УДК 69.003

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.

Себова А.Ю., Федорук А.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Вступление.

За последнее время в строительстве произошли серьезные количественные и качественные изменения, которые вызвали ряд трудностей в области управления и организации строительного производства, обусловленных постоянным снижением масштабов и объемов строительства, повышением требований к качеству возводимых объектов, ликвидацией крупных организаций и, следовательно, увеличением количества участников строительства [1]. То есть нестабильные рыночные условия требуют пересмотра существующих подходов и применения статистического моделирования к определению количества инженерно-технического персонала.

Основная часть.

Опытным путем было определено, что на количество инженерно-технического персонала в составе генподрядной организационной структуры управления в большей степени влияют четыре показателя:

1) количество инженерно-технического персонала(N);

2) численность работающих на строительно-монтажных работах и в подсобном производстве (P);

3) годовое число строящихся объектов (Q);

4) годовой объем строительно-монтажных работ (Qc).

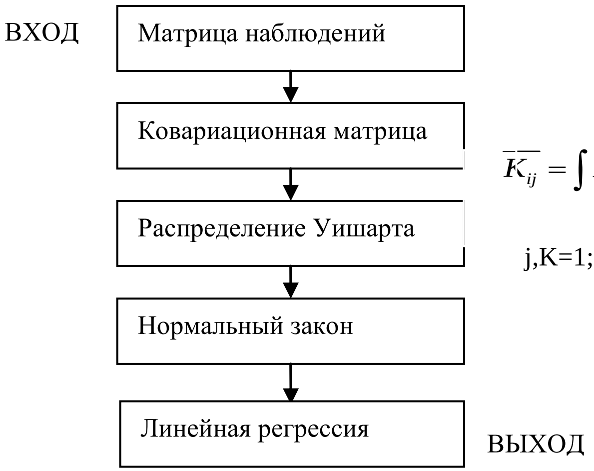
Данные показатели являются переменными показателями, так как их значения зависят от большого количества случайных факторов. Таким образом, для расчета количества аппарата управления применим многомерный закон нормального распределения[2].

Формируем статистическую модель количества инженерно-технического персонала [3].

1. Нормальный закон распределения случайного вектора.

Показатели N, P, Q, Qc зависят от ряда случайных факторов (финансирование, портфель заказов, квалификации и специализации рабочих и работников и т.д.). Каждый из перечисленных факторов может колебаться в течение года, что порождает случайный вектор

R = (Q, Qc, P, N)



$$\overline{K_{ij}} = \int K_{ij} f(s) \prod_{i \prec K} dK_{ij}$$

j,K=1;2;3;4

$$\mathbf{N = 13.8 + 0.31\, Q_c + 0.03Q + 0.014P} \qquad \mathbf{(1)}$$

Рис. 1. Блок-схема вычислений линейной регрессии.

Статистическая информация о векторе R представляется таблицей выборочных значений (табл. 1).

Таблица 1

Выборочные значения

j	1	2	3	4
i	Q	Qc	P	N
1	X11	X12	X13	X14
2	X21	X22	X23	X24
…	…	…	…	…
n	Xn1	Xn2	Xn3	Xn4

Исходные данные для использования методов математической статистики содержит матрица наблюдений размера n x 4.

$$X = [x_{ij}], \qquad (2)$$

где i – номер строки,

j – номер столбца,

n – количество строк,

4 – количество столбцов.

С помощью матрицы можно реализовать на ЭВМ получение вариационного и статистического рядов, группировку данных, построение гистограмм и эмпирических функций распределения, вычисление выборочных начальных и центральных моментов, вычисление коэффициентов корреляции и коэффициентов регрессии.

Обозначим

$$\overline{x_j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \ ; \ K = \begin{vmatrix} K_{11}K_{12}K_{13}K_{14} \\ K_{21}K_{22}K_{23}K_{24} \\ K_{31}K_{32}K_{33}K_{34} \\ K_{41}K_{42}K_{43}K_{44} \end{vmatrix} ; \tag{3}$$

$$K_{im} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} \ \sum_{m=1}^{4}\left(x_{ji} - \overline{x}\right)\left(x_{mi} - \overline{x_m}\right); \quad y_j = \frac{x_j - \overline{x_j}}{K_{jj}}.$$

Формулы (2) преобразуют матрицу наблюдений X в матрицу Y = [yij] и позволяют ввести распределение Уишарта с плотностью вероятности

$$f(s) = \frac{|s|^{\frac{n-5}{2}} \times l^{-\frac{1}{2}S_p\left(SK^{-1}\right)}}{2^{2n}\pi^3 |K|^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{4}\Gamma\left(\frac{n-3}{2}\right)}, \tag{4}$$

где Sp – след матрицы,

Γ(z) – гамма-функция,

$$S = \sum \overline{y_K}\,\overline{y_K^{/}}$$

$$\overline{y_K} = \left(y_{1K}, y_{2K}, y_{3K}, y_{4K}\right),$$

$$\overline{y_K^{/}} = \begin{pmatrix} y_{1K} \\ y_{2K} \\ y_{3K} \\ y_{4K} \end{pmatrix}.$$

Равенство E(S) = nK подтверждает гипотезу о нормальном распределении вектора (x1, x2, x3, x4). Последнее равенство позволяет применить нормальный закон для матрицы наблюдений.

$$\varphi(x_1, x_2, x_3, x_4) = \frac{1}{4\pi^2\sqrt{\det K}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\overline{x} - E\overline{x}\right)' K^{-1}\left(\overline{x} - E\overline{x}\right)\right\} \quad (5)$$

$\overline{x}$ = (x1, x2, x3, x4),

$E\overline{x}$ - математическое ожидание,

К – ковариационная матрица,

$\left(\overline{x} - E\overline{x}\right)'$ - транспонирование вектора $\left(\overline{x} - E\overline{x}\right)$

2. Корреляционный анализ.

Корреляционная матрица вычисляется на основе матрицы наблюдений

$$\Omega = \left[\rho_{ij}\right].i,\ j = 1;2;3;4$$

$$\rho_{ji} = \frac{\sum_{K=1}^{n}\left(x_{iK} - \overline{x_i}\right)\left(x_{jK} - \overline{x_j}\right)}{\sqrt{\sum_{K=1}^{n}\left(x_{iK} - \overline{x_i}\right)^2 \sum_{K=1}^{n}\left(x_{jK} - \overline{x_j}\right)^2}}; \quad (6)$$

$$\overline{x_i} = \frac{1}{n}\sum_{K=1}^{n} x_{iK},$$

$$\overline{x_j} = \frac{1}{n}\sum_{K=1}^{n} x_{jK}$$

Инструмент MATLAB. Команда Korrcoef (xi, xj).

Так как вектор (x1, x2, x3, x4) имеет нормальное распределение, то статистика

$$z_{ij} = \frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho_{ij}}{1-\rho_{ij}}$$

имеет доверительный интервал

$$\frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho_{ij}}{1-\rho_{ij}} - \frac{U_{1-\alpha/2}}{\sqrt{n-3}} \prec \frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho_{ij}}{1-\rho_{ij}} \prec \frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho_{ij}}{1-\rho_{ij}} + \frac{U_{1-\alpha/2}}{\sqrt{n-3}} \quad (7)$$

3. Линейная модель регрессии.

Регрессия величины x4 на остальные три величины (x1, x2, x3) в матрице наблюдений апроксимируется линейной функцией – линейной регрессией

$$g = g_0 + \sum_{K=1}^{3}\beta_{4K}\left(x_K - \overline{x_k}\right); \quad (8)$$

$$g = g_0 - \sum_{K=1}^{3} \beta_{4K} \overline{x_k} + \sum_{K=1}^{3} \beta_{4K} x_K \; ;$$

$$N = \beta_0 + \beta_1 Q_c + \beta_2 Q + \beta_3 P$$

$$\boldsymbol{N = 13.8 + 0.31\, Qc + 0.03Q + 0.014P}$$

4. Матричная модель численности инженерно-технического персонала.

Все полученные результаты относятся к матричной алгебре, обеспеченной компьютерными программами системы MATLAB [4]. В данной работе использовались команды:

Corrcoef (X, Y);
Det (A);
Inv (A);
Polyfit (X, Y, n);
Rand (m, n).

Выводы

В результате проведенных вычислений удалось вывести формулу для определения количества инженерно-технического персонала генподрядной строительной фирмы, реализующей свою деятельность в условиях нестабильной рыночной экономики.

Summary

Investitsionno-building activity of a building complex of the Odessa area on the basic indicators is analyzed.

Литература

1. В.В.Костюченко, К.М.Крюков, О.А.Кудинов. Менеджмент строительства. Ростов-на-Дону, 2002.
2. В.С.Королюк, Н.И. Потренок, А.В. Скороход. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. Москва, 1985.
3. Г.Корн, Т.Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Москва: Наука, 1973.
4. С.П.Иглин. Математические расчеты на базе MATLAB.СПб: БХВ-Петербург, 2005.