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Захарьян С. С.* Об одном способе записи уравнений многосвязных САУ.— В сб.: Науч. тр. ЕрПИ, сер. авт. и выч. техника, Ереван, 1973, т. 38, вып. 5, с. 98—101.
2. *Захарьян С. С.* Метод двухуровневой оптимизации многомерных многостадийных систем.— Изв. АН АрмССР (сер. ТН), 1984, т. XXXVII, № 2, с. 20—24.
3. *Захарьян С. С., Маркарян К. В.* Об одном приложении метода уплотнения переменных.— В кн.: Межвуз. сб. науч. тр. ЕрПИ, АиВТ, Ереван, 1980, сер. 15, вып. 5, с. 46—51.

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

ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

Н. В. АВЕТИСЯН, Т. Г. АРЕШЯН, Д. С. МЕЛКОНЯН

МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Расчет переходных процессов в системах с распределенными параметрами выдвигает жесткие требования к точности алгоритмов машинного расчета преобразований Фурье. Показано, что применение стандартных машинных средств расчета преобразований Фурье связано с необходимостью задания значительных объемов избыточных данных, внесением в решения систематических ошибок [1].

В данной работе предлагается численный метод расчета переходных процессов в системах с распределенными параметрами, свободный от отмеченных недостатков. Для построения решений используются