

**Я. О. Выдра**  
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

## **СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ПОТТСА**

Модель Поттса – это обобщение модели Изинга, модель взаимодействия спинов на кристаллической решетке.

В модели Поттса каждый узел может находиться в одном из  $q \geq 2$  состояний, а энергия парного взаимодействия принимает одно значе-

ние, если взаимодействующие узлы находятся в одинаковых состояниях, и равна нулю, если они находятся в разных состояниях. С учетом этих особенностей гамильтониан модели Поттса может быть представлен в виде:

$$H_p = -J_p \sum_{(i,j)} \delta(s_i, s_j),$$

где  $\delta(s_i, s_j)$  – символ Кронекера, который равен единице, если  $s_i = s_j$ , и нулю в противном случае.

Сегментацию изображения можно рассматривать как задачу маркировки наблюдаемых пикселей  $y$  в соответствии с конечным набором дискретных состояний  $z \in \{1, \dots, k\}$ . Модель Поттса учитывает пространственную корреляцию между соседними метками в виде марковского случайного поля. Латентные метки удовлетворяют распределение Гиббса, которое определяется в терминах его условных вероятностей:

$$p(z_i | z_{\setminus i}, \beta) = \frac{\exp\{\beta \sum_{i \sim l} \delta(z_i, z_l)\}}{\sum_{j=1}^k \exp\{\beta \sum_{i \sim l} \delta(z_i, z_l)\}},$$

где  $\beta$  – обратная температура,  $z_{\setminus i}$  представляет все метки, кроме  $z_i$ ,  $i \sim l$  – соседние пиксели  $i$ ,  $\delta(u, v)$  – дельта-функция Кронекера. Таким образом,  $\sum_{i \sim l} \delta(z_i, z_l)$  – число соседей, имеющих одинаковую метку.

С помощью модели Поттса мы можем производить анализ изображений в R. Для этого существует библиотека `bayesImages`, где уже реализован анализ с помощью данной модели.