

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF APPLIED PROBLEMS OF SAFETY-CRITICAL SYSTEMS OVER THE NODES OF THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORK

A. A. Petrenko

The **subject matter** of the article is the processes of synthesis of the information and telecommunication network (ITN) for solving applied problems of safety-critical systems (SCS). The **goal** is to develop a mathematical model for the optimal distribution of applied tasks of safety-critical systems over the ITN nodes. The **tasks** to be solved are: to formalize the procedure of distribution of applied tasks and SCS software over the ITN nodes; to develop a mathematical model of optimal distribution in order to minimize the cost of network resources; to select an effective algorithm for solving it. The **methods** used are: alternative-graph approach, mathematical optimization models, methods for solving nonlinear integer programming problems with Boolean variables. The following **results** were obtained: the task of selecting the ITN optimal structure was formulated according to the alternative-graph model of information processing; in addition to structural characteristics, the requirements for the parameters necessary for performing applied tasks were taken into account while constructing a mathematical model; when minimizing the cost of a computing resource, constraints related to the capabilities for financing the development and operation of the network are taken into account; the costs for organizing additional connections among the network nodes are considered as well. **Conclusions.** The scientific novelty of the results obtained is as follows: 1) the optimization model of distributing applied tasks over the nodes of the computer network was improved by defining the objective function in order to minimize the costs of both computational and data transmission and the constraints caused by the requirements for the technical and information structure of the network; 2) methods for solving the problems of optimizing the ITN structure on the basis of models of nonlinear Boolean programming by transforming the initial task into a linear form and applying the recession vector method was further developed, which makes obtaining a quasi-optimal solution of the problem in the context of large dimension possible.

Keywords: information and telecommunication network; applied problems; optimal distribution; cost minimization; nonlinear model; Boolean variables.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПО ВУЗЛАХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

A. A. Петренко

Предметом вивчення в статті є процеси синтезу інформаційно-телекомунікаційної мережі (ІТМ) для вирішення прикладних завдань систем критичного призначення (СКН). **Метою** є розробка математичної моделі оптимального розподілу прикладних задач систем критичного призначення по вузлах ІТМ. **Завдання:** формалізувати процедуру розподілу прикладних задач і програмного забезпечення СКН по вузлах ІТМ; розробити математичну модель оптимального розподілу для мінімізації вартості мережевих ресурсів; вибрати ефективний алгоритм її вирішення. Використовуваними **методами** є: альтернативно-графовий підхід, математичні моделі оптимізації, методи розв'язання нелінійних задач цілочисельного програмування з булевими змінними. Отримані такі **результати.** Згідно альтернативно-графової моделі процесу обробки інформації сформульована задача вибору оптимальної структури ІТМ. При побудові математичної моделі крім структурних характеристик враховані вимоги до параметрів виконання прикладних завдань. При мінімізації витрат обчислювального ресурсу враховуються обмеження, пов'язані з можливостями фінансування розвитку та експлуатації мережі. Враховуються також витрати на організацію додаткових зв'язків між вузлами мережі. В результаті отримана математична модель розподілу прикладних задач СКН в середовищі ІТМ для мінімізації сумарних витрат обчислювального ресурсу, передачі даних, налаштування та обслуговування мережі. **Висновки.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: ми вдосконалили оптимізаційну модель розподілу прикладних задач по вузлах обчислювальної мережі шляхом визначення цільової функції для мінімізації витрат як обчислювальних, так і передачі даних, і обмежень, зумовлених вимогами до технічної та інформаційної структури мережі; отримали подальший розвиток методи розв'язання задач оптимізації структури ІТМ на основі моделей нелінійного булева програмування шляхом перетворення вихідної задачі в лінійний вид і застосування методу вектора спаду, що дозволяє отримати квазіоптимальні рішення задачі в умовах великої розмірності.

Ключові слова: інформаційні та телекомунікаційні мережі; прикладні завдання; оптимальний розподіл; мінімізація витрат; нелінійна модель; булеві змінні.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ СИСТЕМ КРИТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПО УЗЛАМ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

A. A. Петренко

Предметом изучения в статье являются процессы синтеза информационно-телекоммуникационной сети (ИТС) для решения прикладных задач систем критического назначения (СКН). **Целью** является разработка математической модели оптимального распределения прикладных задач систем критического назначения по узлам ИТС. **Задачи:** формализовать процедуру распределения прикладных задач и программного обеспечения СКН по узлам ИТС; разработать математическую модель оптимального распределения для минимизации стоимости сетевых ресурсов; выбрать эффективный алгоритм ее решения. Используемыми **методами** являются: альтернативно-графовый подход, математические модели оптимизации, методы решения нелинейных задач целочисленного программирования с булевыми переменными. Получены следующие **результаты.** Согласно альтернативно-графовой модели процесса обработки информации сформулирована задача выбора оптимальной структуры ИТС. При построении математической модели кроме структурных характеристик учтены требования к параметрам выполнения прикладных задач. При минимизации затрат вычислительного ресурса учитываются ограничения, связанные с возможностями финансирования развития и эксплуатации сети. Учитываются также расходы на организацию дополнительных связей между узлами сети. В результате получена математическая модель распределения прикладных задач СКН в среде ИТС для минимизации суммарных затрат вычислительного ресурса, передачи данных, настройки и обслуживания сети. Данная модель представляет собой нелинейную задачу целочисленного программирования с булевыми переменными. **Выводы.**

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем: усовершенствована оптимизационная модель распределения прикладных задач по узлам вычислительной сети путем определения целевой функции для минимизации затрат как вычислительных, так и передачи данных, и ограничений, обусловленных требованиями к технической и информационной структуре сети; получили дальнейшее развитие методы решения задач оптимизации структуры ИТС на основе моделей нелинейного булева программирования путем преобразования исходной задачи в линейный вид и применения метода вектора спада, что позволяет получить квазиоптимальное решение задачи в условиях большой размерности.

Ключевые слова: информационные и телекоммуникационные сети; прикладные задачи; оптимальное распределение; минимизация затрат; нелинейная модель; булевы переменные.