

ВЫБОР ПЕРСПЕКТИВНОГО РЯДА МОЩНОСТЕЙ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

д.т.н., проф. Б.Т. Кононов, А.Б. Кульчицкий, Ю.А. Кусакин

В статье рассматриваются математические модели и обосновываются способы выбора перспективного ряда мощностей источников электрической энергии для образцов вооружения и военной техники.

Постановка проблемы. В условиях ограниченного финансирования потребностей Вооруженных Сил Украины представляется актуальной проблема оснащения подразделений и частей автономными источниками электрической энергии, способными обеспечить электроснабжение образцов вооружения и военной техники, и тем самым создать им условия для выполнения возложенных на них задач. Анализ характера протекания военных конфликтов конца XX и начала XXI века показывает, что действенным средством, с помощью которого достигаются цели, поставленные при проведении тех или иных военных операций, является вывод из строя государственных систем электроснабжения.

Проблема создания автономных систем электроснабжения требует решения двух взаимосвязанных задач: определения истинной потребности образцов вооружения и военной техники в электрической энергии и создания источников электрической энергии, способных выполнить возложенные на них функции. При решении второй задачи, прежде всего, необходимо определиться с потребным рядом мощностей источников энергии.

В настоящей статье рассматриваются варианты решения задачи определения потребной мощности автономных источников электрической энергии при условии, что потребляемые мощности известны.

Анализ литературы. Задачи, подобные рассматриваемой, изучались в [1 – 3]. Общим подходом в этих работах являлось сведение к минимуму годовых эксплуатационных затрат. Собственно задача решалась методом динамического программирования.

Рассматриваемые в [1 – 3] модели дают общее представление о исследуемом процессе, в них сделана попытка учесть такие факторы как установленная мощность электростанций и требуемый ее резерв, графики нагрузок, эксплуатационные расходы и капитальные затраты. Не отрицая полезность предложенных моделей, необходимо отметить, что они не отражают специ-

фику электроснабжения образцов вооружения и военной техники, связанную с обеспечением надежности и бесперебойности электроснабжения военных объектов электрической энергией требуемого качества.

Цель статьи состоит в обосновании способа выбора перспективного ряда мощностей источников электрической энергии, используемых в Вооруженных Силах Украины. Рассматриваемая задача относится к классу задач оптимального управления и ее решение будем искать на двух уровнях. На первом уровне необходимо будет определиться собственно с рядом мощностей источников, а на втором уровне решать собственно задачу распределения источников по потребителям. Для решения рассматриваемой задачи введем следующие определения: I_i – мощность i -го источника энергии, J_j – мощность j -го потребителя энергии; $i \in (1, n)$; $j \in (1, m)$.

Результатом решения задачи есть ответ на вопрос, как выбрать n источников энергии (I_1, \dots, I_n) для обеспечения m потребителей энергии, так чтобы максимизировать общую эффективность такого выбора. Основная модель рассматриваемой задачи имеет следующее математическое представление:

– найти максимум целевой функции

$$y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

при условиях
$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \quad (2)$$

где $x_{ij} \in (0,1)$ для всех i, j ; $x_{ij} = 1$ означает, что источник I_i выбран для обеспечения J_j потребителя энергии.

В задаче (1), (2) вводится, кроме того, естественное ограничение

$$I_i \geq J_j, \quad (3)$$

а величина r_{ij} представляет собой относительную эффективность использования источника I_i для обеспечения нужд потребителя J_j .

При решении задачи (1) – (3) наибольшая сложность возникает при выборе схемы получения оценок величины r_{ij} . В общем случае при определении величины r_{ij} необходимо учитывать ряд показателей, главные из которых связаны с организацией выпуска источников энергии как промышленной продукции и с организацией процесса их эксплуатации в условиях работы в войсковых частях.

При этом немаловажное значение приобретает тот факт, что значе-

ние g_j представляет собой прогнозируемую оценку, в связи с чем рассматриваемый метод не лишен недостатков и неопределенностей.

В случае, когда экономическая целесообразность того или иного решения может быть отодвинута на второй план, для решения задачи целесообразно целевую функцию изменить и искать решение, определяя максимум успешного выполнения поставленной задачи, т.е. искать максимум целевой функции

$$y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \log P_{ij}, \quad (4)$$

где P_{ij} – вероятность успешного удовлетворения потребностей электроприемника J_j и источника электрической энергии I_i .

В задаче (4) в общем случае может быть введено ограничение, смысл которого заключается в том, что сумма ассигнований на создание I_i источников энергии не должна превышать заданное значение, т.е. ограничение вида

$$\sum_{i=1}^n C_i \leq C. \quad (5)$$

Возможна иная трактовка задачи (4) – (5), в соответствии с которой минимизируется сумма затрат C при ограничениях, вводимых на значения P_{ij} . Однако и в прямой, и в обратной постановке, решение задачи (4) – (5) затруднено, что связано с неопределенностью при выборе значения C .

Серьезным недостатком моделей, описывающих задачи (1) – (3) и (4) – (5), является невозможность учета специфических требований, предъявляемых J_j потребителем к качеству электрической энергии, бесперебойности электроснабжения и другим специфическим показателям, присущим вооружению и военной технике. Этому недостатка можно избежать, введя в модель решаемой задачи показатели, определяемые качественными и количественными характеристиками источников и потребителей энергии.

Исходя из определения, что K_{js} – число показателей, которые должны быть учтены при электроснабжении j -го электроприемника, a_{ijs} – общее число j -х показателей, характеризующих i -й источник энергии, v_{ijs} – недостающее число j -х показателей при электроснабжении i -м источником i -го электроприемника, c_{ijs} – избыточное число j -х показателей при электроснабжении i -м источником j -го электроприемника, модель ре-

шаемой задачи может быть представлена таким образом:

найти минимум целевой функции

$$y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_{ijs} \quad (6)$$

$$\text{при условиях } \sum_{i=1}^n x_{ij} a_{ij} - c_{ij} + v_{ij} = K_{js}; j = 1, \dots, m; \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \quad (7)$$

где $x_{ij} \in (0, 1)$; $v_{ij} \geq 0$; $c_{ij} \geq 0$.

В задаче (6) – (7) минимизируется недостающее суммарное число показателей, необходимых для обеспечения всех электроприемников источниками электрической энергии.

В случаях, когда применение рассмотренных аналитических моделей для решения задачи оказывается невозможным из-за невозможности выполнить прогноз или предсказать характер изменения переменных, входящих в соотношения (1) – (7), целесообразно использовать имитационные модели, позволяющие путем варьирования переменными найти оптимальный вариант выбора ряда мощностей источников энергии.

Вывод. Задача выбора перспективного ряда мощностей источников электрической энергии для нужд Вооруженных Сил Украины относится к классу задач исследования операций и ее решение следует искать, используя методы оптимального управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деодорица Ю.С., Нефедов Ю.М. *Исследование операций в планировании и управлении*. – К.: Вища школа, 1991. – 271 с.
2. Авакумов В.Г. *Постановка и решение электроэнергетических задач исследования операций*. – К.: Вища школа, 1983. – 239 с.
3. Лагутін Г.І., Кульчицький А.Б. *Вибір електростанції для системи електропостачання об'єкту управління. Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Вип. 5(15)*. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2001. – С. 111 – 115.

Поступила 4.11.2003

КОНОНОВ Борис Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ХВУ. В 1962 году окончил Львовский политехнический институт. Область научных интересов – электроснабжение, автоматизация систем электроснабжения.

КУЛЬЧИЦКИЙ Андрей Борисович, начальник электротехнической службы Вооруженных Сил Украины. В 1974 году окончил Каменец-Подольское высшее военное инженерное училище. Область научных интересов – электроснабжение.

КУСАКИН Юрий Александрович, начальник факультета ХВУ. В 1985 году окончил Харьковское высшее военное командно-инженерное училище Ракетных войск им. Маршала Советского Союза Крылова Н.И. Область научных интересов – электроснабжение.