

П.А. Леменкова

*Карлов университет, Институт экологических исследований, г.Прага***ГИС-модули геостатистики для математического моделирования пространственного распределения химических загрязнителей**

Данная работа анализирует результаты экспериментальной апробации модуля пространственного анализа (Spatial Analyst) ArcGIS при построении инвентаризационных карт химического загрязнения. Выбранный в качестве базового, он обладает широким набором функций пространственного моделирования и анализа данных, который позволяет создавать растровые данные, строить к ним запросы и выполнять их совместный анализ. Модуль Spatial Analyst включает методы интерполяции поверхности, построения изолиний и полей по значениям концентрации загрязнителей в отдельных точках, обрабатывает и анализирует растровые данные и на их основе создает поля пространственного распределения загрязнителей. Функция построения и анализа поверхностей в среде Spatial Analyst основана на непрерывности распространения вещества в пространстве и позволяет интерполировать его распространение на основе выборочных данных, локализованных в точках отбора проб. Для построения моделей пространственного распределения загрязняющих веществ Spatial Analyst использует геостатистический метод создания грид-темы – географический слой растрового эквивалента темы объектов, где пространство разделено на квадратные ячейки, хранящие числовое значение химической концентрации элементов (тяжелых металлов Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, радиоактивных элементов ^{137}Cs , ^{60}Co , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr и хлорорганических соединений ДДТ, ПХБ, ГХЦГ). Данные грид-тем используются для отображения непрерывного распространения химических элементов в пространстве, которые можно представить в виде статистических поверхностей. На основе грид-тем математически рассчитывается поле распределения данного элемента.

С использованием модуля ArcGIS Spatial Analyst построены изолинии по значениям концентрации тяжелых металлов в отдельных точках с использованием четырех предлагаемых в пакете методов. Среди методов интерполяции проанализированы следующие: обратно взвешенных расстояний (средневзвешенных значений соседних точек по заданному числу соседей или в пределах указанного радиуса), сплайн (создание поверхности с минимальной кривизной), тренд

(подбор функции, описывающей все входные точки с полиномом заданного порядка методом наименьших квадратов) и кригинг, многоступенчатый подбор математической функции для заданного числа точек или для точек в пределах заданного радиуса для распространения зависимостей на все точки [1]. Интерполяции разными методами проведены для выявления оптимального режима построения карт (распределения ^{137}Cs , ^{60}Co , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr , соединений ДДТ, ПХБ, ГХЦГ и тяжелых металлов). После анализа результатов, полученных с использованием всех четырех вариантов, оптимальным для интерполяции значений распределения загрязнителей признан метод сплайн, т.к. он оптимально передает непрерывный характер распределения вещества в пространстве. При выборе типа классификации и количества классов использовались функции статистического анализа грид-тем, по которым были получены сведения о максимальном и минимальном значениях и о стандартном отклонении величин концентраций в пределах акватории.

Для выявления наличия тренда и пространственной корреляции между результатами измерений химических соединений ДДТ, ПХБ, ГХЦГ и отдельных тяжелых металлов проведен структурный анализ данных с помощью опции «облако вариограммы» [2]. Вариограмма показала, что чем ближе точки отбора проб расположены друг к другу, тем более похожи результаты измерений в них по обоим типам загрязнителей, т.е. существует статистическая корреляция между данными о пространственном распределении загрязнителей, являющаяся функцией расстояния. Т.о. в пространстве существуют определенные районы с превышением концентрации загрязнителей, что позволяет говорить об определенных кризисных зонах. Для сравнения нескольких грид-тем по разным загрязнителям использовались функции сравнения грид-тем их распределения для определения корреляций экстремумов, преобладающего и среднего значений. С помощью гистограммы или отдельных пунктов были получены гистограммы распределения значений по ячейкам в пределах произвольно обозначенного на карте района.

Литература

1. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика. Теория и практика. М., Наука, 2010. - 329 с.
2. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): Учебное пособие / – Казань: Казанский университет, 2012. – 120 с.