

УДК 603*383

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Бурмистрова О.Н., Арутюнян А.Ю.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта,
e-mail: oburmistrova@ugtu.net

В настоящее время расчет стоимости строительства лесовозных дорог по укрупненным показателям не обеспечивает достаточной точности. Возможность использования ЭВМ позволяет учесть различные параметры лесовозной дороги, а также влияние некоторых природных факторов на стоимость строительства. А именно производить расчет стоимости строительства не одного километра дороги, а одного погонного метра, чем обеспечивается учет изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка. В статье для каждого вида строительных работ при возведении земляного полотна рассчитывается свое уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде. Применяемые коды аналогичны кодам, используемым в системе автоматизированного проектирования лесных дорог. На общую стоимость возведения земляного полотна влияет тип применяемого механизма, категория трудности разработки, тип навесного оборудования, расстояние перемещения грунта и т.д.

Ключевые слова: грунт, дорога, автопоезд, климат, работа, полотно, оборудование, уравнение

METHOD FOR DETERMINING THE INFLUENCE OF CERTAIN FACTORS ON THE VALUE OF NATURAL BUILDING SUBGRADE

Burmistrova O.N., Harutyunyan A.Y.

FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: oburmistrova@ugtu.net

Currently, calculation of the cost of building logging roads with aggregate does not provide sufficient accuracy. The ability to use a computer allows you to take into account the various parameters of forest roads, as well as the influence of some environmental factors on the cost of construction. Namely, to calculate the cost of building one kilometer of road is not, as one meter, which ensures natural factors accounting changes throughout the site calculated. In an article for each type of construction work in the construction of roadbed its calculated regression equation with independent variables in encrypted form. Applicable codes are similar to codes used in computer-aided design of forest roads. On the total cost of the construction of roadbed affected by the type used mechanism, category development difficulties, the type of attachment, distance earth moving, etc.

Keywords: soil, road, trailer, climate, work, painting, equipment, Eq

В настоящее время расчет стоимости строительства лесовозных дорог по укрупненным показателям не обеспечивает достаточной точности. Возможность использования ЭВМ позволяет учесть различные параметры лесовозной дороги, а также влияние некоторых природных факторов на стоимость строительства. А именно производить расчет стоимости строительства не одного километра дороги, а одного погонного метра, чем обеспечивается учет изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка.

Наиболее простой вид зависимости получаем с помощью регрессионного анализа.

Общий вид уравнения множественной регрессии следующий:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где f – функция любого вида, связывающая независимые переменные (факторы) с зависимой переменной y .

Для каждого вида работ рассчитывается свое уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде. При-

меняемые коды аналогичны кодам, используемым в системе автоматизированного проектирования дорог (табл. 1 и 2).

Вся нормативно-справочная информация принята согласно СНиП и ЕНиР.

Таблица 1

Код грунта

№ п/п	Наименование грунта	Код грунта
1	Супесь легкая крупная	11
2	Супесь легкая	12
3	Супесь пылеватая	13
4	Супесь тяжелая пылеватая	14
5	Суглинок легкий	21
6	Суглинок пылеватый	22
7	Суглинок тяжелый	23
8	Суглинок тяжелый пылеватый	24
9	Глина песчаная	31
10	Глина пылеватая полужирная	32
11	Глина жирная	33
12	Песок гравелистый	34
13	Песок крупный	41
14	Песок средней крупности	42
15	Песок мелкий	43
16	Песок пылеватый	44

Таблица 2

Код леса

№ п/п	Наименование леса	Код леса
1	Густой крупный	11
2	Густой средней крупности	12
3	Густой мелкий	13
4	Средний крупный	14
5	Средний средней крупности	21
6	Средний мелкий	22
7	Редкий крупный	23
8	Редкий средней крупности	24
9	Редкий мелкий	31

Даны серии парных наблюдений величин зависимостей переменной y и двух или нескольких независимых переменных x_i . Использование линейной зависимости y от x_i при применении множественной регрессии для ряда задач может серьезно ухудшить анализ этой зависимости или даже совсем исключить возможность ее использования [2, 3]. Поэтому для определения искомой зависимости была составлена программа определения множественных криволинейных регрессий.

Данная программа предназначена для определения множественных криволинейных регрессий по следующим законам:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n a'_i x_i^2, \quad (2)$$

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{x_i}. \quad (3)$$

Вычислительная схема метода следующая:
– определяется массив средне-арифметических отклонений

$$m_i = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ji}}{n}, \quad i = 1, \dots, 2t-1, \quad (4)$$

– определяется средне-арифметическое отклонение для каждой из независимых переменных

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_{ij} - m_j)^2}{n}} \quad j = 1, \dots, 2t-1,$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_{ij} - m_j)^2}{n}} \quad j = 1, \dots, 2t-1; \quad (5)$$

– определяются элементы системы и правые части линейных уравнений

$$B_{ki} = \sum_{j=1}^n (a_{jk} - a_{ji}) - nm_k m_i,$$

$$k = 1, \dots, 2t-1, \quad (6)$$

$$C_k = \sum_{i=1}^n a_{in} x_{it} - nm_k m_{2t-1}, \quad i = 1, \dots, 2t-1, \quad (7)$$

– определяется свободный член уравнения регрессии

$$a_0 = m_{2t-1} - \sum_{i=1}^{2(t-1)} z_i m_i, \quad (8)$$

– определяется коэффициент регрессии

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (a_{i,2t-1} - x_{i,1})^2}{\sum_{i=1}^n (a_{i,2t-1} - m_{2t-1})^2}}, \quad (9)$$

где t – количество случайных величин, включая не исследуемую функцию; n – длина выборки для каждого из случайных величин; x_{ij} – массив значений случайных величин, записанных по строкам (включая исследуемую функцию); $a_{n,2t-1}$ – массив случайных величин, записанных по строкам, содержащий для закона (4.1) $a_{n,2t-1} - x_i, x_i^2, y_i$, для закона (4.2) – $x_i, \frac{1}{x_i}, y_i$.

С целью увеличения объема исходной информации был использован способ оптимизации решения задач. Применена блочная структура программ для подготовки входной информации, ее обработки и вывода на печать результатов расчета.

Влияние вида грунта на ширину работ по рубке леса, корчевке, снятию растительного слоя, засыпки ям, разравниванию и уплотнению, как функция от B – ширины земляного полотна по верху, H – рабочей отметки, Γ – вида грунта, выражается зависимостью

$$\Pi = -7,704 + 0,9998B + 0 \cdot B^2 + 3,8202H + 0,0061H^2 + 0,14999\Gamma - 0,001435\Gamma^2 \quad (10)$$

Влияние вида грунта на объем работ по возведению земляного полотна в зависимости от ширины земляного полотна, рабочей отметки и вида грунта следующие

$$V = -6,7581 + 0,66367B + 0 \cdot B^2 + 3,8223H + 0,81452H^2 + 1,04999\Gamma - 0,0014406\Gamma^2 \quad (11)$$

Стоимость рубки, корчевки в зависимости от диаметра лесонасаждений, вида и густоты леса:

$$C_{\kappa} = \frac{C_{\text{м-см}}}{10000} \times \left(-0,05129 + 0,10495D - \frac{0,000888}{D} + 0,02438ШЛ - \frac{0,55484}{ШЛ} \right) \quad (12)$$

где $C_{\text{м-см}}$ – стоимость машино-смены механизма, производящего корчевку.

Стоимость снятия растительного слоя в зависимости от применяемого типа механизма, категории трудности разработки грунта, типа навесного оборудования

$$C_{\text{сн.р.сл.}} = 0,002453 + 0,0001429TM + 0,001267TM^2 - \\ -0,002991KTP + 0,0001619KTP^2 - 0,003826HO + 0,0006645HO^2 \quad (13)$$

Стоимость разравнивания, уплотнения и профилирования в зависимости от типа механизма, толщины слоя, категории трудности разработки

$$C_{\text{разравни}} = 0,031295 + 0,003209TM - 0,0005902TM^2 - \\ -0,01535HCL - 0,017212HCL^2 - 0,0002849KTP + 0,003893KTP^2 \quad (14)$$

Стоимость возведения земляного полотна в зависимости от типа применяемого механизма, категории трудности разработки, типа навесного оборудования, расстояния перемещения грунта:

$$C_{\text{з-м}} = 0,024847 + 0,01235TM + 0,008472TM^2 + \\ + 0,00462KTP + 0,003032KTP^2 - 0,002094HO - \\ - 0,002847HO^2 - 0,007743L - 0,000064L^2 \quad (15)$$

После преобразования получаем окончательный вид зависимости:

$$C_{\text{общ}} = Ш(C_{\kappa} + C_{\text{сн.р.сл.}}) + V(C_{\text{разравни}} + C_{\text{з-м}}) \quad (16)$$

или

$$C_{\text{общ}} = -7,704 + 0,9998B + 0 \cdot B^2 + 3,8202H + 0,0061H^2 + \\ + 0,14999Г - 0,001435Г^2 \times \\ \times \left(\frac{C_{\text{м-см}}}{10000} \left(-0,05129 + 0,10495D - \frac{0,000888}{D} + 0,02438ШЛ - \frac{0,55484}{ШЛ} \right) + \right. \\ \left. + 0,002453 + 0,0001429TM + 0,001267TM^2 - 0,002991KTP + \right. \\ \left. + 0,0001619KTP^2 - 0,003826HO + 0,0006645HO^2 \right) - \\ - 6,7581 + 0,66367B + 0 \cdot B^2 + 3,8223H + 0,81452H^2 + 1,04999Г - \\ - 0,0014406Г^2 \times \left(\begin{aligned} &0,031295 + 0,003209TM - 0,0005902TM^2 - 0,01535HCL - \\ &-0,017212HCL^2 - 0,0002849KTP + 0,003893KTP^2 + 0,024847 + \\ &+ 0,01235TM + 0,008472TM^2 + 0,00462KTP + 0,003032KTP^2 - \\ &-0,002094HO - 0,002847HO^2 - 0,007743L - 0,000064L^2 \end{aligned} \right) \quad (17)$$

Для упрощения решения была составлена программа определения множественных криволинейных регрессий.

Выводы

Разработана методика определения стоимости строительства земляного полотна, позволяющая учесть изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка. Для каждого вида дорожно-строительных работ было рассчитано свое уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде.

Список литературы

1. Бурмистрова О.Н. К вопросу моделирования оптимального распределения транспортных потоков лесопроизводства по видам транспорта / О.Н. Бурмистрова, Ю.Н. Пильник, Е.Н. Мотрюк // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2111–2114.
2. Жук К.Д. Построение современных систем автоматизации проектирования / К.Д. Жук, А.А. Тимченко – Киев: Наукова думка, 1983. – 248 с.
3. Скрыпников А.В. Анализ методов оценки надежности сложных технических комплексов / А.В. Скрыпников, М.М. Умаров, А.Ю. Арутюнян, Е.В. Чернышова // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», 2015. – С. 76–81.
4. Сушков С.И. Определение мощности транспортной системы на основе минимизации приведенных затрат. Воронежский научно – технический вестник № 3 (9) / С.И. Сушков, О.Н. Бурмистрова. – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – С. 45–51.
5. Сушков А.С. Разработка автоматизированной системы поддержки жизненного цикла парка транспортно-технологических машин / А.С. Сушков, С.И. Сушков, К.А. Яковлев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – т. 6, № 10. – С. 179–182.