

6. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.
7. Захаренко О.В. Зоны химического заражения при выбросе опасных химических веществ. Науковий вісник будівництва: Сб. научн. тр.-Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2005.-Вип.31.-С.288-291.
8. Созник А.П., Захаренко О.В. Определение концентрации химических веществ при истечении из резервуара в нестационарных условиях. Проблемы надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. України. Вип.3.-Харків: Фоліо, 2006.-С19-25.
9. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии.-К.: Наукова думка, 1987.- 828с.

УДК 614.84

*Калашников А.А., канд. техн. наук, преп., УГЗУ,
Поляк Т.Ю., канд. техн. наук, ст. науч. сотр. НМЦ УЗ МЧС
Украины,
Рашкевич С.А., преп., УГЗУ*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ В КУЗОВАХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Представлен алгоритм компоновки пожарно-технического вооружения (ПТВ) в кузове автомобиля. Осуществлено компьютерное моделирование компоновки ПТВ по отсекам кузова аварийно-спасательного автомобиля

Постановка проблемы. При компоновке пожарно-технического вооружения в кузовах аварийно-спасательных автомобилей необходимо учитывать многочисленные технологические, эксплуатационные и эргономические требования. В качестве *эксплуатационных* требований рассматривается размещение ПТВ по контейнерам по функциональному признаку. Весь набор пожарно-технического вооружения делится по функциональному назначению на группы снаряжения и оборудования. К *эксплуатаци-*

онным требованиям относится размещение частоиспользуемого оборудования в легкодоступных местах кузова автомобиля. В качестве *эргономических* требований рассматриваются требования, приводящие к более удобным действиям спасателей при боевом развертывании.

Основной особенностью проектирования автомобилей такого типа является то, что оборудование в кузове стандартных размеров должно быть размещено таким образом, чтобы время боевого развертывания спасательными подразделениями было минимальным, при этом количество доставляемого спасательнотехнического оборудования (в частности ПТВ), как минимум, не должно сокращаться.

Рассмотрим задачу, которая возникает при проектировании кузовов специальных автомобилей служб быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации. В качестве примера для решения данной проблемы был выбран аварийно-спасательный автомобиль, по следующим признакам:

1) Комплектация основной пожарной машины (автоцистерны) насчитывает лишь 50-80 единиц оборудования, а количество перевозимого АСА оборудования составляет 100-200 единиц. Соответственно, если компоновку АЦ можно осуществить с помощью интерактивных пакетов, хотя бы в неточном приближении, то проанализировать все возможные варианты компоновки АСА с учетом многочисленных требований эвристическим подходом, либо с помощью существующих интерактивных пакетов не представляется возможным.

2) Большое влияние на устойчивость ПА оказывает центр масс автомобиля. В АЦ максимальное влияние оказывают цистерны с водой и пенообразователем. Отклонение центра масс оборудования (при компоновке автоцистерны) от центра масс основного резервуара наблюдаться не будут. Это изначально снижает интерес к данному типу автомобиля. Комплектация же АСА осуществляется нестационарными емкостями, при этом их вес не превышает 30 кг. Следовательно, при компоновке данного автомобиля необходимо учитывать величину отклонения центра масс оборудования от центра масс базового шасси.

Решение проблемы компоновки аварийно-спасательного оборудования в кузовах АСА с учетом вышеописанных требований представляется возможным с помощью методов математического и компьютерного моделирования.

Анализ последних исследований и публикаций. Проведен анализ мировых тенденций совершенствования пожарных автомобилей, определены новые пути их развития и возникающие при этом требования [1]. В литературе [2] показано, что большую роль для маневренности, а следовательно для сокращения времени прибытия и развертывания автомобиля, играет компоновка его кузова. Исследования последних публикаций [3,4] показали, что произошли значительные изменения в создании и технических решениях специальной техники. Усовершенствованы типаж и концептуальные особенности автомобилей для пожарно-спасательной службы [3].

Постановка задачи и ее решение. Необходимо разместить набор оборудования в отсеках кузова автомобиля с учетом технологических, эксплуатационных и эргономических требований [5] в отсеках с переменными метрическими характеристиками. В качестве функции цели выбрано минимизацию времени задержек, вызванных нерациональным размещением оборудования. Пусть параметры области размещения (кузова) – A, B, C , где A – длина, B – ширина и C – его высота. У отсеков переменной является a_i – его длина. Постоянными метрическими характеристиками остается ширина отсека $b = B/2$ и его высота $c = C$. Сумма количества отсеков с одной и другой стороны кузова определена как $N = N1 + N2$, где $N1$ и $N2$ – количество отсеков с одной и другой стороны кузова. Но их количество с одной и другой стороны может не соответствовать одна другой, т.е. $N1 \neq N2$ (т.е. может быть следующая ситуация, например $N1=2, N2=4$ и др. комбинации).

Разработан алгоритм размещения выпуклых геометрических объектов в параллелепипеде.

Необходимо разместить объекты $T_i (i = 1, 2, \dots, n_I)$ (параллелепипеды, многогранники) в прямоугольном отсеке S_I с размерами $(a_I, b/2, c)$ с учетом ограничений и с минимизацией функции цели [5]. С учетом особенностей задачи, будем рассматривать всевозможные плотные компоновки объектов (количество которых $n_I!$) с точки зрения рассматриваемой функции цели. Под плотной упаковкой будем понимать размещение объектов $T_i (i = 1, 2, \dots, n_I)$ в параллелепипеде минимальной длины.

Рассмотрим алгоритм решения задачи плотной упаковки многогранных объектов с учетом ограничений задачи. В соответст-

вии с методом оптимизации по группам переменных размещение T_l будет происходить таким образом:

Шаг 1. T_1 размещаем в точке $(0,0,0)$ (вершине параллелепипеда $S_I = \{(x, y, z) \in R^3 \mid 0 \leq x \leq a_I - x^1_{\max}, 0 \leq y \leq b/2 - y^1_{\max}, 0 \leq z \leq c - z^1_{\max}\}$), где a_I - длина параллелепипеда S_I .

Рассмотрим процедуру размещения многогранника T_2 .

Шаг 2. Примем за точку (x_1^*, y_1^*, z_1^*) точку $(0,0,0)$ и транслируем поверхность $\tilde{\gamma}_{12}$ на полученный вектор (x_1^*, y_1^*, z_1^*) . Областью допустимых положений полюса O_2 , при которых выполняется условие $T_2 \subset S_I$, является параллелепипед $P_2 = \{(x, y, z) \in R^3 \mid 0 \leq x \leq a_I - x^2_{\max}, 0 \leq y \leq b/2 - y^2_{\max}, 0 \leq z \leq c - z^2_{\max}\}$, $\tilde{\gamma}_{12}$ - Ф-функция 0-уровня для выпуклых объектов T_1 и T_2 .

Шаг 3. Область D_2 допустимых положений полюса O_2 , при которых выполняется условие $T_2 \subset S_I$ и $\text{int } T_1 \cap \text{int } T_2 = \emptyset$ будет $D_2 = P_2 \setminus \tilde{\Gamma}_{12}$, где $\tilde{\Gamma}_{12}$ - область, границей которой является $\tilde{\gamma}_{12}$. Из области D_2 выбирается точка (x_2^*, y_2^*, z_2^*) такая, что $y_2^* = \min_{y \in D_2} y \mid x_2^* = 0, z_2^* = 0$.

Шаг 4. Аналогично размещается объект T_3 , для этого определяются параметры его размещения (x_3^*, y_3^*, z_3^*) и т.д. пока будут выполняться условия размещения объектов T_1, T_2, \dots, T_i в формируемом ряду.

Шаг 5. Если условия размещения в ряду не будут выполняться, переходим к заполнению следующего ряда в параллелепипеде, заданном $\left[\left(\max_i (x_i^* + a_i), 0, 0 \right), (a_I, 0, 0), (a_I, b/2, 0), \left(\max_i (x_i^* + a_i), b/2, 0 \right), \left(\max_i (x_i^* + a_i), 0, c \right), (a_I, 0, c), (a_I, b/2, c), \left(\max_i (x_i^* + a_i), b/2, c \right) \right]$ и т.д., пока рядами многогранников T_1, T_2, \dots, T_l не будет заполнен слой.

Шаг 6. Объекты T_{l+1}, \dots, T_{l+n} размещаются в области $\left[\left(0, 0, \max_l (z_i^* + c_i) \right), \left(a_I, 0, \max_l (z_i^* + c_i) \right), \left(a_I, b/2, \max_l (z_i^* + c_i) \right), \left(0, b/2, \max_l (z_i^* + c_i) \right), (0, 0, c), (a_I, 0, c), (a_I, b/2, c), (0, b/2, c) \right]$ и т.д.

В результате найдем вариант плотной упаковки многогранных объектов $T_i (i = 1, 2, \dots, n)$ в отсеке S_I минимальной длины и высоты, для которого определяется суммарное время задержек.

Шаг 7. Перебор ($n!$) вариантов плотной упаковки осуществляется по методу Монте – Карло. В результате перебора выбирается вариант с наилучшим временем.

Шаг 8. Конец алгоритма.

Решение задачи размещения оборудования в кузове АСА (количество контейнеров с одной и другой стороны кузова одинаковое, но длины у них попарно одинаковые) (рис 1). Из рисунка видно, что благодаря данному варианту компоновки происходит уменьшение высоты некоторых отсеков, что может позволить сокращению высоты всего кузова на 15%. Тем самым мы получим улучшение устойчивости за счет снижения габаритов и снижения центра масс кузова. Оборудование аппроксимировано параллелепипедами и многогранниками.

Упаковка проводилась по рядам и по слоям, учитывался ряд ограничений [6].

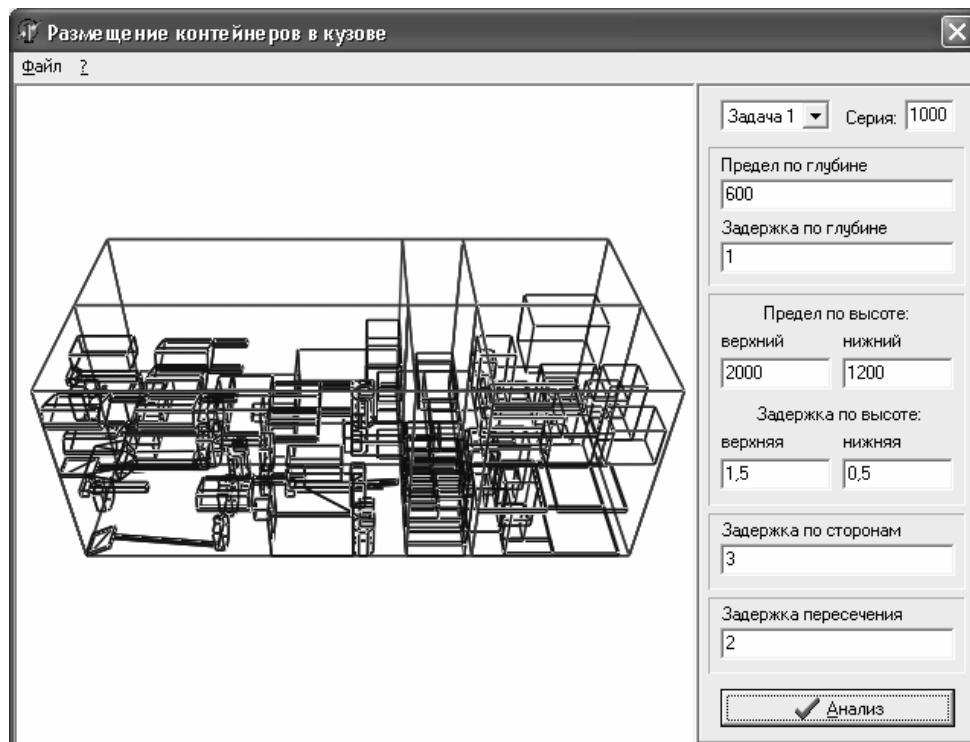


Рис. 1 – Решение задачи с невыпуклыми многогранниками

Приведенный наилучший результат получен на 6712-й перестановке, при переборе 100000 вариантов. Номера контейнеров

Калашников А.А., Поляк Т.Ю., Рашкевич С.А.

расположились в следующем порядке: 3 6 1 5 2 4. Время задержки при решении задачи составило: $6.600000000000000E+0001$ сек, т.е. 66 сек.

Выводы. Приведено обоснование выбора для компьютерного моделирования АСА, как, включающего в себя все признаки специальной техники. Разработано алгоритмическое обеспечение для решения задачи компоновки оборудования по отсекам с переменными и постоянными метрическими характеристиками отсеков.

Эффективность моделей, методов, алгоритмического и программного обеспечения показана при решении ряда конкретных примеров компоновки оборудования. По полученным результатам для АСА созданы рекомендации для всех выполняемых видов работ спасательными расчетами МЧС, создан табель спасательного расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковский Б.Л. и др. Пожарные аварийные и специальные машины: Учебное пособие/Б.Л. Кулаковский, В.И. Махонько, А.В. Кузнецов.- Мн.: Технопринт, 2002.– С. 217-268.
2. ТІТАЛлівський почерк. Науково-виробничий журнал Пожежна Безпека № 8 (83) 2006.- К.: Науково-виробниче підприємство «Спецпожсервіс», 2006.– С. 16-17.
3. Пивоваров В.В., Яковенко Ю.Ф. Типаж и концептуальные особенности автомобилей для пожарно-спасательной службы// Пожарное дело №3, 2003.– С. 28-29.
4. Яковенко Ю.Ф., Яковенко К.Ю. Концептуальные подходы к созданию и технические решения зарубежных пожарных автомобилей нового поколения // Пожаровзрывобезопасность. Т.12. № 2. 2003.– С. 58-63.
5. Калашніков О.О. Геометричне та комп'ютерне моделювання компонування обладнання спеціальної техніки швидкого реагування: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук. - Мелітополь, 2005.- 22 с.
6. Комяк В.М., Калашников А.А. Геометрическое и компьютерное моделирование некоторых процессов, возникающих при чрезвычайных ситуациях. Сборник научных трудов: Межведомственный научно-технический сборник. Спецвыпуск.-К.: Випол, 2004.– С. 232-236.