

"Геостатистические методы при выявлении причинно-следственных связей между факторами и откликами на территории города при помощи Geostatistical Analyst"

Струков Д.Р., Мельник М. А., СПб ГУЗ Медицинский информационно-аналитический центр, Отдел геоинформационных технологий (2001 – 2007)(Denis.Strukov@gmail.com)

Математические методы пространственного анализа, реализованные в ГИС, могут помочь медицинским специалистам строить интересные гипотезы. В СПб ГУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» (СПб МИАЦ) Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга в период с 2001 – 2003 г.г. была проведена одна из таких работ.

Целью работы явилась проверка гипотезы о пространственной зависимости некоторых типов мутагенных и онкологических заболеваний от абсолютных и вероятных для человека канцерогенов и мутагенов, содержащихся в атмосфере Санкт-Петербурга, что позволило бы предсказать пространственное распределение заболеваемости лейкозами в зависимости от распространения экологических факторов по территории крупного мегаполиса. Цель достигается путем построения упрощенной эпидемиологической модели, а задачи исследования решаются при помощи применения геостатистических и детерминированных математических методов пространственно-привязанных данных, реализованных в модуле Arc GIS Geostatistical Analyst. После анализа практически всей совокупности типов геостатистических исследований и их специфики сформулирована общая методика построения цифровых моделей поверхностей распределения, а также – методика (алгоритм) выбора способа построения цифровых моделей. Коротко о том, на чем основывается геостатистическое исследование:

- выбирается способ решения задач пространственной зависимости внутри одной или между несколькими выборками;
- анализируются статистические параметры выборки и ее пространственная специфика (блок пространственного анализа данных);
- исходя из особенностей полученных данных выбирается метод интерполяции, а также – оценивается пространственная зависимость (на ковариационных функциях и вариограммах) внутри выборки (или между несколькими по кроссковариации);
- выбирается наиболее адекватный метод интерполяции при помощи гибкого инструментария «подгонки» моделей;
- строятся различные типы цифровых моделей (модель поверхности распределения, поверхность распределения стандартных ошибок значений и др.)

Цифровые модели топологически привязываются к географическим объектам с целью их дальнейшей интерпретации.

Основные результаты работы с применением геостатистического метода анализа следующие:

1. Цифровые модели врожденных деформаций и хромосомных нарушений (ВДХ) у детей до года, а также ВДХ с учетом наличия в атмосфере мутагенных факторов, позволили сделать вывод о пространственной зависимости между ВДХ мутагенными факторами на территориях Адмиралтейского, Кировского и прилегающих к ним районах (см. рис. 1).

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МУТАГЕННЫХ ФАКТОРОВ В АТМОСФЕРЕ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

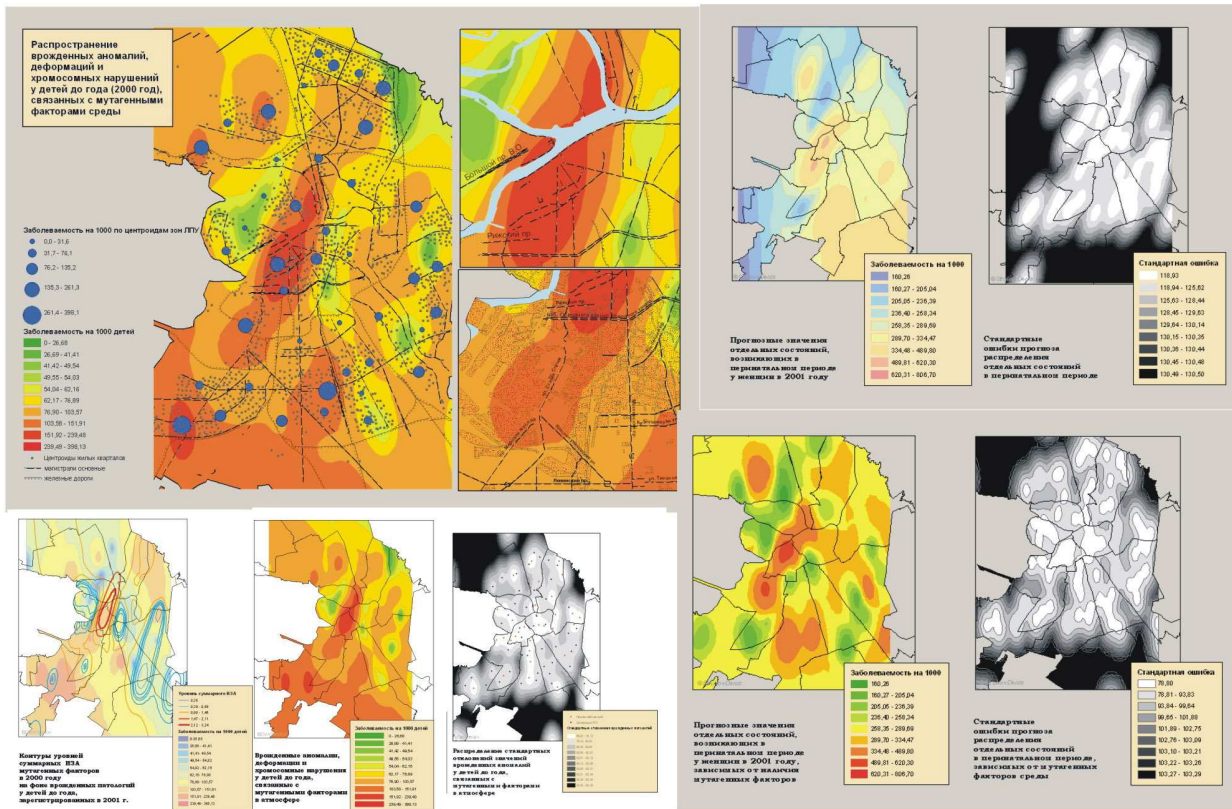


Рис. 1

2. Цифровые модели поверхности распределения отдельных отклонений в перинатальный период развития плода лишь доказывают факт реагирования чувствительных групп населения на присутствие в окружающей среде поллютантов (см. рис.1) практически в тех же районах города
3. При анализе следует учитывать поверхность «ошибок» отклонений. Ошибки интерполяции показывают отклонения истинных значений от прогнозных в определенных местах пространства (на рис. 1. черно-белые поверхности демонстрируют ошибки как конкретных показателей, так и поверхностей показателей, рассчитанных с учетом наличия факторов. Более темные зоны на картах – места с максимальными отклонениями от прогноза).
4. Топологическая привязка цифровых моделей к геообъектам (водоёмам города, основным магистралям 4 ранга загруженности (более 35 тысяч автомобилей в сутки), жилым и нежилым зонам (территориям предприятий) при помощи средств ГИС может подсказать исследователям некоторые возможные причины заболеваемости на этих территориях.
5. Менее чувствительная группа населения реагирует не так однозначно. Данный метод показывает отчетливо миграцию населения, которой подвержены, главным образом, взрослая группа, по причине занятости (притяжение - к центру города). При помощи Arc GIS Spatial Analyst разработана пространственная «модель притяжения населения», демонстрирующая специфику внутрисуточной миграции населения.
6. Наблюдается слабая пространственная зависимость между лейкозами в 1995-2000 г г и канцерогенами в 1990 – 1998 г г имеет место на территориях Московского, Фрунзенского и Невского районов. (юго-восточный тренд

канцерогенов по преимущественному годовому северо-западному ветру). Именно на этих территориях, с учетом поверхностей ошибок интерполяций, можно делать выводы о вкладах канцерогенных факторов в причины заболеваемости лейкозами населения, проживающих здесь (см. рис. 2 слева).

7. На примере поверхностей ошибок цифровых моделей, характеризующих неоднородное распределение пунктов мониторинга воздуха, обосновываются определенные территории, где можно расположить дополнительные пункты (в местах максимальных статистических ошибок) с целью более построения более правильной модели распределения загрязнений.

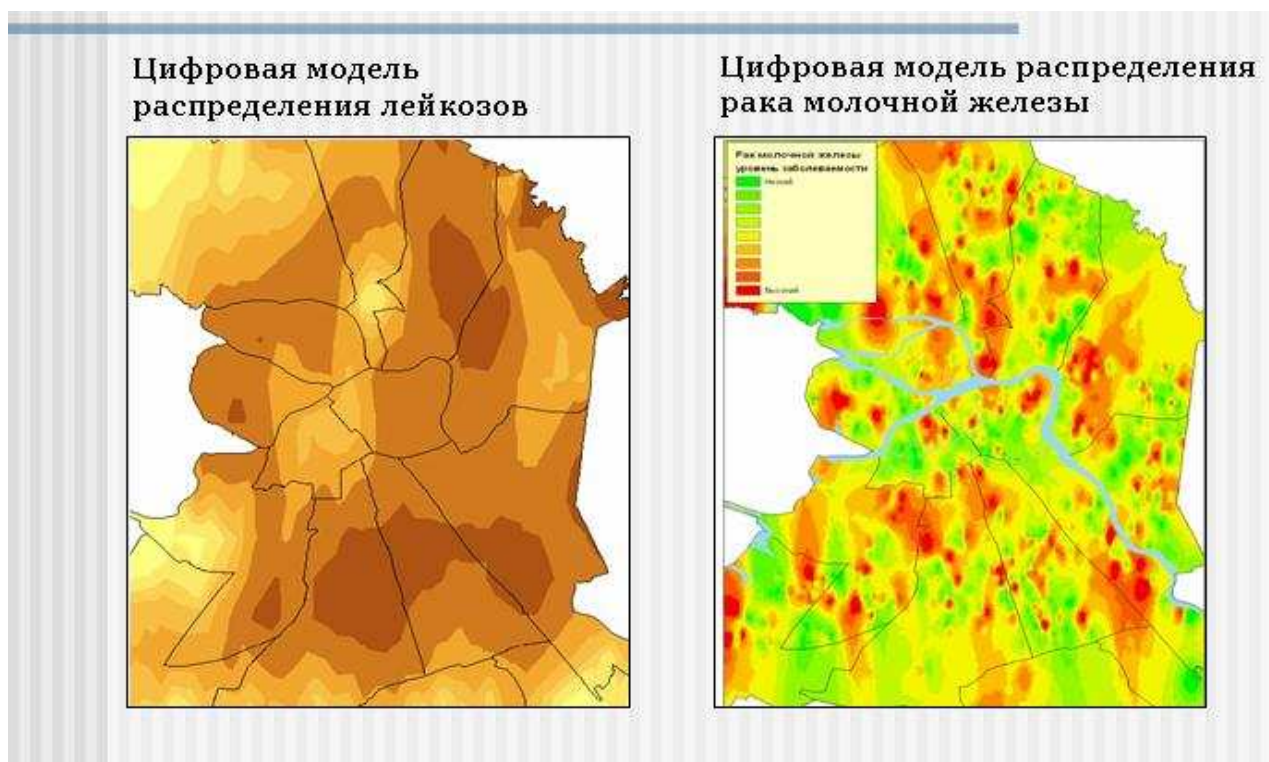


Рис. 2.

Кроме того, геостатистический метод анализа при помощи Arc GIS Geostatistical Analyst был апробирован на выявлении этиологии рака молочной железы по Санкт-Петербургу и экологических факторов (канцерогенов в атмосфере). Получились любопытные результаты (см. рис. 2 справа): анализ пространственных зависимостей не по одному из математических методов не дал результатов даже на уровне тенденций. Картина демонстрирует довольно хаотичное распределение, зависимое, как правило, от уровня населения. Это говорит о том, что экологический фактор (а именно – нахождение определенных канцерогенов в атмосфере крупного мегаполиса) не вносит в таком виде явный вклад в причину этой формы заболеваемости. Истинными причинами, скорее всего, могут быть социально-экономические факторы. Однако, конкретные показатели таких факторов, довольно сложно собрать и привязать к топооснове с требуемой для геостатистического метода точностью. Это тема для дальнейших исследований.