

## АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ РОБОТОВ

Дубинина М.Г.

Центральный экономико-математический институт РАН, Россия, 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47, тел. (499)7242532, Факс: (495)1291400, mgdub@yandex.ru

Анализ технико-экономических показателей и тенденций развития робототехники в строительстве проведен на примере роботов для сноса зданий и отдельных конструкций (демонтажные роботы, demolition robots), а также строительных 3D принтеров.

На основании технических характеристик 35 роботов для сноса (28 из которых произведены компанией Brokk и 7 – Husquarna, выпущенных в период 1991-2019 гг.) построена модель зависимости логарифма цены этих аппаратов от их технических показателей вида  $\ln(Y) = a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + a_4 * g_2 + a_5 * g_3 + a_6 * g_4 + b$ , где  $Y$  – цена робота, тыс. долл.,  $x_1$  – отношение давления в гидравлической системе, мПа,  $k$  ее емкости, л;  $x_2$  – максимальный вылет стрелы, м;  $x_3$  – масса робота без навесного оборудования, т;  $g_i$  – фиктивная переменная, равная 1, если модель робота принадлежит поколению  $i$  ( $i = 2, 3, 4$ ), и 0 – в противном случае.

В результате моделирования получены следующие оценки параметров:  $a_1 = 1.21$  (2.4),  $a_2 = 0.77$  (3.9),  $a_3 = -0.37$  (-2.3),  $a_4 = 0.65$  (2.2),  $a_5 = 0.67$  (2.2),  $a_6 = 0.97$  (2.8),  $b = 0.52$  (0.7),  $R^2 = 0.68$ . Полученные результаты свидетельствуют о росте логарифма цены по поколениям, а также о положительной эластичности цены по показателю отношения давления в системе к емкости гидравлической системы, максимального вылета стрелы и отрицательной – от массы робота без навесного оборудования.

Другое направление использования роботов в строительстве – 3D-принтеры для печати зданий и отдельных сооружений городской среды (например, мостов). Анализ технико-экономических характеристик этого вида строительных роботов произведен на примере 14 строительных 3D-принтеров производства компаний США, Италии, Словении, Франции, Нидерландов 2014-2019 гг. выпуска. Для этих роботов исследовались такие показатели, как скорость печати, размер печатаемого слоя, габариты принтера, его масса. Построена модель зависимости цены ( $y$ , тыс. долл.), от технического показателя, равного произведению площади печатаемой поверхности на скорость печати ( $x$ , м<sup>3</sup>/сек) и от года разработки модели ( $t = T - 2013$ ):  $y = 1.31 * x + 55.7 * t - 142.6$ ,  $R^2 = 0.81$ . Для логарифма цены получена зависимость  $\ln y = 0.007 * x + 0.53 * t + 2.13$ ,  $R^2 = 0.79$ . Таким образом, эластичность цены 3D-принтера от технического показателя составляет 0.007.