

## ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ В ПЛОСКОСТИ НА ЭВМ «МИНСК-1»

И. Э. НААЦ, Н. М. БЫЛИНО

(Представлена научным семинаром вычислительной лаборатории)

В работе [1] отмечалось, что модель заполнения пространства используется для описания геометрических свойств ряда дискретных структур. При этом совершенно очевидно, что как плотность заполнения, так и остальные геометрические характеристики [1] рассматриваемых структур зависят от геометрических свойств системы тел заполнения и формы заполняемого тела. Для простейшей правильной упаковки на плоскости можно аналитически оценить значение геометрических характеристик. Однако в общем случае, особенно для системы выпуклых тел разного диаметра, получение аналитических оценок весьма трудоемко.

В настоящей работе предлагается алгоритм цифрового моделирования процесса упаковки системой кругов прямоугольной области и определения функции однородности получаемых упаковок.

Остановимся на общем описании алгоритма упаковки. Пусть имеется прямоугольная область размером  $a \times b$  (рис. 1).

Будем считать, что заполнение области кругами (равного диаметра) осуществляется послойно. При этом в первом слое круги ложатся друг к другу слева направо, так что каждый касается одного круга слева и оси абсцисс. Заполнение осуществляется до круга с номером  $i$ , при этом контроль заполнения первого слоя осуществляется согласно неравенству

$$iD \leq b < (i+1)D.$$

Второй слой заполняется справа налево, при этом заполнение начинается с определения положения  $(i+1)$  круга (граничного). Положение этого круга определяется из условия касания  $i$ -ого круга правой границы

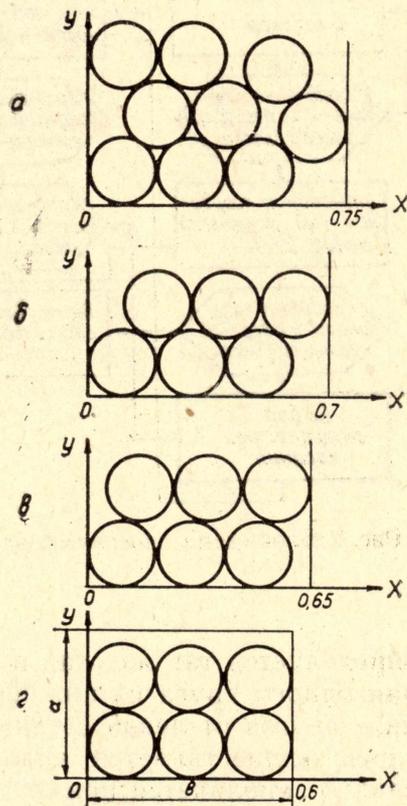


Рис. 1. Примеры заполнения прямоугольной области в зависимости от соотношения параметров  $a$  и  $b$

области. Положение следующего круга во втором слое с индексом  $(i+2)$  определяется из условия касания двух смежных кругов, которые выбираются следующим образом. Если  $b-iD \geq \frac{D}{2}$ , то круг  $(i+2)$  полностью ложится в «лунку» между кругами  $(i-1)$ -ым и  $i$ -ым нижнего слоя, и, следовательно, его положение определяется касанием именно этих кругов (рис. 1, а, б). Если же  $b-iD < \frac{D}{2}$ , то положение  $(i+2)$ -ого круга определяется из условия касания первого круга второго слоя, т. е.  $(i+1)$ -ого по порядку, упаковки и предпоследнего круга, т. е.  $(i-1)$ -ого нижнего слоя (рис. 1, в, г). Положение  $(i+3)$ -ого круга во втором слое

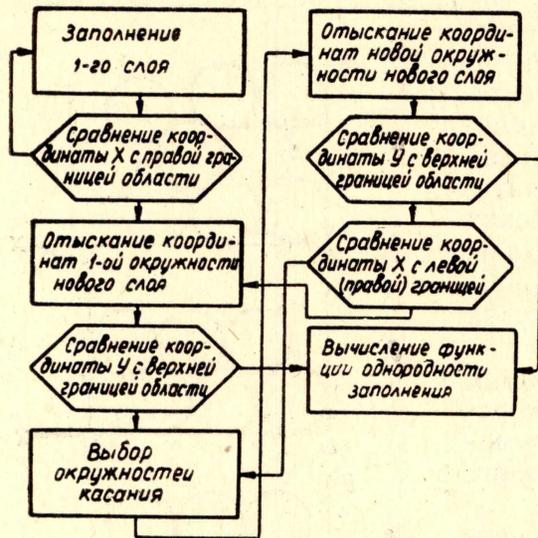


Рис. 2. Блок-схема программы на «Минск-1»

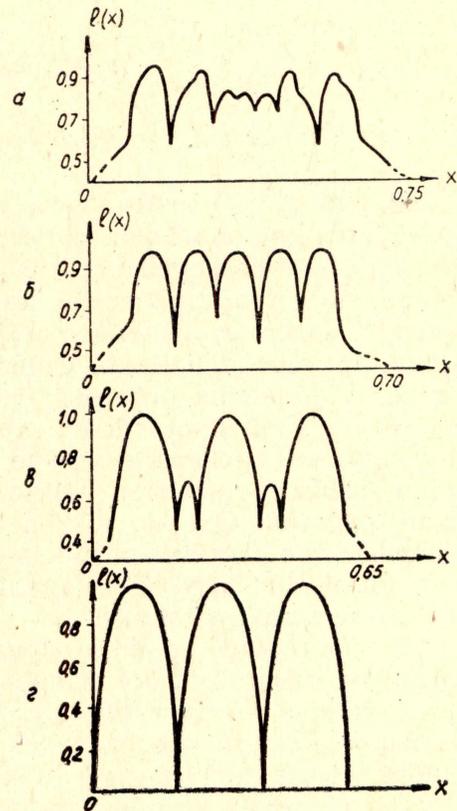


Рис. 3. Кривые  $l_y(x)$  рассчитанные для примеров по рис. 1

определяется так же, как и положение  $(i+2)$ -ого, т. е. из условия касания одного круга из нижнего слоя другого смежного справа. «Отражение» кругов от левой стенки области в конце второго и начале третьего слоев осуществляется аналогично вышесказанному. В результате послойно заполняется прямоугольная область кругами, т. е. определяются центры кругов, заполнивших эту область.

Определение плотности заполнения  $\rho$  осуществляется путем подсчета числа кругов, попавших в рассматриваемую область, и составлением отношения площади занятой к площади области. Коэффициент однородности заполнения  $l_y(x)$  подсчитывается следующим образом. Определяется прежде всего множество кругов (тоже множество индексов  $I(x)$ ), которые пересекаются прямой, параллельной оси  $y$  и пересекаю-

щей ось абсцисс в точке  $x$ , из условия  $|x-x_k| < \frac{D}{2}$  для всех  $k \in I(x)$ . Затем определяется длина хорды в круге с индексом  $k$ , лежащей на указанной прямой (луче), с последующим суммированием по всем  $k \in I(x)$ .

На рис. 2 представлена блок-схема программы заполнения прямоугольной области, реализованной на машине «Минск-1». На рис. 3 приведены кривые  $l_y(x)$  для соответствующих примеров расположения кругов в области на рис. 1. В указанных примерах последовательное уменьшение  $b$  деформирует решетку центров с соответствующим изменением геометрических свойств структуры, определяемой этой решеткой, что и отражено на рис. 3.

Расчеты велись на машине при следующих данных:  $D=0,2$ ,  $n$  — число слоев равно 5, значение  $b$  указано на рис. 3.

Аналогично цифровому моделированию могут быть подвергнуты более сложные случаи заполнения на плоскости, в частности заполнение системой кругов разного диаметра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. Э. На а ц. Вопросы геометрического описания дискретных структур. (Настоящий сборник).
-