

УДК 519.8

**ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ
МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗАДАЧИ УПАКОВКИ
НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ МНОГОГРАННИКОВ**

А.М. Чугай, к.т.н., с.н.с.

*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН
Украины*

chugay.andrey80@gmail.com

В работе рассматривается оптимизационная задача упаковки выпуклых неориентированных многогранников в параллелепипед минимального объема.

Chugay A. M. Mathematical modeling of the problem of packing non-oriented polyhedrons. In the article the optimization packing problem of non-oriented convex polyhedrons into a cuboid of minimum volume is considered.

Ключевые слова: ОПТИМИЗАЦИЯ, РАЗМЕЩЕНИЕ, МНОГОГРАННИКИ.

Keywords: OPTIMIZATION, ARRANGEMENTS, POLYHEDRONS.

В работе рассматривается оптимизационная задача, которая имеет следующую постановку. Задан набор выпуклых гомотетичных многогранников, которые при размещении допускают произвольные непрерывные повороты. Также задан контейнер в виде прямоугольного параллелепипеда. Необходимо найти такое размещение заданных многогранников в контейнере, при котором его объем принимает минимальное значение. упаковки выпуклых неориентированных многогранников в параллелепипед минимального объема.

Поставленная задача имеет широкий спектр научных и практических применений, в частности, в машиностроении, материаловедении, химической промышленности и других.

Поскольку рассматриваемая задача относится к классу NP-

сложных задач, то многие публикации посвященные данной тематике, как правило, предлагают приближенные эвристические подходы. Так, в статье [1] излагается эффективный способ решения задачи упаковки многогранников внутри многогранного контейнера. Основная идея метода заключается в точной одномерной трансляции заданного многогранника в положение, которое минимизирует его объем пересечения со всеми другими многогранниками. Авторы статьи [2] предлагают новый эвристический алгоритм, названный ими НАРЕЗД. Данный подход основывается на принципе минимальной общей потенциальной энергии для задачи 3D упаковки невыпуклых многогранников в прямоугольном параллелепипеде фиксированной ширины и длины, но переменной высоты.

Одной из важных проблем, которые возникают при математическом моделировании данного класса задач, является аналитическое описание условий взаимного непересечения объектов.

На сегодняшний день многими авторами показано, что эффективным средством для построения адекватных математических моделей задач размещения геометрических объектов является метод ϕ -функций (или квази ϕ -функций).

Так, в статье [3] подобная задача моделировалась с помощью квази ϕ -функций. С этой целью были построены квази ϕ -функции для пары многогранников, допускающих непрерывные повороты и трансляции. Необходимо отметить, что квази ϕ -функции в общем случае имеют более простой вид, чем ϕ -функции. Такой простой вид условий взаимного непересечения геометрических объектов, допускающих непрерывные повороты, стал возможен благодаря введению дополнительных переменных (соответствующих разделяющим плоскостям для пар объектов), от которых зависят квази ϕ -функции.

Как следствие, при решении оптимизационной задачи упаковки процесс оптимизации приходится осуществлять над расширенным множеством параметров, включающим введенные дополнительные переменные для каждой пары многогранников.

Расширение пространства решений становится

ограничивающим фактором при решении задач размещения более 50 многогранников, поскольку в этом случае происходит существенное увеличение потребности в вычислительных ресурсах (процессорное время и оперативная память).

В данной работе для построения математической модели предлагается использовать ϕ -функцию для двух выпуклых неориентированных многогранников, построенную в работе [4].

Метод ϕ -функции позволил построить математическую модель рассматриваемой задачи в виде классической задачи нелинейного программирования.

Література

1. Egeblad J. Translational packing of arbitrary polytopes / J. Egeblad, B. Nielsen, M. Brazil // *Comp. Geom.* – 2009. – 42(4). – P. 269–288.
2. Xiao L. НАРЕ3D – a new constructive algorithm for the 3D irregular packing problem / L. Xiao, L. Jia-min, An-xi Cao, Y. Zhuang-le // *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering.* – 2015. – 16(5). – P. 380–390.
3. Pankratov A.V. Optimal packing of convex polytopes using quasi- ϕ -functions / A.V. Pankratov, T.E. Romanova, A.M. Chugay // *Проблемы машиностроения.* – 2015. – Т. 18, №2. – С. 55–65
4. Stoyan Y. Mathematical modeling of the interaction of non-oriented convex polytopes / Stoyan Y. Chugay, A. // *Cyber. and Syst. Anal.* – 2012. – №48 (6). – 837–845.