

## АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОДНОРОДНОСТИ ПРОЦЕССОВ СРЕДСТВАМИ ДИСКРЕТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.А.Лаптёнок

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

*При помощи метода построения дискретных пространственных моделей оценивалось влияние антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов. Случаи заболеваний равномерно распределялись по населенным пунктам, что свидетельствует об отсутствии явных аномалий в развитии пространственно распределенного процесса, обусловленных действием антропогенных территориальных факторов.*

В целях оценки значимости влияния природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека осуществлялся анализ заболеваемости населения Воложинского и Столбцовского районов злокачественными новообразованиями за период с 1953 по 2003 год [1–3].

Для подобных целей традиционно используются стандартизованные показатели заболеваемости. Считается, что данный метод обеспечивает наиболее корректный анализ. Тем не менее, в ряде случаев (например, в случае невозможности стандартизации в связи с дефицитом информации и т.п.) интенсивные показатели заболеваемости могут являться адекватной и достаточно эффективной моделью стандартизованных [4].

Расчет интенсивных показателей представлял некоторые затруднения, так как в официальной статистической документации фиксируется только численность населения, полученная по результатам переписи. Так как перепись населения проводится с периодом в 10 лет, для исследования были доступны только значения численности населения изучаемых районов в 1959, 1970, 1979, 1989 и 1999 гг.

Полученный результат, вполне корректный с точки зрения эпидемиологического анализа, тем не менее, не может эффективно использоваться в качестве материала для более глубокого исследования комбинированного влияния на процесс различных факторов, так как получен на основе анализа  $\approx 10\%$  всей имеющейся информации (1 год из 10). Исходя из данного факта, для того, чтобы оценить возможность интерполяции значений интенсивного показателя на все годы исследуемого периода, он был разделен на 5 примерно равных по длительности частей с границами, равноудаленными по времени от лет проведения переписи населения. Расчет интенсивного показателя произ-

водился по количеству случаев заболевания за каждый подпериод и численности населения в «реперный» год, принятой за среднюю величину в течение подпериода [3].

Наряду с математическими методами анализа относительных показателей [3] в целях выявления первичных признаков влияния факторов, вызывающих территориальную неоднородность динамики исследуемого процесса, использовался метод дискретного пространственного моделирования.

Данный метод был реализован построением пространственных моделей территориального распределения случаев заболевания злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов Минской области. В частности, была поставлена задача выявить территориальные неоднородности распределения случаев заболевания злокачественными новообразованиями для последующего сопоставления с моделями пространственного распределения геоэкологических факторов, гипотетически влияющих на процесс. Другой важной задачей исследования являлась оценка адекватности применения интерполяции данных в пространственном аспекте.

В качестве контрольных были построены следующие дискретные пространственные модели: точечная модель территориального распределения населенных пунктов Воложинского и Столбцовского районов (рис. 1а) и модель, отражающая среднюю за период наблюдения численность населения в населенных пунктах (рис. 1б).

Затем были построены модели пространственного распределения случаев заболевания злокачественными новообразованиями по населенным пунктам с учетом количества заболевших в каждом из них за каждый «переписной» год (рис. 2а, 3а, 4а, 5а, 6а) и за соответствующий подпериод (табл.) (рис. 2б, 3б, 4б, 5б, 6б).

Визуальное сравнение моделей (рис. 2–6) с контрольными (рис. 1) позволяет утверждать, что распределение случаев заболевания по населен-

ным пунктам является территориально однородным: случаи заболевания распределены практически равномерно по всем населенным пунктам

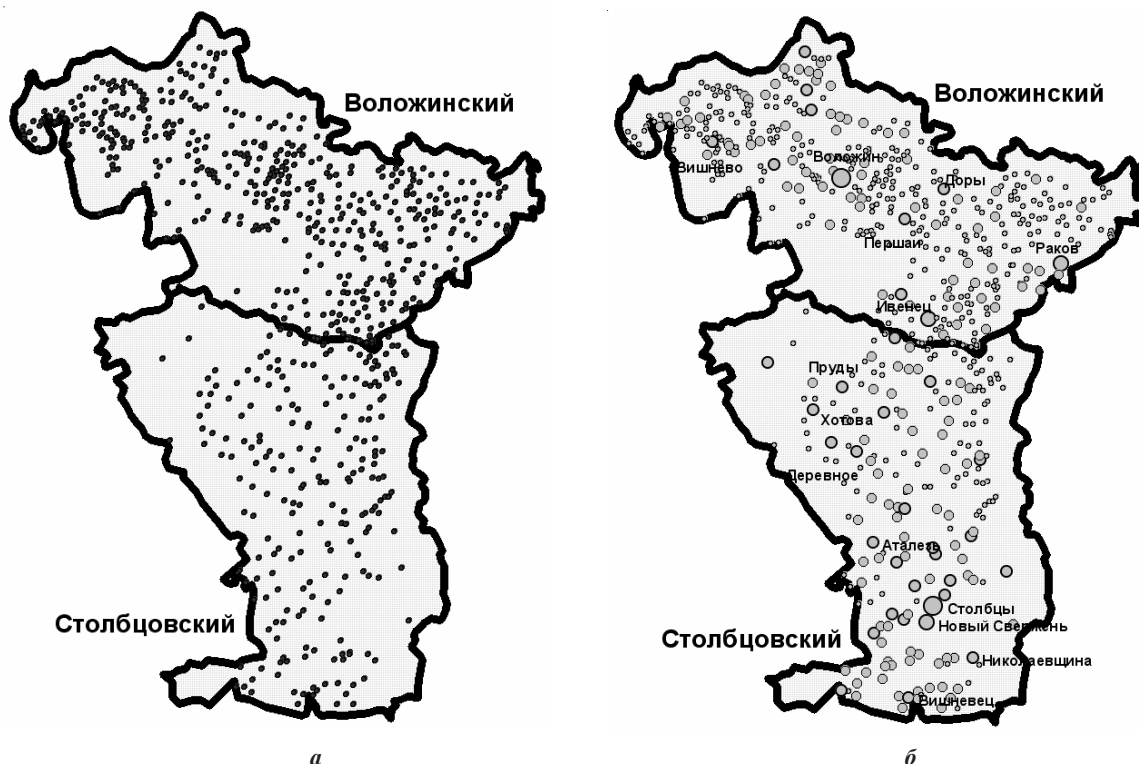


Рис. 1. Территориальное распределение населенных пунктов на территории Воложинского и Столбцовского районов Минской области: *а* – результаты первичного геокодирования; *б* – с учетом средней численности населения за период с 1959 по 1999 гг. (по результатам переписи населения)

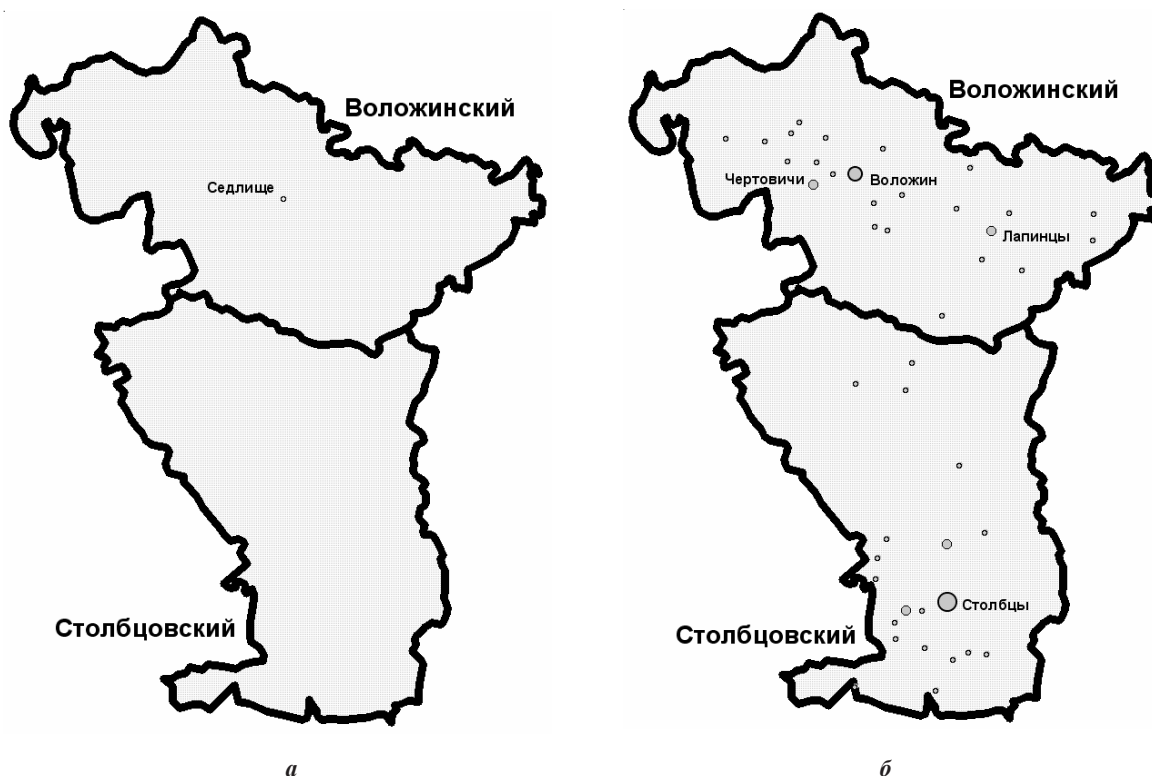


Рис. 2. Территориальное распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями: *а* – за 1959 г., *б* – за период с 01.01.1953 г. по 31.12.1964 г.

Таблица  
Периоды усреднения количества случаев заболевания

Годы	Периоды
1959	01.01.1953 – 31.12.1964
1970	01.01.1965 – 31.12.1974
1979	01.01.1975 – 30.06.1984
1989	01.07.1984 – 30.06.1994
1999	01.07.1994 – 31.12.2003

в соответствии с численностью населения в них без каких-либо видимых аномалий. Такой вывод на данном этапе подтверждает и следующая закономерность: при общей мозаичности и лабильности распределения случаев по населенным пунктам заболевания чаще случались в населенных пунктах со значительным количеством проживающего населения (Столбцы, Воложин, Ивенец, Раков, Першай, Новый Свержень, Доры и др.).

Структура распределения случаев в течение одного года с достаточно высокой степенью подобия отображается структурой их распределения в течение периода усреднения, за исключением 1959 г. (рис. 2). Преимуществом моделирования по периодам усреднения является то, что такой подход позволяет учесть не только дополнительное количество случаев заболевания для повышения адекватности расчета относительных показателей, но и пространственную компоненту процесса, которая крайне важна для оценки влияния на него факторов, связанных с осо-

бенностями территориального распространения. Так, если модели распределения случаев заболевания в 1989 и 1999 гг. практически не различаются между собой (рис. 5а, 6а), то соответствующие им усредненные модели (рис. 5б, 6б) демонстрируют определенную тенденцию к «размыванию» случаев на большее количество населенных пунктов. Количественная оценка данной тенденции дает следующие результаты: случаи заболевания зарегистрированы за период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г. в 474 населенных пунктах, за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г. – в 480 населенных пунктах. Прирост количества населенных пунктов составляет приблизительно 1,3%. Следовательно, несмотря на незначительность эффекта, результат качественного анализа пространственной модели подтверждается результатом применения численных методов.

Представленный ансамбль пространственных моделей может служить своего рода динамической пространственной моделью процесса – при анализе четко прослеживается тенденция к росту количества случаев: очевидно, что чем большая площадь покрыта условными символами населенных пунктов, тем количество случаев больше. Но в данном случае эффективность такой методики ограничена вследствие дискретности процесса. Эффективность подобного подхода может быть значительно выше при моделировании процессов, которые можно с определенным приближением

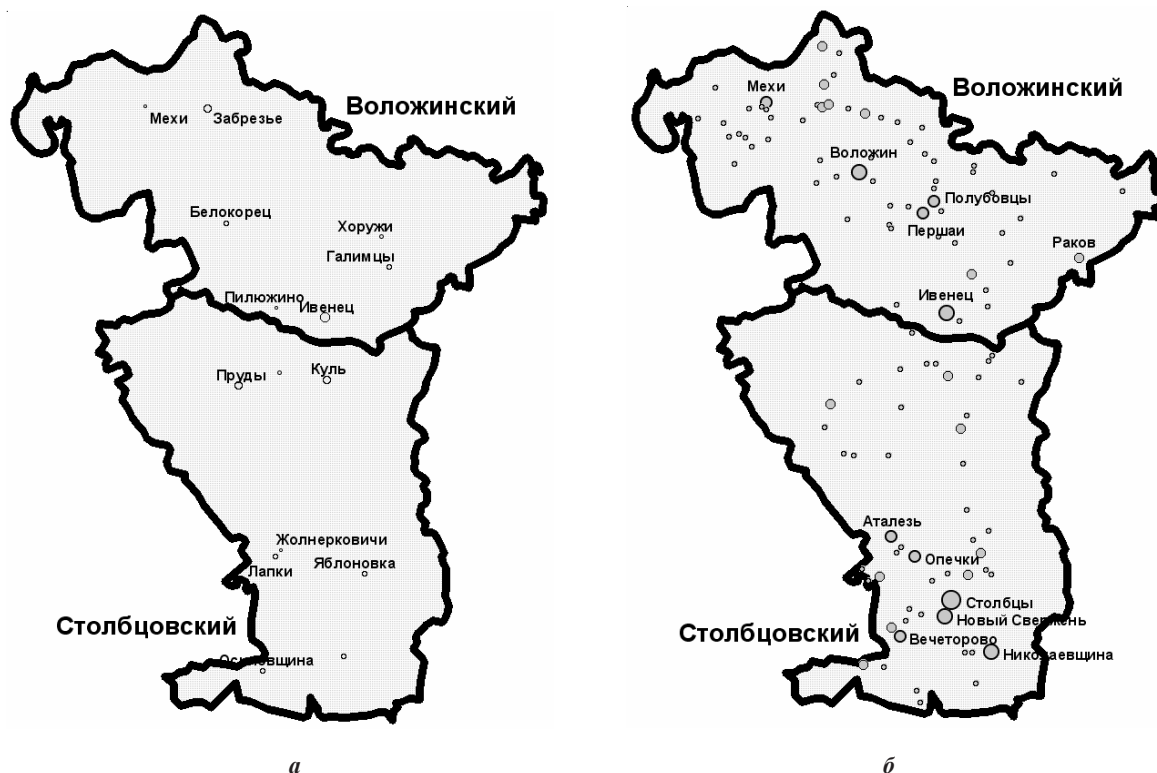


Рис. 3. Территориальное распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями: а – за 1970 г., б – за период с 01.01.1965 г. по 31.12.1974 г.

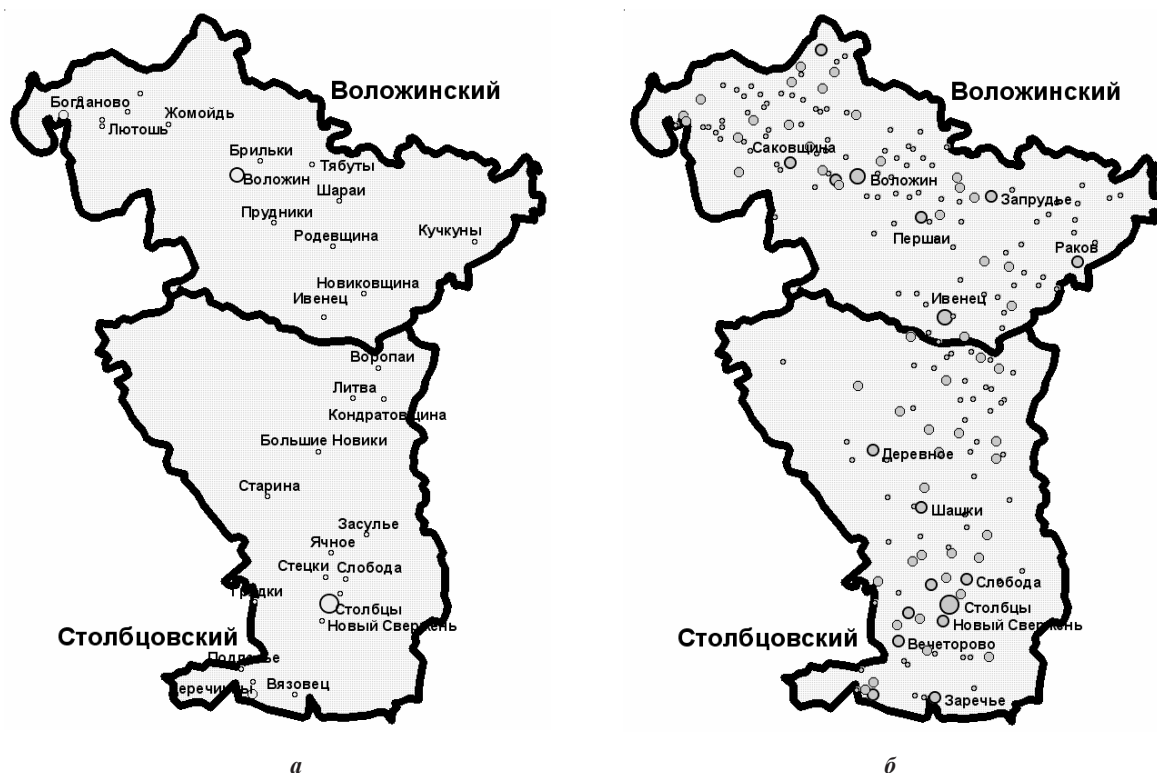


Рис. 4. Территориальное распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями: *а* – за 1979 г., *б* – за период с 01.01.1975 г. по 30.06.1984 г.

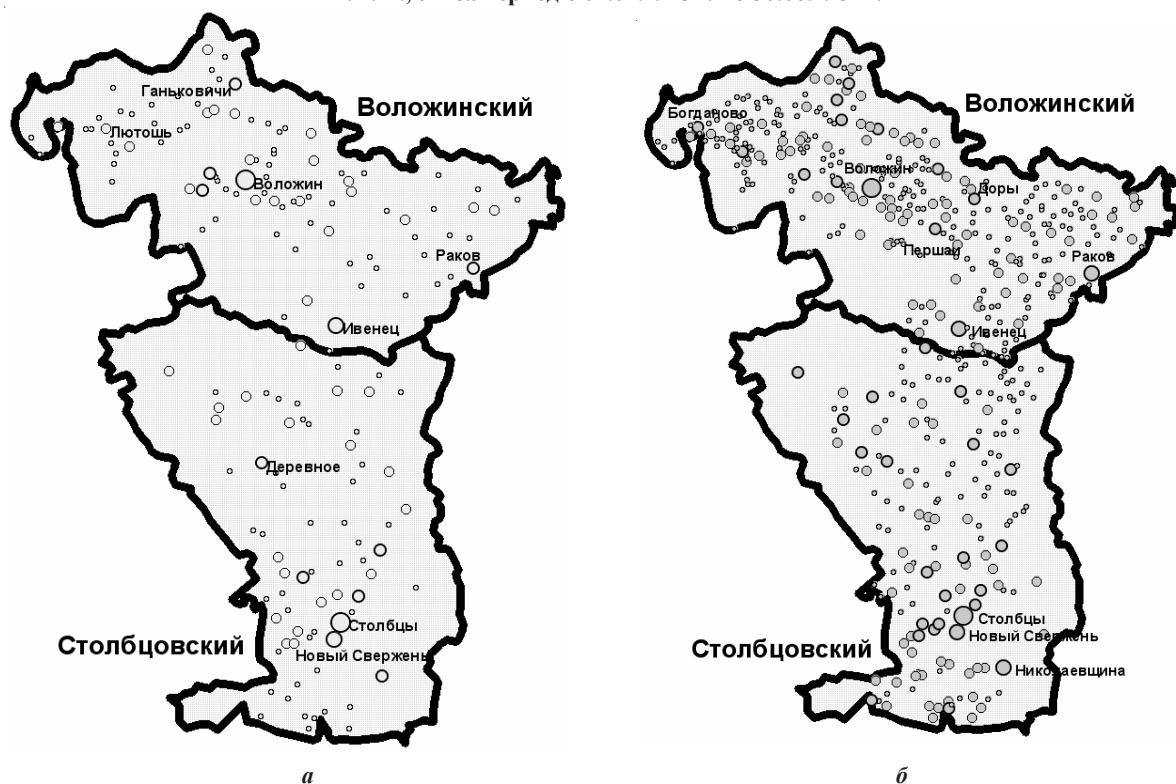


Рис. 5. Территориальное распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями: *а* – за 1989 г., *б* – за период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г.

считать непрерывными – например, при моделировании пространственного распределения количества случаев заболевания за каждый год в течение периода с 1953 по 2003 гг. и т.п.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить следующее.

1. В результате предварительного пространственного анализа не выявлено территориальной

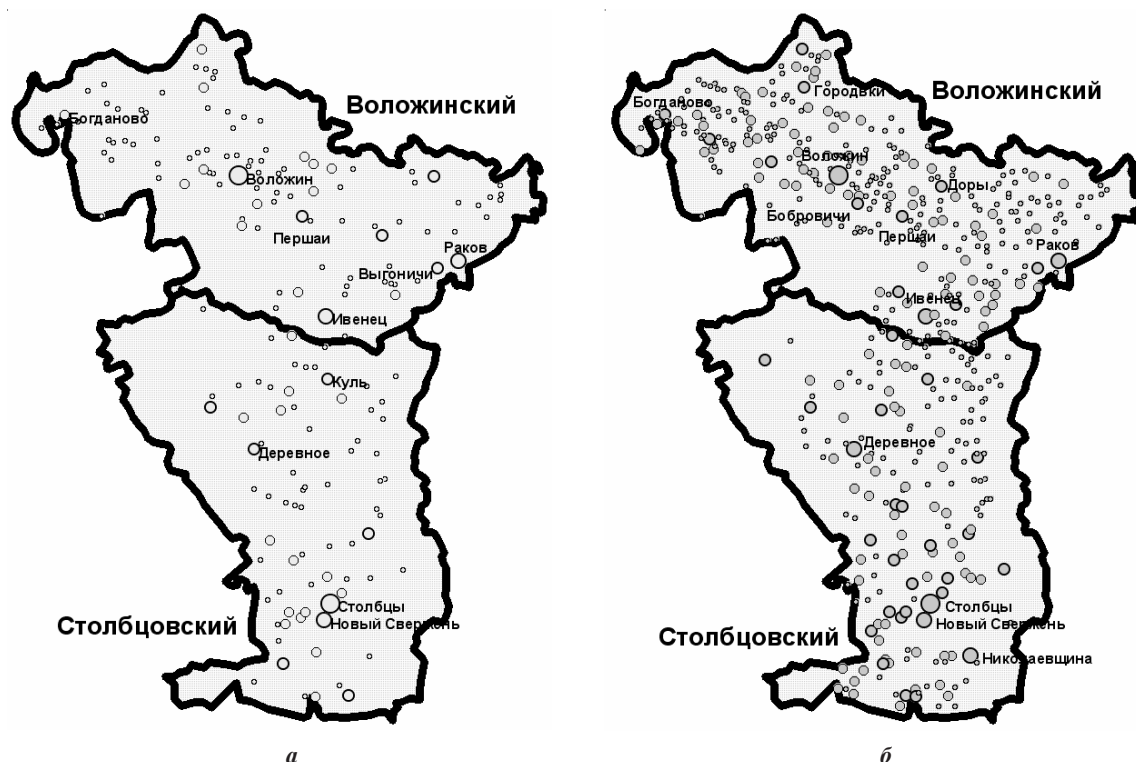


Рис. 6. Территориальное распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями: а – за 1999 г., б – за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.

неоднородности распределения случаев заболевания злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов. Случаи заболевания относительно равномерно распределяются по населенным пунктам соответственно численности проживающего в них населения. Данный факт свидетельствует об отсутствии явных аномалий в развитии пространственно распределенного процесса, обусловленных действием территориальных факторов.

2. Динамический ряд дискретных пространственных моделей демонстрирует тенденцию к росту количества случаев заболевания и повышению плотности их распространения.

3. Для дальнейшего анализа целесообразно использование относительных показателей заболеваемости и методов непрерывного пространственного моделирования.

4. Метод построения дискретных пространственных моделей позволяет эффективно осуществить предварительную оценку территориальной однородности исследуемого процесса в целях выявления первичных признаков влияния факторов, вызывающих территориальную неоднородность его динамики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В.Дорожко, С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.

2. Лаптёнок, С.А. Применение пространственных операций при первичной обработке геоэкологических данных / С.А.Лаптёнок // Медико-биологические аспекты аварии на ЧАЭС. – 2010. – №1–2. – С.29–34.

3. Лаптёнок, С.А. Интерполирование данных при анализе процессов, характеризующихся дефицитом информации / С.А.Лаптёнок, И.В.Лазар // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2011. – №2. – С.48–52.

4. Лаптёнок, С.А. Применение технологии географических информационных систем для изучения динамики заболеваемости населения / С.А.Лаптёнок, К.В.Мошик, С.А.Ванагель // Здравоохранение. – 2002. – №10. – С.52–55.

#### ANALYSIS OF TERRITORIAL UNIFORMITY OF PROCESSES BY MEANS OF DISCRETE SPATIAL MODELLING

S.A.Laptyonok

The influence of anthropogenic factors, acting in the zones of the earth's crust break, on cancer incidence rate among the population of Volozhin and Stolbtsy districts was evaluated by means of the model-building method for discrete spatial models. Morbid events spread uniformly throughout the settlements pointing to the fact that explicit anomalies in the development of the spatial distributed process, caused by the effect of anthropogenic territorial factors, were absent.

Поступила 06.04.2011 г.