

в виде двухфазной СМО смешанного типа с ограничением на продолжительность времени ожидания начала обслуживания.

Учет рассредоточенности по параметрам осуществлен при помощи выбора соответствующего распределения заявок во входном потоке и длительности времени обслуживания в СМО. В качестве такого распределения использовано гиперэрланговское распределение, которое представляет собой аддитивную смесь нормированных распределений Эрланга.

Расчет модели осуществляется путем применения методики расчета вероятностей состояний системы методом вложенных цепей Маркова. В результате были получены выражения для вероятностей переходов между состояниями и средних времен пребывания системы в отдельных состояниях с учетом гиперэрланговского распределения длительности времен обслуживания в СМО. Это позволило «уйти» от фиксированных значений интенсивностей переходов между состояниями системы и осуществлять расчеты с учетом различных параметров заявок.

**С. Л. Яцино, Е. В. Комракова**  
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

## **ПРОГРАМНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Нейронная сеть в (теории искусственного интеллекта) – упрощённая модель биологической нейронной сети.

Нейронные сети возникли из исследований в области искусственного интеллекта, а именно, из попыток воспроизвести способность биологических нервных систем обучаться.

Обучение персептрона – это обучение с учителем, т. е. должен существовать набор векторов  $(X^k, y_k), k = 1, 2, \dots, p$ , называемый обучающей выборкой.

Алгоритм обучения персептрона включает несколько шагов:

Шаг 0. Проинициализировать весовые коэффициенты  $w_i, i = 1, \dots, n$  небольшими случайными значениями.

Шаг 1. Подать на вход персептрона один из обучающих векторов  $X^k$  и вычислить ее выход  $y$ .

Шаг 2. Если выход правильный ( $y = y_k$ ), перейти на шаг 4. Иначе вычислить ошибку – разницу между верным и полученным значениями выхода:  $\delta = y_k - y$ .

Шаг 3. Весовые коэффициенты модифицируются по следующей формуле:  $w_{ij}^{t+1} = w_{ij}^t + v \cdot \delta \cdot x_i$ . Здесь  $t$  и  $t + 1$  – номера текущей и следующей итераций;  $v$  – коэффициент скорости обучения ( $0 < v \leq 1$ );  $x_i$ -я компонента входного вектора  $X_k$ .

Шаг 4. Шаги 1–3 повторяются для всех обучающих векторов. Один цикл последовательного предъявления всей выборки называется эпохой. Обучение завершается по истечении нескольких эпох, когда сеть перестанет ошибаться [1].

В результате работы были рассмотрены основы теории искусственных нейронных сетей. Был изучен и реализован алгоритм обучения персептрона. Было разработано приложение, которое позволит распознать нарисованный пользователем символ, а также обучить нейронную сеть распознавать любой символ.

### Литература

1 Лепский, А.Е. Математические методы распознавания образов / А. Е. Лепский, А. Г. Броневич. – Таганрог. : Изд-во: ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с.