

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ВКЛАДА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. ПОСТРОЕНИЕ И ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ТАБЛИЦ СОПРЯЖЕННОСТИ

С.А.Лаптёнок

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Статья продолжает серию публикаций с анализом (на примере Воложинского и Столбцовского районов Минской области Республики Беларусь) связи заболеваемости населения злокачественными новообразованиями с проживанием на территориях с различными геоэкологическими характеристиками. Для количественной оценки значимости влияния геофизических факторов, действующих в зонах линейных разломов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями использовались методы обработки категоризованных данных, основанные на различных алгоритмах расчета корреляции сопряженных признаков, применяемых при анализе насыщенных моделей данных качественного характера, представляющих собой так называемые таблицы сопряженности. Результаты свидетельствуют об определенном вкладе фактора радионуклидного загрязнения территории в повышение уровня заболеваемости.

Ключевые слова: Воложинский район; Столбцовский район; злокачественные новообразования; заболеваемость; Украинско-Балтийский линейный разлом; территории, загрязненные радионуклидами ¹³⁷Cs; пространственная категоризация; таблицы сопряженности.

Формирование таблиц сопряженности на основе пространственной категоризации геоэкологических данных

В целях моделирования влияния природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека, проведен первичный анализ заболеваемости населения Воложинского и Столбцовского районов злокачественными новообразованиями за период с 1953 по 2003 годы, в результате которого были

рассчитаны интенсивные показатели заболеваемости по количеству случаев за каждый год и средней численности населения за весь изучаемый период, который затем был разделен на пять подпериодов: 01.01.1953–31.12.1964; 01.01.1965–31.12.1974; 01.01.1975–30.06.1984; 01.07.1984–30.06.1994; 01.07.1994–31.12.2003 [1].

Проведена пространственная категоризация (табл. 1) всех случаев злокачественных новообразований у населения Воложинского и Столбцовского районов Минской области (свыше 7300, по

Таблица 1

Пространственная категоризация и условные обозначения категорий населенных пунктов

Обозначение	Содержание
«101»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линейным разломом, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«102»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линейным разломом, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«111»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линейный разлом, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«112»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линейный разлом, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«200»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линейного разлома, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«202»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линейного разлома, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs

данным Белорусского канцер-регистра) по территориальной принадлежности к зоне, расположенной на разломах и между разломами Украинско-Балтийского суперрегионального линеамента (так называемой Ивенецко-Першайской зоне), к зонам, расположенным над другими региональными и локальными линеаментами, а также к зонам, расположенным вне линеаментов и кольцевых структур [1].

Для количественной оценки значимости влияния геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями в данном исследовании использовались методы обработки категоризованных данных, основанные на различных алгоритмах расчета корреляции сопряженных признаков [2–6]. Данные алгоритмы применяются при анализе насыщенных моделей данных качественного характера, представляющих собой так называемые таблицы сопряженности.

Для уровней интенсивных показателей заболеваемости в населенных пунктах при различных сочетаниях исследуемых факторов такие модели были построены по схеме, представлен-

ной в табл. 2. Здесь категория A_1 означает населенные пункты, расположенные вне зоны Украинско-Балтийского линеамента (УБЛ), категория A_2 – населенные пункты, расположенные в зоне над Украинско-Балтийским линеаментом, а категория A_3 – населенные пункты, расположенные над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент; категория B_1 означает населенные пункты, расположенные на территориях, не загрязненных ^{137}Cs , B_2 – на загрязненных ^{137}Cs территориях (табл. 2). Категории соответствуют результатам пространственной категоризации данных, описанной в табл. 1.

Собственно модели для всего периода наблюдения и для отдельных подпериодов представлены в табл. 3–8.

Анализ таблиц сопряженности методом расчета относительных значений

В качестве первичной оценки значимости влияния геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями для таблиц 3–8 был осуществлен расчет отношений значений в каждой ячейке таблицы сопряженности к среднему по ансамблю

Таблица 2

Таблица сопряженности для интенсивных показателей по категориям

	B_1	B_2
A_1	200	202
A_2	101	102
A_3	111	112

Таблица 3

Таблица сопряженности для интенсивных показателей за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г.

	B_1	B_2
A_1	6338.09	4446.71
A_2	5405.41	6373.88
A_3	4725.38	7692.31

Таблица 4

Таблица сопряженности для интенсивных показателей за период с 01.01.1953 г. по 31.12.1964 г.

	B_1	B_2
A_1	80.66	0
A_2	53.79	138.73
A_3	529.10	0

Таблица 5

Таблица сопряженности для интенсивных показателей за период с 01.01.1965 г. по 31.12.1974 г.

	B_1	B_2
A_1	143.83	48.34
A_2	97.87	181.10
A_3	142.42	510.20

Таблица 6

Таблица сопряженности для интенсивных показателей за период с 01.01.1975 г. по 30.06.1984 г.

	B_1	B_2
A_1	381.42	270.35
A_2	201.92	417.00
A_3	261.10	0

Таблица 7

Таблица сопряженности для интенсивных показателей за период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г.

	B_1	B_2
A_1	2948.56	2440.03
A_2	2329.62	2890.17
A_3	2562.25	75000.00

Таблица 8
**Таблица сопряженности
для интенсивных показателей
за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	3350.70	2926.33
A ₂	6087.82	311.18
A ₃	2599.92	8108.11

Таблица 9
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (6204.62)
за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	1.0215	0.7167
A ₂	0.8712	1.0273
A ₃	0.7616	1.2398

Таблица 10
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (85.21)
за период с 01.01.1953 г. по 31.12.1964 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	0.9466	0
A ₂	0.6313	1.6281
A ₃	6.2094	0

всех значений в таблице. В табл. 9–14 представлены относительные показатели для различных периодов наблюдения с указанием среднего по ансамблю.

В указанных таблицах приведены данные по всем категориям населенных пунктов, в том числе с нулевыми значениями показателей, для сохранения размерности и симметричности моделей. С аналогичной целью в таблицах приведены также данные по категории 112, численность населенных пунктов в которой невелика, а малочисленность населения и единичные случаи заболевания не позволяют сделать достоверных заключений об уровне заболеваемости (кроме всего периода наблюдения в целом) [1].

Результаты, представленные в табл. 9–14, характеризуются значительной мозаичностью и не позволяют выявить каких-либо значительных закономерностей влияния геоэкологических факторов на формирование уровня заболеваемости. Тем не менее, они позволяют констатировать, что относительный показатель для категории A₁B₂ (202) очевидно выше в период с 01.07.1984 г. по 31.12.2003 г. (табл. 13–14), чем в период с 01.10.1965 г. по 30.06.1984 г. (табл. 11–12). Это может свидетельствовать об определенном вкла-

де фактора радионуклидного загрязнения территории в повышение уровня заболеваемости. Заслуживает внимания также резкое уменьшение относительного показателя для категории A₂B₂ (102) по сравнению с категорией A₂B₁ (101) в период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г. (табл. 14), что хорошо согласуется с ранее сделанными заключениями о том, что фактор присутствия ¹³⁷Cs на территориях, расположенных над УБЛ, обуславливает определенное снижение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями. Тем более, что значения относительного показателя для категории A₂B₂ (102) до аварии на ЧАЭС больше 1, то есть выше среднего по ансамблю (табл. 10–12), а после аварии – меньше 1, то есть ниже среднего по ансамблю (табл. 13, 14).

Таблица 11
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (142.73)
за период с 01.01.1965 г. по 31.12.1974 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	1.0077	0.3387
A ₂	0.6857	1.2688
A ₃	0.9978	3.5746

Таблица 12
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (370.24)
за период с 01.01.1975 г. по 30.06.1984 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	1.0302	0.7302
A ₂	0.5454	1.1263
A ₃	0.7052	0

Таблица 13
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (2903.09)
за период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	1.0157	0.8405
A ₂	0.8025	0.9955
A ₃	0.8826	25.8345

Таблица 14
**Интенсивные показатели, отнесенные
к среднему по ансамблю (3076.15)
за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.**

	B ₁	B ₂
A ₁	1.0893	0.9513
A ₂	1.9790	0.1012
A ₃	0.8452	2.6358

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лаптёнок, С.А.* Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.
2. *Аптон, Г.* Анализ таблиц сопряженности / Г.Аптон. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 143 с.
3. *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.
4. *Лаптёнок, С.А.* Информационно-аналитический комплекс для математической обработки медико-экологических данных в целях решения задач по минимизации последствий чрезвычайных ситуаций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.02 / С.А.-Лаптёнок; ИРБ «БЕЛРАД». – Минск, 2001. – 23 с.
5. *Goodman, L.A.* Analysing qualitative/categorical data. Loglinear models and latent-structure analysis / L.A.Goodman. – L.: Addison - Wesley Publ. Co., 1978. – 355 p.
6. *Mosteller, F.* Association and estimation in contingency tables // F.Mosteller // J. Amer. Statist. Assoc. – 1968. – No.63. – P.1–28.

EVALUATION OF SIGNIFICANCE OF THE GEO-ECOLOGICAL FACTORS CONTRIBUTION TO FORMATION OF EPIDEMIOLOGICAL RISKS. COMPILATION AND PRIMARY ANALYSIS OF CONTINGENCY TABLES

S.A.Laptyonok

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

This article resumes a series of the authors' publications analyzing (the Volozhin and Stolbtsy Districts of the Minsk Region of the Republic of Belarus as an example) the link between the cancer morbidity and living in areas with different geoecological characteristics. In order to quantify a significance of the geophysical factors influence in areas of lineaments of the earth's crust and the factor of the radionuclide contamination of the territory upon the cancer morbidity level, methods of the categorized data processing were used. These methods were based on different algorithms for calculating the correlation of contingent indications used for analyzing the saturated model of the qualitative data, representing the so-called contingency tables. These results reveal a certain contribution of radionuclide contamination of the territory to a morbidity increase.

Keywords: Volozhin district; Stolbtsy district; malignant neoplasms; morbidity; Ukrainian-Baltic lineament; ¹³⁷Cs radionuclide contaminated territories, spatial categorization; contingency tables.

Поступила 20.10.2014 г.