

УДК 528.482

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Андрей Александрович Басаргин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383) 343-18-35, e-mail: abaspirant@mail.ru

Станислав Юрьевич Кацко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383) 343-18-35, e-mail: s.katsko@ssga.ru

Петр Юрьевич Бугаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383) 343-18-35, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

Расширить возможности анализа наблюдений за осадками можно на основе геостатистических методов. Геостатистические методы интерполяции представляют собой совокупность ГИС-технологий и математической статистики. Применение данной технологии позволяет получать новые данные о техническом состоянии фундаментов. В работе предлагается применить ГИС-технологии для расширения возможности анализа наблюдений за осадкой инженерного сооружения.

Ключевые слова: геостатистика, области неравномерных осадок, функции вариограмм и ковариации, цифровые модели осадки.

SPACE-TEMPORARY ANALYSIS OF THE RESULTS OF OBSERVATIONS FOR SEDIMENTS OF BUILDINGS OF BUILDINGS BASED ON GEOSTASTIC METHODS

Andrei A. Basargin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plakhotnogo, 10, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383) 343-18-35, e-mail: abaspirant@mail.ru

Stanislav Y. Katsko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plakhotnogo, 10, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383) 343-18-35, e-mail: s.katsko@ssga.ru

Petr Y. Bugakov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plakhotnogo, 10, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of

The possibilities of analyzing precipitation observations can be extended on the basis of geostatistical methods. Geostatistical methods of interpolation are a combination of GIS-technologies and mathematical statistics. The use of this technology allows obtaining new data on the technical condition of foundations. In the paper, it is proposed to apply GIS-technologies to expand the possibility of analyzing the observations of the sludge of the engineering structure.

Key words: geostatistics, areas of non-uniform precipitation, variogram and covariance functions, digital precipitation models

Геостатистика – это раздел математической статистики, исследующий явления, имеющие территориальный характер распределения. В геостатистике предполагается, что всем случайным событиям приписаны некоторые координаты на плоскости или в пространстве [1– 4].

Геостатистические методы интерполяции несут полную информацию о техническом состоянии фундамента здания. Применяя эти методы можно определить области неравномерных осадок, построить цифровые модели осадки сооружения, используя различные методы интерполяции, смоделировать ошибки измерений, оценить качество цифровой модели осадки на основе взаимной и перекрестной проверки достоверности [2].

На рисунке 1 представлена общая технологическая схема пространственно-временного анализа на основе геостатистических методов интерполяции.

Исходными данными являются результаты наблюдений за осадкой инженерных сооружений. Для выполнения пространственно-временного анализа необходимо получить значения осадки каждой марки во всех циклах наблюдений. Для этого выбран компактный алгоритм для уравнивания, оценки точности и удобный для программирования на ЭВМ.

Использование геостатистических методов интерполяции позволяет наглядно представить данные, выражающие пространственно-временное состояние фундамента инженерного сооружения в графическом растровом и векторном форматах. Кроме того, эти методы позволяют провести более глубокий и детальный анализ количественных и качественных характеристик осадок фундаментов инженерных сооружений. Геостатистические методы создают ЦМО на основе статистических свойств данных измерений [4–6].

Функции вариограмм и ковариации помогают определить степень статистической корреляции между параметрами деформационного процесса в зависимости от расстояния. Вариограмма и функции ковариации определяют количественно предположение - что близлежащие марки имеют большую связь, чем те, которые расположены на большем отдалении, обособленно. Они измеряют силу статистической корреляции как функции расстояния [8].

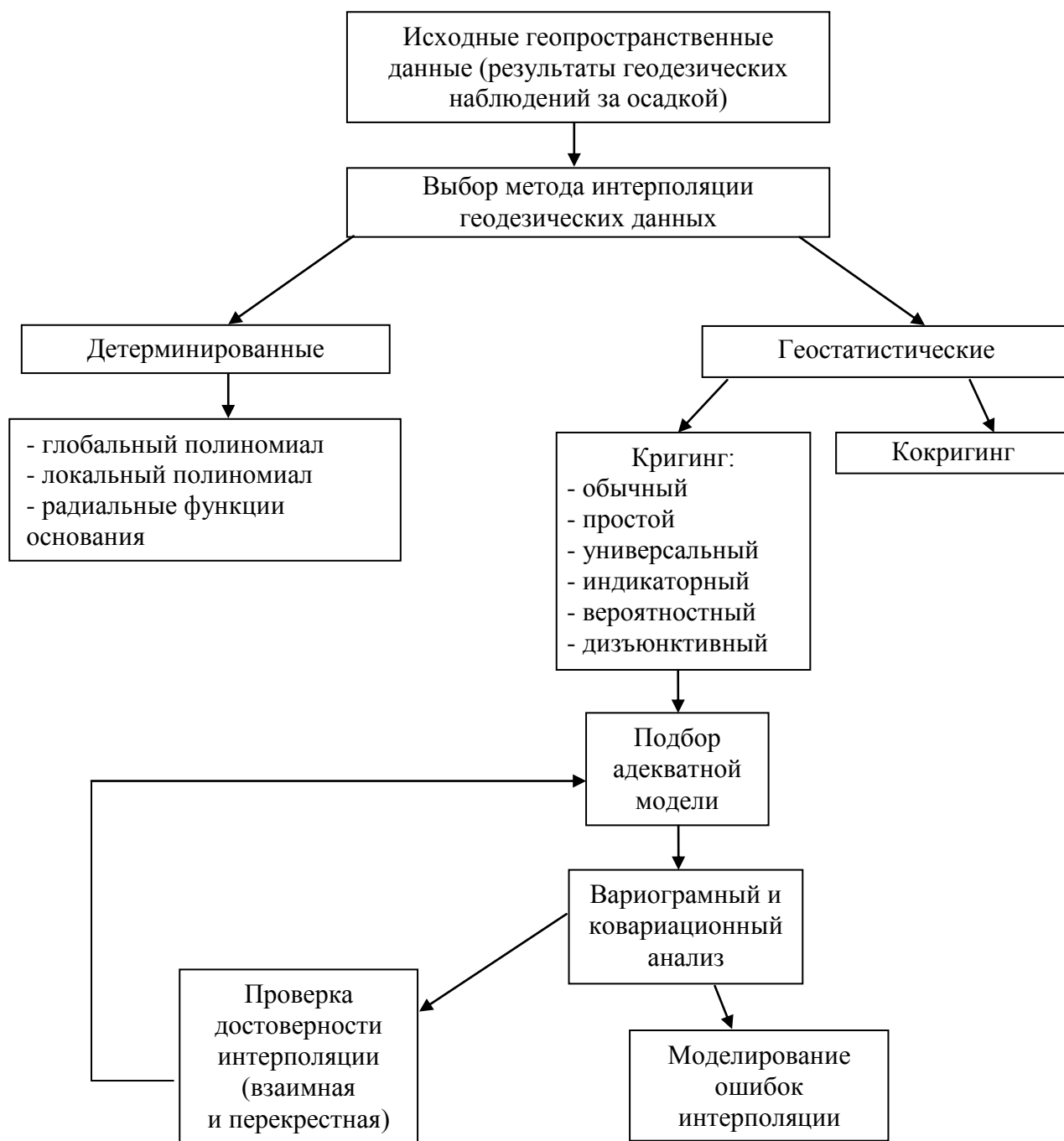


Рис.1 Общая технологическая схема пространственно- временного анализа на основе геостатистических методов интерполяции

ЦМО – это форма представления пространственного состояния фундамента сооружения, на основе математических функций, которые наиболее адекватно и в полном объеме отражают плановое и высотное положение всей площади фундамента, пригодном для универсального пользования. В соответствии с современными требованиями ЦМО можно

накапливать, хранить их варианты и решать на их основе инженерные задачи. Практическая значимость работы заключается в ускорении процесса анализа, повышении точности модели, за счет выбора параметров функции построения поверхности, детализации пространственного анализа осадок фундаментов инженерных сооружений. Наличие и учет корреляционной зависимости между исследуемыми данными позволяет выбрать более точную и адекватную модель осадки [6,7].

Также, одним из преимуществ геостатистических функций вариограммы являются графики перекрестной проверки, которые позволяют понять, насколько оптимальна интерполяция, выполненная на основе кригинга. С учетом автокорреляции и при хорошо подобранной модели кригинга синяя линия должна приближаться к биссектрисе 1:1. Это показано на рисунке 2.

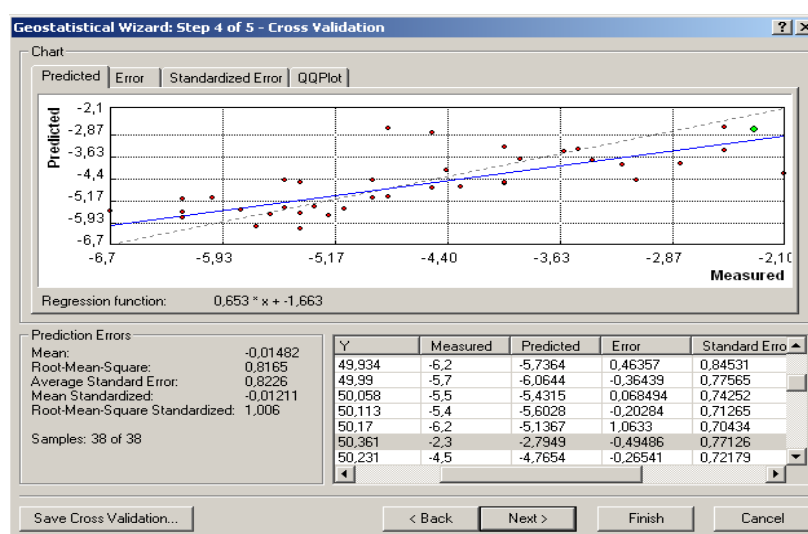


Рис. 2. График перекрестной проверки

Одним из преимуществ кригинг методов является то, что он позволяет построить поле распределения ошибки интерполяции. Карта ошибки интерполяции строится по значениям стандартных ошибок вычисляемых значений или стандартной ошибке интерполированных значений. Это показано на рисунке 3.

Таким образом, выполнен анализ основных функций вариограмм и ковариации и подбор адекватной модели для интерполяции результатов наблюдений за осадкой фундаментов инженерного сооружения. Установленная модель вариограммы и ковариации нашла применение для анализа результатов мониторинга осадки фундаментов инженерного сооружения и может быть использована для исследований фундаментов других зданий. Применение геостатистических методов анализа имеют преимущества за счет наглядной визуализации и расширенной интерпретации геопространственных данных.

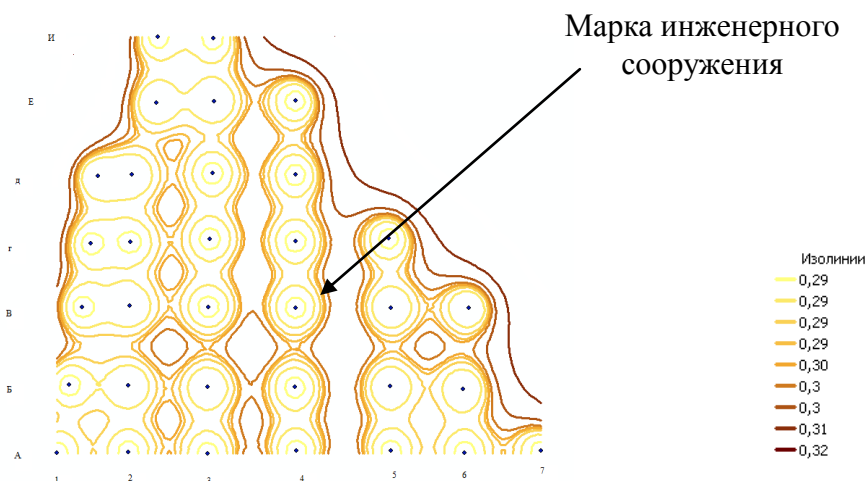


Рис. 3. Моделирование ошибок интерполяции

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков Б. Н. Роль, теория и практика геодезического контроля технического состояния зданий и сооружений // Вестник СГГА – 2006. – Вып. 11. – С. 11–117.
2. Антонович К. М., Карпик А. П. Мониторинг объектов с применением GPS-технологий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 1. – С. 53–66.
3. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004.
4. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 279 с.
5. Карпик А. П. Информационное обеспечение геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 70–73.
6. Савиных, В.П. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования / В.П. Савиных, В.Я. Цветков. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2001. – 228 с.
7. Мурзинцев П. П., Казаненко Н. А. Применение геодезических приемников для обеспечения строительства опор моста через пролив Босфор «Восточный» на остров «Русский» в г. Владивосток // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 155–160.
8. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–7.