

Н. Г. Титов, М. В. Кузьякина, К. А. Лебедев (Краснодар, КубГУ). **Прогнозирование уровня воды в реке горного типа с использованием нейросетевых технологий.**

Для разработки нейронной сети, позволяющей построить прогноз уровня воды в русле горной реки, с архитектурой многослойного персептрона и последующего ее обучения были использованы статистические данные о метеоусловиях на гидрологическом посту, расположенном на реке Мзымта, предоставленные Краснодарским центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды.

Предположим, что значения уровня воды в реке на момент времени t_i совпадают со значениями функции [1].

$$y(t_i) = f(x_1(t_{i-5}), x_1(t_{i-4}), x_1(t_{i-3}), x_1(t_{i-2}), x_1(t_{i-1}), x_2(t_{i-5}), x_2(t_{i-4}), x_2(t_{i-3}), x_2(t_{i-2}), x_2(t_{i-1})), \quad (1)$$

$$t_{i-5} < t_{i-4} < t_{i-3} < t_{i-2} < t_{i-1} < t_i, \quad i = 6, 7, \dots, n,$$

где $y(t_i)$ — прогнозируемый уровень воды в створе данной реки в районе гидрологического поста, $x_1(t_{i-5}), x_1(t_{i-4}), x_1(t_{i-3}), x_1(t_{i-2}), x_1(t_{i-1})$ — уровень воды в моменты $t_{i-5}, t_{i-4}, t_{i-3}, t_{i-2}, t_{i-1}$ соответственно, $x_2(t_{i-5}), x_2(t_{i-4}), x_2(t_{i-3}), x_2(t_{i-2}), x_2(t_{i-1})$ — количество осадков, выпавших в соответствующие моменты времени в окрестности русла горной реки. Пусть соотношение (1) определяет математическую модель процесса изменения уровня воды в реке горного типа.

Архитектура построенной согласно (1) нейронной сети для прогноза паводков в русле указанной реки определяется как многослойный персептрон (трехслойный), имеющий на первом слое 8 нейронов, на втором — 5, на третьем — 1. Использовался пакет прикладных программ Statistica 6.1.

В каждый нейрон подаются входные значения x_i с некоторой поправкой $w_i(x_i)$, затем сумма $w_1(x_1) + w_2(x_2) + w_3(x_3)$ поступает на передаточную функцию $f(w_1(x_1) + w_2(x_2) + w_3(x_3))$, где $w_i(x_i)$, $i = 1, 2, 3$ принято называть соответственно входными дендритами и синапсами [2].

Описанная нейронная сеть использует алгоритм обучения обратного распространения, который использует несколько слоев нейронов связанных между собой. Задача обучения нейронной сети сводится к нахождению функциональной зависимости $y = f(x)$. Для сужения области поиска необходимых весов необходимо уменьшить функцию ошибки нейронной сети. Это достигается с помощью метода обратных квадратов [2]. Вторым этапом обучения нейронной сети являлось обучение методом градиентного спуска [2]. Для обучения описанной нейронной сети были использованы данные об уровне воды и количества осадков в реке Мзымта за январь–декабрь 2010 года.

Сравнивая полученные результаты с результатами опубликованными в [1] можно сделать следующие выводы. Метод, основанный на регрессионном анализе, показывает большую стандартную ошибку ($10,21772 > 8,693615$), по сравнению с методом, основанном на использовании нейросетевых технологий. Визуализация полученных результатов, представленная на рис., подтверждает проведенные расчеты.



Рис. График ошибок

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-96518 р_юг_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Титов Н. Г., Семенчин Е. А.* Об оценке коэффициентов в уравнении линейной регрессии, описывающем изменения уровня воды в русле горной реки. — Изв. Кубанского государственного ун-та. Естеств. науки., 2013, № 1(2), с. 49–51.
2. *Медведев В. С., Потемкин В. Г.* Нейронные сети. М.: Диалог МИФИ, 2002, 496 с.