

УДК 519.816.8:69

О. А. Шевчук (аспирант)

Донецкий национальный технический университет

ks81@rambler.ru

СТАТИЧЕСКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА РАСХОДОВ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Работа посвящена разработке статических статистических моделей прогноза, которые позволят осуществить прогноз расходов от использования строительной техники строительного-монтажной организации по месяцам.

Ключевые слова: Статическая статистическая модель, прогноз, строительная техника, расход предприятия

Постановка проблемы

Многообразие и сложность задач, стоящих сегодня перед строительной организацией, определяют необходимость организации планирования с учетом постоянно изменяющихся условий и особенностей экономики Украины. Актуальной является задача повышения эффективности использования строительных машин и механизмов.

Анализ литературных источников

Результаты исследований, выполненных в направлении повышения общей эффективности строительной отрасли, оптимизации экономической и производственной структуры ведущих участников строительного-инвестиционного процесса, изложены в работе [1].

В [2] изложены формализованные и интуитивные методы прогнозирования, уделено внимание статистическим методам прогнозирования и прикладным аспектам разработки прогнозов на различных уровнях иерархии.

В работе [3] разработаны математические модели прогноза использования строительной техники с декомпозицией на год, квартал, месяц. Указанные выражения являются параметрической моделью-структурой и предназначены для описания класса объектов одной природы.

Постановка задачі

С помощью процедур параметрической идентификации необходимо получить линейные статические статистические модели прогноза расходов от использования строительной техники и механизмов, которые будут учитывать случайный характер колебания факторов предыдущего периода и позволят сотруднику планово-производственного отдела строительномонтажной организации рассчитать поливариантные расходы предприятия от использования строительной техники по месяцам.

Изложение основного материала

Для достижения поставленной цели необходимо: определить параметры математической модели загрузки строительной техники [3] и вычислить оценки качества модели (дисперсию остаточную масштабированную).

Одним из традиционных и в тоже время удобных способов описания статистических зависимостей является линейная регрессия. Диагностика регрессионных моделей позволяет обнаружить несоответствие модели исходным данным и улучшить построенную модель. В соответствии со сказанным, в работе рассматриваются линейные модели множественной регрессии.

Для определения параметров регрессионных полиномов на основании статистических данных работы конкретного строительного предприятия за период с 01.01.2007г. по 31.12.2012г. составлены информационные матрицы значений факторов и вектора откликов по каждому месяцу года. В качестве факторов выступают значения расходов от использования выделенных групп строительной техники. Компонентами вектора откликов являются значения расходов строительномонтажной организации от использования техники по каждому месяцу года при соответствующих значениях факторов.

В связи с сезонным характером выполнения строительномонтажных работ и соответствующей загрузкой техники, рассматриваются модели для каждого месяца.

В результате решения задачи определения параметров найдены значения параметров регрессионных полиномов. Таким образом, получены следующие линейные статические статистические модели прогноза расходов от использования строительных машин и механизмов по каждому месяцу (в денежном эквиваленте).

Январь.

$$y_1 = -51933,28 + 12,37x_1 + 3,8x_2 + 24,97x_3 + 119,87x_4 + 27,51x_5 + 6,76x_6 + 0,71x_7 + 2,01x_8 + 0,45x_9 + 1777,69x_{10} + 3812,17x_{11} + 11042,06x_{12} + 24,63x_{13}, \quad (1)$$

где y_1 – расход от использования техники за январь (тыс.грн.);

x_i – расход от использования техники группы i , $i = \overline{1,13}$ (тыс.грн.), а именно:

x_1 – погрузчиков;

x_2 – экскаваторов;

x_3 – бульдозеров;

x_4 – катков;

x_5 – скреперов;

x_6 – роботов;

x_7 – кранов;

x_8 – автокранов;

x_9 – автомобилей;

x_{10} – автовышек;

x_{11} – виброплит;

x_{12} – тракторов;

x_{13} – бурильно-крановых машин и механизмов.

Для полученной зависимости (1) вычислена следующая оценка качества модели – дисперсия остаточная масштабированная $S_{1z}^2 = 0,08$.

Исходя из коэффициентов значимости t_j , $j = \overline{1,13}$, составим ряд, который будет характеризовать степень влияния факторов на отклик:

$$x_{12} \succ x_{13} \succ x_5 \succ x_1 \succ x_8 \succ x_3 \succ x_{11} \succ x_4 \succ x_2 \succ x_{10} \succ x_6 \succ x_7 \succ x_9. \quad (2)$$

Таким образом, наиболее активно в данном месяце будут использоваться трактора (x_{12} ; $t_{12} = 6,28$), бурильно-крановые машины (x_{13} ; $t_{13} = 5,48$). Менее всего загружены будут краны (x_7 ; $t_7 = 0,44$) и автомобили (x_9 ; $t_9 = 0,17$). Указанная загрузка техники связана с выполнением подготовительных работ на объектах.

Февраль.

$$y_2 = -42575,13 + 9,82x_1 + 9,86x_2 + 0,29x_3 + 23x_4 + 22,24x_5 + 3,34x_6 + 7,45x_7 + 7,02x_8 + 1,61x_9 + 543,06x_{10} + 3134,23x_{11} + 7310,06x_{12} + 3156,49x_{13}, \quad (3)$$

где y_2 – расход от использования техники за февраль (тыс.грн.); $S_{1z}^2 = 0,11$.

Согласно ряду, составленному по коэффициентам значимости,

$$x_2 \succ x_{12} \succ x_{10} \succ x_9 \succ x_4 \succ x_5 \succ x_6 \succ x_{11} \succ x_{13} \succ x_1 \succ x_8 \succ x_7 \succ x_3, \quad (4)$$

наибольшая активность характерна для экскаваторов (x_2 ; $t_2 = 5,36$) и

тракторів $(x_{12}; t_{12} = 4,84)$. Менше всего будут загружены краны $(x_7; t_7 = 0,64)$ и бульдозеры $(x_3; t_3 = 0,1)$. Такая загрузка техники свойственна февралю – начинают проводить земляные работы.

Март.

$$y_3 = -33443,07 + 9,67x_1 + 3,45x_2 + 7,15x_3 + 10,68x_4 + 1416,94x_5 + 6,5x_6 + 10,37x_7 + (5) \\ + 7,11x_8 + 2,76x_9 + 90,42x_{10} + 2376,98x_{11} + 390,81x_{12} + 638,05x_{13},$$

где y_3 – расход от использования техники за март (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,05$.

Согласно составленному по коэффициентам значимости ряду

$$x_7 \succ x_{13} \succ x_3 \succ x_4 \succ x_8 \succ x_{10} \succ x_2 \succ x_9 \succ x_6 \succ x_{11} \succ x_1 \succ x_5 \succ x_{12}, \quad (6)$$

наибольшая активность в данном месяце характерна для кранов $(x_7; t_7 = 5,22)$ и бурильно-крановых машин $(x_{13}; t_{13} = 5,2)$. Менее всего загруженными будут такие группы техники, как скреперы $(x_5; t_5 = 1,52)$ и трактора $(x_{12}; t_{12} = 0,37)$. Выполнение буронабивных и свайных работ обуславливает загрузку указанных групп техники.

Апрель.

$$y_4 = -94505,16 + 33,69x_1 + 3,36x_2 + 9,9x_3 + 28,78x_4 + 65,93x_5 + 15,37x_6 + 6,9x_7 + (7) \\ + 4,16x_8 + 1,13x_9 + 333,57x_{10} + 1240,91x_{11} + 776,45x_{12} + 388,66x_{13},$$

где y_4 – расход от использования техники за апрель (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,09$.

Составим ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик:

$$x_{11} \succ x_{10} \succ x_3 \succ x_{12} \succ x_8 \succ x_4 \succ x_1 \succ x_5 \succ x_2 \succ x_7 \succ x_6 \succ x_9 \succ x_{13}. \quad (8)$$

Исходя из полученного ряда, наибольшая активность свойственна следующим группам техники: виброплиты $(x_{11}; t_{11} = 4,41)$, автовышки $(x_{10}; t_{10} = 3,87)$, бульдозеры $(x_3; t_3 = 3,66)$. Наименьшая загрузка характерна для автомобилей $(x_9; t_9 = 1,28)$ и бурильно-крановых машин $(x_{13}; t_{13} = 1,07)$. Данная загрузка техники обусловлена окончанием буронабивных и свайных работ и началом бетонных работ.

Май.

$$y_5 = -6432,68 + 3,13x_1 + 2,51x_2 + 8,38x_3 + 33,01x_4 + 956,94x_5 + 25,39x_6 + (9) \\ + 19,71x_7 + 14,45x_8 + 2,71x_9 + 230,31x_{10} + 138,79x_{11} + 638,3x_{12} + 265,88x_{13},$$

где y_5 – расход от использования техники за май (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,09$.

Согласно ряду, составленному по коэффициентам значимости,

$$x_9 \succ x_5 \succ x_4 \succ x_3 \succ x_7 \succ x_{12} \succ x_8 \succ x_6 \succ x_2 \succ x_{13} \succ x_{11} \succ x_{10} \succ x_1, \quad (10)$$

наиболее активно используются автомобили $(x_9; t_9 = 4,72)$, скреперы $(x_5; t_5 = 3,76)$ и катки $(x_4; t_4 = 3,29)$, что обусловлено сезонностью

выполнения погрузочно-разгрузочных работ (засыпка траншей и котлованов). Низкая загрузка техники характерна для автовышек ($x_{10}; t_{10} = 0,82$) и погрузчиков ($x_1; t_1 = 0,46$).

Июнь.

$$y_6 = -4413,26 + 4,3x_1 + 2,6x_2 + 8,28x_3 + 42,99x_4 + 233,87x_5 + 7,75x_6 + 21,83x_7 + (11) \\ + 100,77x_8 + 1,17x_9 + 516,33x_{10} + 96,91x_{11} + 333,42x_{12} + 552,96x_{13},$$

где y_6 – расход от использования техники за июнь (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,08$.

Составим ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик:

$$x_8 \succ x_{13} \succ x_3 \succ x_{10} \succ x_4 \succ x_1 \succ x_5 \succ x_7 \succ x_{12} \succ x_2 \succ x_6 \succ x_{11} \succ x_9. \quad (12)$$

Таким образом, наиболее активно в данном месяце будут использоваться автокраны ($x_8; t_8 = 4,57$), бурильно-крановые машины ($x_{13}; t_{13} = 4,24$). Менее всего загружены будут виброплиты ($x_{11}; t_{11} = 1,59$) и автомобили ($x_9; t_9 = 1,43$). Указанная загрузка техники связана с сезонным выполнением строительно-монтажных работ – буронабивные и свайные, каменные, погрузочно-разгрузочные.

Июль.

$$y_7 = -6339,1 + 10,2x_1 + 0,77x_2 + 7,59x_3 + 35,94x_4 + 89,3x_5 + 30,45x_6 + 63,76x_7 + (13) \\ + 61,94x_8 + 1,13x_9 + 122,24x_{10} + 98,06x_{11} + 239,65x_{12} + 85,46x_{13},$$

где y_7 – расход от использования техники за июль (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,07$.

Согласно составленному по коэффициентам значимости ряду

$$x_8 \succ x_1 \succ x_7 \succ x_5 \succ x_6 \succ x_{11} \succ x_3 \succ x_4 \succ x_9 \succ x_{10} \succ x_{12} \succ x_2 \succ x_{13}, \quad (14)$$

наибольшая активность в данном месяце характерна для автокранов ($x_8; t_8 = 4,86$), погрузчиков ($x_1; t_1 = 4,83$) и кранов ($x_7; t_7 = 4,24$). Это обусловлено выполнением погрузочно-разгрузочных, каменных работ. Менее всего загруженными будут такие группы техники, как экскаваторы ($x_2; t_2 = 0,52$) и бурильно-крановые машины ($x_{13}; t_{13} = 0,43$).

Август.

$$y_8 = -7968,77 + 4,77x_1 + 2,08x_2 + 1,05x_3 + 12,93x_4 + 70,16x_5 + 25,16x_6 + (15) \\ + 230,59x_7 + 31,44x_8 + 0,9x_9 + 880,23x_{10} + 681,67x_{11} + 786,54x_{12} + 166,51x_{13},$$

где y_8 – расход от использования техники за август (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,05$.

Анализ коэффициентов значимости позволил построить следующий ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик

$$x_7 \succ x_5 \succ x_6 \succ x_{10} \succ x_{12} \succ x_{11} \succ x_8 \succ x_4 \succ x_2 \succ x_1 \succ x_{13} \succ x_9 \succ x_3. \quad (16)$$

Согласно данному ряду, в августе наибольшая загруженность

характерна для таких груп техніки, як крани ($x_7; t_7 = 5,31$), скрепери ($x_5; t_5 = 4,46$), роботи ($x_6; t_6 = 4,4$). Наименьшая активность – у автомобилей ($x_9; t_9 = 0,94$) и бульдозеров ($x_3; t_3 = 0,79$). Такая загрузка техники обусловлена выполнением каменных, изоляционных и кровельных работ.

Сентябрь.

$$y_9 = -11389,38 + 8,86x_1 + 2,27x_2 + 8,31x_3 + 10,08x_4 + 95,21x_5 + 31,97x_6 + 21,44x_7 + 3,88x_8 + 1,85x_9 + 471,76x_{10} + 807,97x_{11} + 556,78x_{12} + 381,34x_{13}, \quad (17)$$

где y_9 – расход от использования техники за сентябрь (тыс.грн.);

$$S_{1z}^2 = 0,1.$$

Составим ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик

$$x_6 \succ x_{10} \succ x_5 \succ x_{13} \succ x_8 \succ x_9 \succ x_3 \succ x_4 \succ x_{11} \succ x_7 \succ x_{12} \succ x_2 \succ x_1. \quad (18)$$

Согласно составленному ряду, менее всего в данном месяце будут загружены экскаваторы ($x_2; t_2 = 1,1$) и погрузчики ($x_1; t_1 = 0,94$). Наибольшая активность характерна для роботов ($x_6; t_6 = 4,12$), автовышек ($x_{10}; t_{10} = 4,07$), скреперов ($x_5; t_5 = 3,4$), что обусловлено выполнением изоляционных, кровельных и электромонтажных работ.

Октябрь.

$$y_{10} = -28202,46 + 14,33x_1 + 7,22x_2 + 4,92x_3 + 8,13x_4 + 22,26x_5 + 11,46x_6 + 12,47x_7 + 2,09x_8 + 3,43x_9 + 201,82x_{10} + 266,98x_{11} + 573,44x_{12} + 723,5x_{13}, \quad (19)$$

где y_{10} – расход от использования техники за октябрь (тыс.грн.);

$$S_{1z}^2 = 0,08.$$

Исходя из коэффициентов значимости, составим ряд, который будет характеризовать степень влияния факторов на отклик

$$x_{13} \succ x_{10} \succ x_2 \succ x_{12} \succ x_7 \succ x_9 \succ x_6 \succ x_8 \succ x_1 \succ x_4 \succ x_3 \succ x_{11} \succ x_5. \quad (20)$$

Таким образом, наиболее активно в данном месяце будут использоваться бурильно-крановые машины ($x_{13}; t_{13} = 4,68$) и автовышки ($x_{10}; t_{10} = 3,83$). Менее всего загружены будут виброплиты ($x_{11}; t_{11} = 1,29$) и скрепери ($x_5; t_5 = 0,74$). Указанная загрузка техники связана с сезонным выполнением строительно-монтажных работ – монтаж строительных конструкций, окон и дверей, кровельные работы.

Ноябрь.

$$y_{11} = -14651,08 + 4,28x_1 + 6,93x_2 + 0,41x_3 + 28,74x_4 + 260,3x_5 + 5,87x_6 + 3,35x_7 + 3,12x_8 + 3,89x_9 + 60,25x_{10} + 1081,74x_{11} + 2522,95x_{12} + 1089,41x_{13}, \quad (21)$$

где y_{11} – расход от использования техники за ноябрь (тыс.грн.);

$$S_{1z}^2 = 0,11.$$

Составим ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик,

$$x_2 \succ x_{12} \succ x_{10} \succ x_9 \succ x_4 \succ x_5 \succ x_6 \succ x_{11} \succ x_{13} \succ x_1 \succ x_8 \succ x_7 \succ x_3. \quad (22)$$

Согласно (22), менее всего в данном месяце будут загружены краны $(x_7; t_7 = 0,64)$ и бульдозеры $(x_3; t_3 = 0,1)$. Наибольшая активность характерна для экскаваторов $(x_2; t_2 = 5,36)$, тракторов $(x_{12}; t_{12} = 4,84)$, автовышек $(x_{10}; t_{10} = 3,43)$.

Декабрь.

$$y_{12} = -568,61 + 1,84x_1 + 55,59x_2 + 14,71x_3 + 43,41x_4 + 59,6x_5 + 10,09x_6 + 27,15x_7 + 2,02x_8 + 7,64x_9 + 69,52x_{10} + 4,04x_{11} + 98,94x_{12} + 47,52x_{13}, \quad (23)$$

где y_{12} – расход от использования техники за декабрь (тыс.грн.);
 $S_{1z}^2 = 0,08$.

Анализ коэффициентов значимости позволил построить следующий ряд, характеризующий степень влияния факторов на отклик,

$$x_9 \succ x_{12} \succ x_8 \succ x_5 \succ x_{10} \succ x_2 \succ x_{13} \succ x_4 \succ x_6 \succ x_7 \succ x_3 \succ x_1 \succ x_{11}. \quad (24)$$

Согласно данному ряду, в декабре наибольшая загруженность характерна для таких групп техники, как автомобили $(x_9; t_9 = 4,81)$, трактора $(x_{12}; t_{12} = 4,16)$, автокраны $(x_8; t_8 = 3,75)$. Наименьшая активность – у погрузчиков $(x_1; t_1 = 1,36)$ и виброплит $(x_{11}; t_{11} = 0,2)$.

Выводы

Научная новизна данной работы заключается в разработке линейных статических статистических моделей прогноза расходов от использования строительных машин и механизмов, которые учитывают случайный характер колебания значений факторов предыдущего периода.

Практическая значимость состоит в том, что полученные модели позволяют пользователю – планово-производственному отделу строительно-монтажной организации – рассчитать поливариантные расходы предприятия от использования строительной техники по месяцам.

Список литературы

1. Олейник Н.П. Организация строительства. Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы. – М.: Профиздат, 2001. – 408 с.
2. Антохонова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: Учебное пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 212 с.
3. Криводубский О.А. Математическая модель планирования строительно-монтажных работ / О.А. Криводубский, О.А. Шевчук // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.:ХУПС, 2012. Вип. 4 (33). – С. 144-148.

Поступила в редколлегию 20.11.2013р.

Рецензент: к.т.н., доц. Григорьев А.В.

О. О. Шевчук

Донецький національний технічний університет

Статичні статистичні моделі прогнозу витрат від використання будівельної техніки. Робота присвячена розробці статичних статистичних моделей прогнозу, які дозволять здійснити прогноз витрат від використання будівельної техніки будівельно-монтажної організації по місяцях.

Ключові слова: Статична статистична модель, прогноз, будівельна техніка, витрати підприємства

O. A. Shevchuk

Donetsk National Technical University

Static statistical forecast models of expenses from use of construction equipment. The diversity and complexity of the tasks now facing the construction organization, determine the need of organizations planning to meet changing conditions and characteristics of the Ukrainian economy. Relevant is the task of improving the efficiency of construction machinery. In one of the author's works were previously developed mathematical models forecast use of construction equipment with decomposition by year, quarter, month. These expressions are parametric model-structure and are intended to describe the class of objects of the same nature. Using parametric identification procedures in this paper need to get static linear statistical models forecast costs from the use of construction equipment and tools that will take into account random fluctuations factors of the previous period and allowing employees to production planning department construction organization polyvariant calculate costs of the company from the use of construction equipment by month. To achieve this goal it is necessary to: determine the parameters of the mathematical model of load construction equipment and calculate quality assessment model (residual variance scaled). One of the traditional and at the same time convenient ways to describe the statistical relationships is the linear regression. Diagnosis regression models can detect inconsistency source data model and improve the models. In accordance with the above, in this paper we consider the linear multiple regression models. To determine the parameters of the regression polynomials on the basis of statistical data of a particular construction company for the period from 01.01.2007 till 31.12.2012. Information compiled a matrix of values of factors and response vector for each month of the year. The factors are the flow rates from the use of selected groups of construction machinery. Responses are components of the vector flow values of the installation company from the use of technology for each month of the year for the corresponding values of factors. Due to the seasonal nature of construction and installation works and corresponding loading technique, the models for each month are considered. As a result of solving the problem of determining the parameters of the regression parameters found polynomials. Thus, static linear statistical models of forecast costs from the use of construction machines and mechanisms for each month (in monetary terms) are obtained. Scientific novelty of this work is to develop statistical models of linear static forecast costs from the use of construction machines and mechanisms that take into account the random nature of the variation of the factors of the previous period. The practical significance is that the obtained models allow the user – Production Planning Department construction organization – polyvariant calculate costs of the company from the use of construction equipment by month.

Keywords: Static statistical model, forecast, construction equipment, the expenditures of the enterprise.