

Уточнение метода кригинга для исследования геоперверхностей

Малов А.А., Максимов И.И.

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары

Одним из основных геостатистических методов исследования окружающей среды является метод кригинга, согласно которому оцениваемое значение регионализованной переменной величины y_p в точке p определяется как взвешенное среднее известных наблюдений в соседних точках по формуле:

$$y_p = \sum_{i=1}^k W_i y_i, \quad (1)$$

где W_i — вес i -го значения регионализованной переменной величины y_i по отношению к оцениваемой точке p из k соседних точек.

Метод кригинга предусматривает решение системы уравнений [1]:

$$\left. \begin{aligned} W_1 \gamma(\zeta_{11}) + W_2 \gamma(\zeta_{12}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{1k}) + \lambda &= \gamma(\zeta_{1p}), \\ W_1 \gamma(\zeta_{21}) + W_2 \gamma(\zeta_{22}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{2k}) + \lambda &= \gamma(\zeta_{2p}), \\ \dots & \dots \\ W_1 \gamma(\zeta_{k1}) + W_2 \gamma(\zeta_{k2}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{kk}) + \lambda &= \gamma(\zeta_{kp}), \\ W_1 + W_2 + \dots + W_k &= 1. \end{aligned} \right\} (2)$$

где $g(x_{ij})$ — значение полувариограммы для расстояния x_{ij} между точками i и j ; $g(x_{ip})$ — значение полувариограммы для расстояния x_{ip} между известной точкой i и оцениваемой точкой p , I — множитель Лагранжа.

Однако применение системы уравнений (2) нередко приводит к тому, что некоторые веса W_i оказываются либо меньше нуля, либо больше 1. В частности, такие результаты приведены Дэвисом [1]. Очевидно, это существенно искажает физический и математический смысл весов W_i и приводит к неправильной оценке величины y_p .

Подобные результаты могут быть вызваны либо неточным подбором модели полувариограммы, либо наличием среди точек наблюдений величины y_i точек, не оказывающих практического влияния на оцениваемое значение y_p . Такие точки должны иметь веса, равные нулю.

Дисперсия оценки методом кригинга может быть выражена формулой Матерона [2]:

$$D(\bar{y} - y^*) = D_y - 2 \sum_{i=1}^k W_i K_{yy_i} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k W_i W_j K_{ij}, \quad (3)$$

где D_y — дисперсия ПЭС относительно ее среднего значения; K_{yy_i} — ковариация среднего значения и значения y_i ; K_{ij} — ковариация значений y_i и y_j .

Система уравнений (2) выводится из условия минимума дисперсии в формуле (3), условия для весов W_i :

$$\sum_{i=1}^k W_i = 1, \quad (4)$$

а также заменой ковариаций и соответственно на разности и.

Однако, если подставить в формулы (3) и (4) вместо W_i () и выводить систему уравнений кригинга относительно W_i вместо (), то получается система уравнений кригинга

$$\left. \begin{aligned} W_1 \gamma(\zeta_{11}) + W_2 \gamma(\zeta_{12}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{1k}) + \lambda - \gamma(\zeta_{1p}) &= 0, \\ W_2 \gamma(\zeta_{21}) + W_2 \gamma(\zeta_{22}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{2k}) + \lambda - \gamma(\zeta_{2p}) &= 0, \\ \dots & \dots \\ W_k \gamma(\zeta_{k1}) + W_2 \gamma(\zeta_{k2}) + \dots + W_k \gamma(\zeta_{kk}) + \lambda - \gamma(\zeta_{kp}) &= 0, \\ W_1 + W_2 + \dots + W_k &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

позволяющая учесть ограничения.

Так как решение системы уравнений (5) может быть затруднено из-за ее нелинейности, то для ее компьютерного решения предлагается следующий алгоритм:

Решить систему линейных уравнений (2).

Если полученное решение не отвечает ограничениям, то исключить из рассмотрения точку наблюдения с наименьшим отрицательным весом (или присвоить ему значение ноль), иначе — закончить вычисления.

Перейти после указанных изменений к пункту 1.

Полученное при реализации данного алгоритма (или использования формулы (5)) решение позволяет учесть ограничения и точнее оценить значение регионализованной переменной величины y_p .

Литература

1. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Пер. с англ. В 2 кн. Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Родионова. Кн. 1. — М.: Недра, 1990. — 319 с; Кн. 2. — М.: Недра, 1990. — 427 с.
2. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. — М.: Мир, 1968. — 408с.

Изменение показателей активности ферментных систем в цитоплазме нейронов спинальных ганглиев экспериментальных животных при воздействии микроволн термогенной интенсивности

Мельчиков А.С., Мельчикова Н.М.

Сибирский государственный медицинский университет, Томск

Целью нашей работы явилось изучение динамики изменений показателей активности ферментных систем цитоплазмы нейронов спинальных ганглиев экспериментальных животных на уровне различных отделов спинного мозга (шейный, грудной, поясничный) при воздействии микроволн термогенной интенсивности.

Исследование проведено на 65 половозрелых морских свинок — самцах, массой 400-450 гр. Действию однократного общего воздействия микроволн (длина волны-12,6 см, частота 2375 МГц, плотность потока мощности — 60 мВт/см², экспозиция-10 мин.) подвергались 35 морских свинок, 30-служили в каче-