

## ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ВКЛАДА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. АНАЛИЗ ТАБЛИЦ СОПРЯЖЕННОСТИ МЕТОДОМ ЛОГАРИФМОВ ПРЕОБЛАДАНИЯ

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 линеаментов 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. Для повышения точности первичной оценки осуществлялся расчет логарифмов преобладания (логитов) для каждого из изолированных и комбинированных факторов. Наиболее информативным контрольным показателем в таблицах являются значения  $e^{\lambda}-1$ , знак и абсолютное значение которых указывают на характер и значимость влияния каждого фактора (изолированного или комбинированного) на исследуемый процесс. Результаты свидетельствуют об определенном вкладе фактора радионуклидного загрязнения территории в повышение уровня заболеваемости. При этом, в населенных пунктах, расположенных в зоне над Украинско-Балтийским линеаментом, этот фактор, наоборот, способствовал определенному снижению уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями.*

*Ключевые слова:* Воложинский район; Столбцовский район; злокачественные новообразования; заболеваемость; Украинско-Балтийский линеамент; территории, загрязненные радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$ ; пространственная категоризация; таблицы сопряженности; анализ.

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.

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

Таблица 1

**Пространственная категоризация и условные обозначения категорий населенных пунктов**

Обозначение	Содержание
«101»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, не загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs
«102»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs
«111»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, не загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs
«112»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs
«200»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, не загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs
«202»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, загрязненной радионуклидами <sup>137</sup> Cs

построены по схеме, представленной 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 <sup>137</sup>Cs,  $B_2$  – на загрязненных <sup>137</sup>Cs территориях (табл. 2). Категории соответствуют результатам пространственной категоризации данных, описанной в табл. 1.

В работе [1] приведены построенные модели для всего периода наблюдения и для отдельных подпериодов.

Для повышения точности первичной оценки значимости влияния геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, произведенной в [1], осуществлялся расчет логарифмов преобладания (логитов) для каждого из изолированных и комбинированных факторов [2–6]. В табл. 3–8 представлены расчетные значения для различных периодов наблюдения. Наиболее информативным контрольным показателем в таблицах являются значения  $e^{\lambda}-1$ , знак и абсолютное значение кото-

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

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^{\lambda}$	$e^{\lambda}-1$
$A_1$	-0.019	0.981	-0.019
$A_2$	0.003	1.003	0.003
$A_3$	0.015	1.015	0.015
$B_1$	-0.014	0.986	-0.014
$B_2$	0.014	1.014	0.014
$A_1B_1$	0.055	1.057	0.057
$A_1B_2$	-0.055	0.946	-0.054
$A_2B_1$	-0.007	0.993	-0.007
$A_2B_2$	0.007	1.007	0.007
$A_3B_1$	-0.049	0.953	-0.047
$A_3B_2$	0.049	1.050	0.050

Таблица 4

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.01.1953 г. по 31.12.1964 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^{\lambda}$	$e^{\lambda}-1$
$A_1$	-0.150	0.861	-0.139
$A_2$	-0.030	0.971	-0.029
$A_3$	0.179	1.196	0.196
$B_1$	0.142	1.153	0.153
$B_2$	-0.142	0.867	-0.133
$A_1B_1$	-0.051	0.951	-0.049
$A_1B_2$	0.051	1.052	0.052
$A_2B_1$	-0.228	0.796	-0.204
$A_2B_2$	0.228	1.256	0.256
$A_3B_1$	0.278	1.321	0.321
$A_3B_2$	-0.278	0.757	-0.243

Таблица 5

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.01.1965 г. по 31.12.1974 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^\lambda$	$e^\lambda-1$
A <sub>1</sub>	-0.115	0.891	-0.109
A <sub>2</sub>	-0.050	0.951	-0.049
A <sub>3</sub>	0.166	1.180	0.180
B <sub>1</sub>	-0.066	0.937	-0.063
B <sub>2</sub>	0.066	1.068	0.068
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0.138	1.148	0.148
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	-0.138	0.871	-0.129
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0.006	1.006	0.006
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	-0.006	0.994	-0.006
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	-0.144	0.865	-0.135
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	0.144	1.155	0.155

Таблица 7

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^\lambda$	$e^\lambda-1$
A <sub>1</sub>	-0.155	0.857	-0.143
A <sub>2</sub>	-0.156	0.855	-0.145
A <sub>3</sub>	0.311	1.365	0.365
B <sub>1</sub>	-0.156	0.855	-0.145
B <sub>2</sub>	0.156	1.169	0.169
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0.162	1.176	0.176
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	-0.162	0.851	-0.149
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0.150	1.162	0.162
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	-0.150	0.860	-0.140
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	-0.312	0.732	-0.268
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	0.312	1.366	0.366

Таблица 6

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.01.1975 г. по 30.06.1984 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^\lambda$	$e^\lambda-1$
A <sub>1</sub>	0.075	1.078	0.078
A <sub>2</sub>	0.056	1.058	0.058
A <sub>3</sub>	-0.131	0.877	-0.123
B <sub>1</sub>	0.032	1.033	0.033
B <sub>2</sub>	-0.032	0.968	-0.032
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0.018	1.019	0.019
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	-0.018	0.982	-0.018
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	-0.133	0.876	-0.124
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0.133	1.142	0.142
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	0.114	1.121	0.121
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	-0.114	0.892	-0.108

Таблица 8

**Количественная оценка значимости факторов, влияющих на риск формирования злокачественных новообразований, за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.**

Фактор	$\lambda$	$e^\lambda$	$e^\lambda-1$
A <sub>1</sub>	-0.037	0.964	-0.036
A <sub>2</sub>	-0.052	0.949	-0.051
A <sub>3</sub>	0.089	1.093	0.093
B <sub>1</sub>	0.016	1.016	0.016
B <sub>2</sub>	-0.016	0.984	-0.016
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	-0.002	0.998	-0.002
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0.002	1.002	0.002
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0.181	1.198	0.198
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	-0.181	0.835	-0.165
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	-0.179	0.836	-0.164
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	0.179	1.196	0.196

рых указывают на характер и значимость влияния каждого фактора (изолированного или комбинированного) на исследуемый процесс.

Анализ результатов, представленных в табл. 3–8, в целом подтверждает тенденции, выявленные в [1]. Так, значение  $e^\lambda-1$  для фактора B<sub>2</sub> (загрязнение территории радионуклидами <sup>137</sup>Cs) за весь период наблюдения составило 0.014 (незначительный положительный вклад) (табл. 3). В среднем за период с 01.07.1984 г. по 31.12.2003 г. (табл. 7, 8) значения данного параметра превышают значения, относящиеся к периоду с 01.01.1953 г. по 30.06.1984 г. (табл. 4–6). Следовательно, фактор радионуклидного загрязнения обуславливает определенное повышение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями.

Значение  $e^\lambda-1$  для фактора A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> (загрязнение территории над УБЛ радионуклидами <sup>137</sup>Cs) за весь период наблюдения практически равно нулю (табл. 3). В период с 01.07.1984 г. по 31.12.2003 г. данный параметр имеет значимо отрицательные значения (табл. 7, 8), в период с 01.01.1953 г. по 30.06.1984 г. – значимо отрицательные либо практически равные нулю (табл. 4–6). Следовательно, фактор радионуклидного загрязнения обуславливает определенное снижение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями в населенных пунктах, расположенных в зоне над Украинско-Балтийским линейным элементом.

#### Литература

1. Лантёнок, С.А. Оценка значимости вклада геоэкологических факторов в формирование эпидемио-

- логических рисков. Построение и первичный анализ таблиц сопряженности / С.А.Лаптёнок // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2015. – №2. – С.92–95.
2. Антон, Г. Анализ таблиц сопряженности / Г.Антон. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 143 с.
  3. Goodman, L.A. Analysing qualitative/categorical data. Loglinear models and latent-structure analysis / L.A.Goodman. – L.: Addison - Wesley Publ. Co., 1978. – 355 p.
  4. Mosteller, F. Association and estimation in contingency tables // F.Mosteller // J. Amer. Statist. Assoc. – 1968. – No.63. – P.1–28.
  5. 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.
  6. Лаптёнок, С.А. Оценка влияния некоторых стратифицированных факторов на развитие зоба у детей методом логарифмов преобладания / С.А.Лаптёнок // Здравоохранение. – 1998. – №7. – С.43–46.
  7. 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.
  8. Лаптёнок, С.А. Оценка влияния некоторых стратифицированных факторов на развитие зоба у детей методом приращения информации / С.А.Лаптёнок, Н.В.Арсюткин // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – 1998. – №3. – С.22–26.
  9. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.

**EVALUATION OF SIGNIFICANCE OF THE GEO-ECOLOGICAL FACTORS CONTRIBUTION TO FORMATION OF EPIDEMIOLOGICAL RISKS. ANALYSIS OF**

**CONTINGENCY TABLES BY METHOD OF LOGARITHMS OF PREVALENCE**

**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. Calculation of the logarithms of prevalence (logits) for each of isolated or combined factors was performed for improving the accuracy of initial evaluation. The most informative benchmark in tables is value of  $e^{\lambda}-1$ , sign and absolute value of which indicate nature and significance of impact of each factor (isolated or combined) on the analyzed process. These results reveal a certain contribution of radionuclide contamination of the territory to a morbidity increase. But, on the contrary, this factor contributed to a certain reduction in prevalence of malignant neoplasms in the settlements, located in the area of Ukrainian-Baltic lineament.

Keywords: Volozhin District; Stolbtsy District; malignant neoplasms, morbidity; Ukrainian-Baltic lineament;  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide contaminated territories, spatial categorization; contingency tables; analysis.

Поступила 20.07.2015 г.