

Моделирование вращающихся пучков Гаусса-Лагерра в изображающей системе с препятствием

Горелых Д.А., Кириленко М.С.

Суперпозиция мод Гаусса-Лагерра

$$\Psi_{lm}(r, \varphi, z=0) = \exp\left(\frac{-r^2}{\sigma_0^2}\right) \left(\frac{\sqrt{2}r}{\sigma_0}\right)^{|m|} L_n^{|m|}\left(\frac{2r^2}{\sigma_0^2}\right) \exp(+im\varphi),$$

$$r^2 = x^2 + y^2, \varphi = \arctg\left(\frac{y}{x}\right), L_n^{|m|}(\cdot) \text{ полином Лагерра.}$$

Оптическая система без препятствия

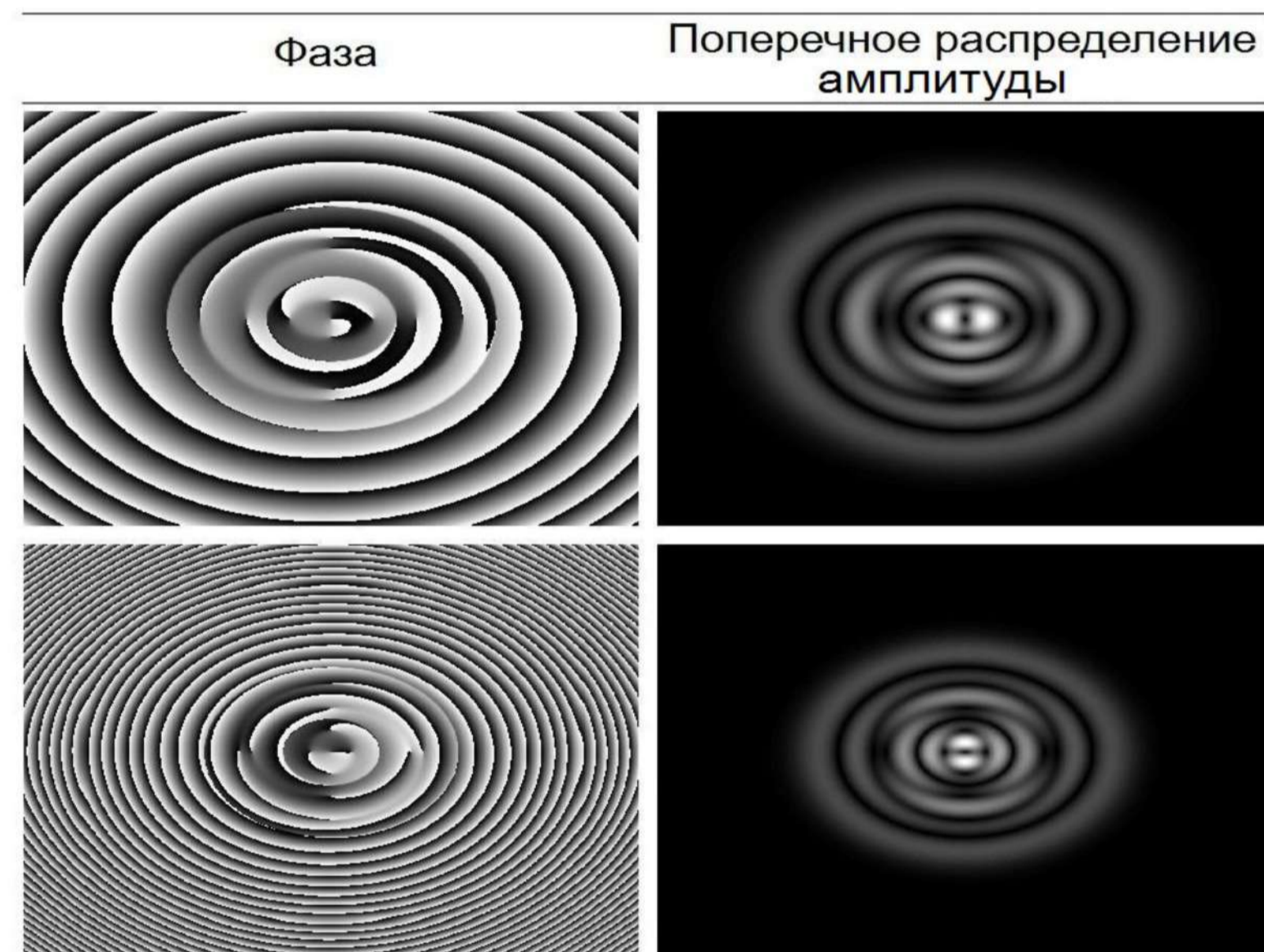


Рисунок 1. Распространение пучка вдоль оси распространения. Первая строка рисунка изображает пучок до преобразования, вторая строка изображает пучок после последовательного преобразования Френеля-Фурье-Френеля

Формула СКО

$$\sigma(I, I_a) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (I(i, j) - I_a(i, j))^2}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n I_a^2(i, j)}},$$

где I – амплитуда пучка без препятствия,

I_a – амплитуда пучка с препятствием.

Оптическая система с центрированным и смещенным препятствием

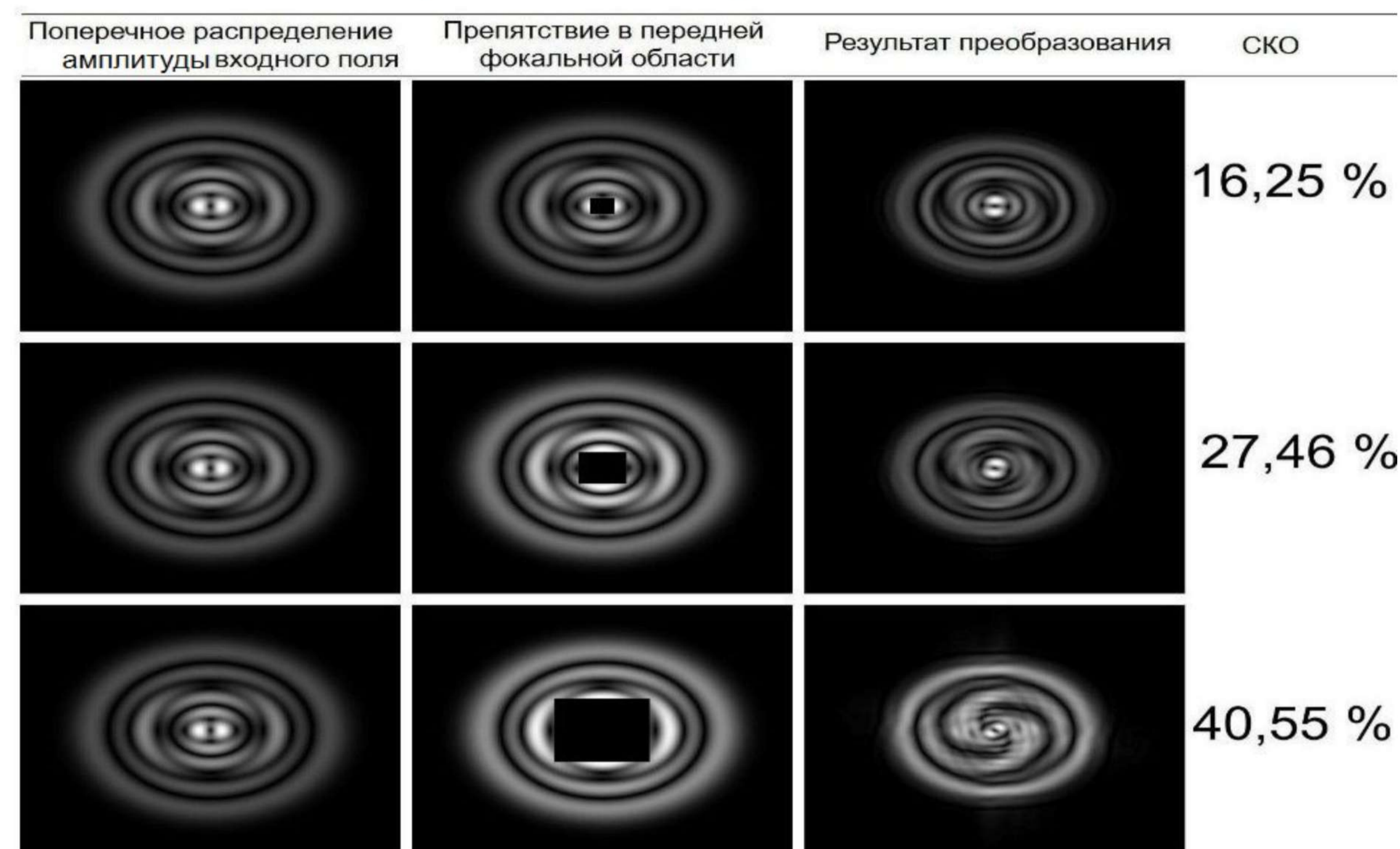


Рисунок 2. Распределение амплитуды при прохождении пучка через препятствие в центре

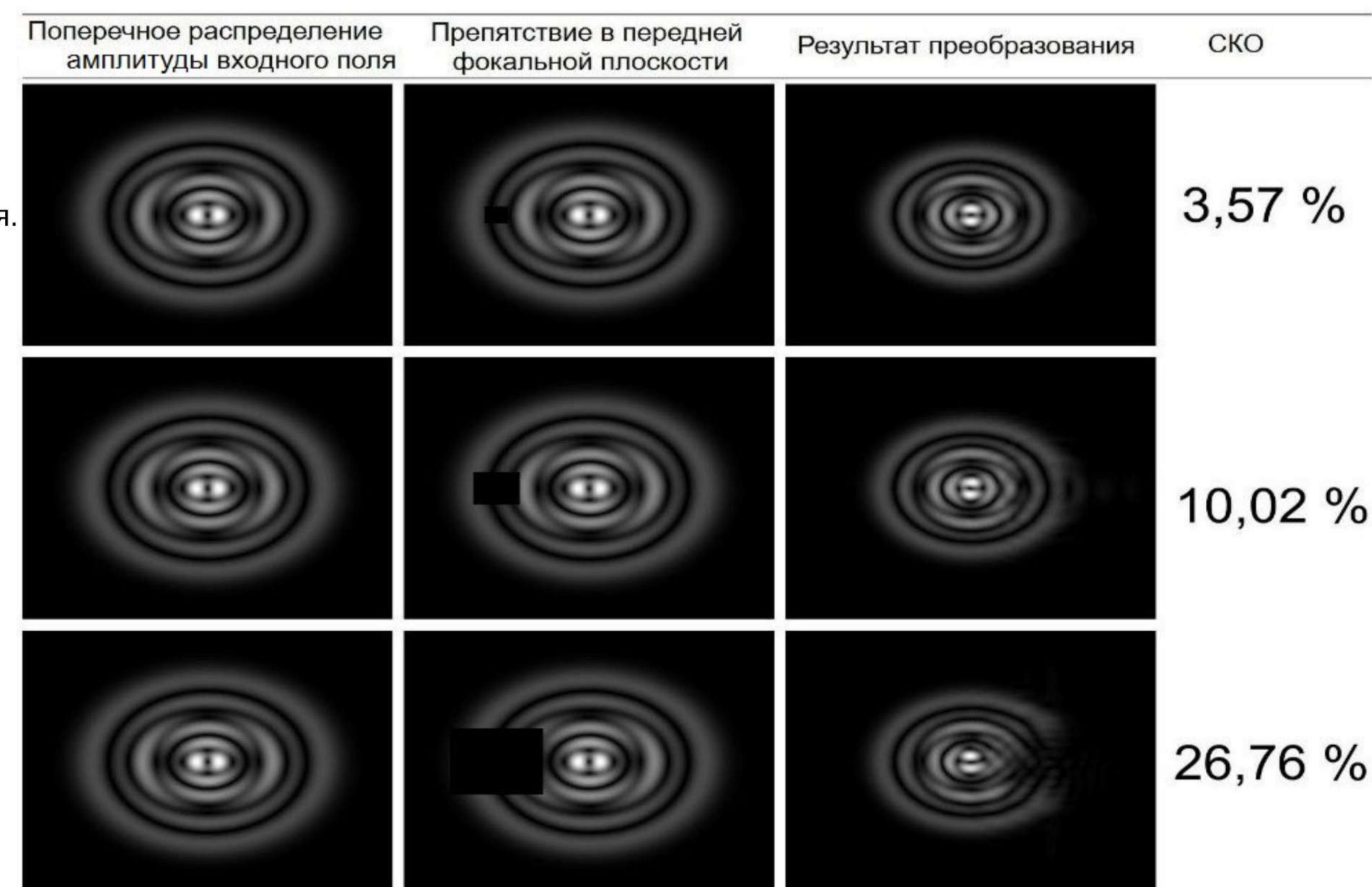


Рисунок 3. Распределение амплитуды при прохождении пучка через смещенное препятствие

Оптическая система с круглой диафрагмой

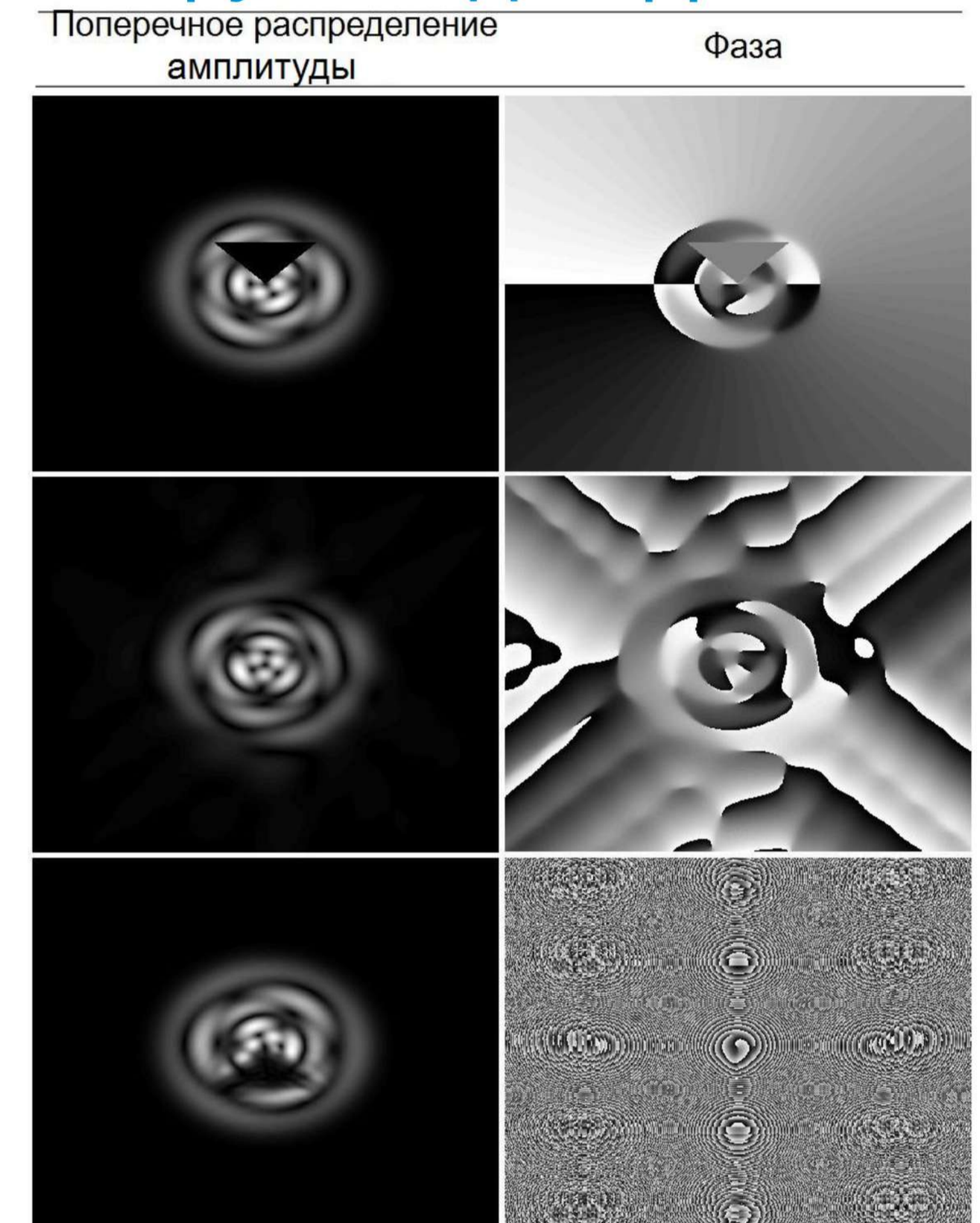


Рисунок 4. Распространение пучка через оптическую систему. Первый столбец рисунка изображает амплитудное сечение светового поля, второй столбец фазу светового поля.

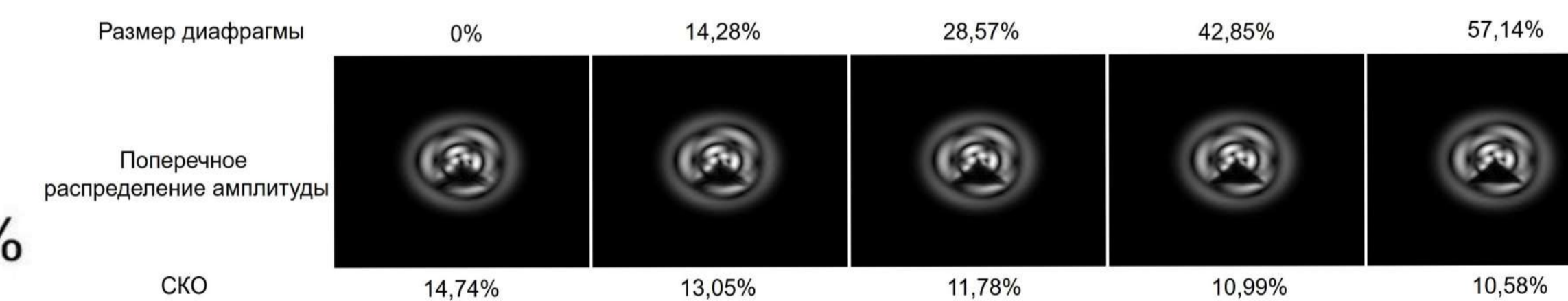


Рисунок 5. Поперечное распределение амплитуды при увеличении апертуры.

Заключение

Результаты моделирования в первом эксперименте показали, что при незначительных размерах препятствия пучок на выходе изображающей системы самовоспроизводится с незначительными отклонениями. Изображение скажется слабее, если препятствие смещено относительно центра и искажается сильнее, если расположено в самом центре.

Результаты моделирования во втором эксперименте показали, что пучок переносит изображение на расстояние с отклонениями. Без диафрагмы отклонения составляют не более 14,74% от идеального выходного изображения, чтобы уменьшить эту величину можно воспользоваться диафрагмой размером до 57,14% от размера светового поля, что приводит к СКО=10,58%.