

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ВКЛАДА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. АНАЛИЗ ТАБЛИЦ СОПРЯЖЕННОСТИ МЕТОДОМ ПРИРАЩЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

¹ С.А.Лаптёнок, ¹ Г.И.Морзак, ¹ С.А.Хорева, ¹ Л.Н.Гордеева,
² А.В.Осипов, ³ Е.М.Минченко

¹ Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

² Государственное производственное объединение по топливу и газификации «Белтопгаз»,
г. Минск, Республика Беларусь

³ Институт непрерывного образования БГУ, 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. В целях контроля качества и уточнения оценок значимости влияния геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями был реализован расчет относительных показателей для комбинированных факторов для различных периодов наблюдения. Информативным показателем в таблицах являются отличия значений в ячейках от 1, знак и абсолютное значение указывают на характер и значимость влияния факторов на исследуемый процесс. Контрольные показатели – максимальная энтропия модели (E_{max}), наблюдаемая энтропия (E) и приращение информации (Π , information increment). Полученными результатами подтверждаются заключения, касающиеся комбинированного фактора A_2B_2 (102, населенные пункты, расположенные в зоне над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs) и позволяющие утверждать, что присутствие радионуклидов ^{137}Cs на территории, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, в определенной степени обуславливает снижение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями.

Ключевые слова: Воложинский район; Столбцовский район; злокачественные новообразования; заболеваемость; Украинско-Балтийский линеамент; территории, загрязненные радионуклидами ^{137}Cs ; пространственная категоризация; таблицы сопряженности; метод приращения информации; 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, рас-

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 ^{137}Cs
«102»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs
«111»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, не загрязненной радионуклидами ^{137}Cs
«112»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs
«200»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, не загрязненной радионуклидами ^{137}Cs
«202»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs

положенным 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. 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, 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 ^{137}Cs , B_2 – на загрязненных ^{137}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.

В целях контроля качества и уточнения оценок значимости влияния геофизических факторов,

действующих в зонах линеаментов земной коры, и фактора загрязнения территории радионуклидами на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями [1, 2] был реализован расчет относительных показателей для комбинированных факторов [3–9].

В табл. 3–8 представлены расчетные значения для различных периодов наблюдения. Информативным показателем в таблицах являются отличия значений в ячейках от 1, знак и абсолютное значение указывают на характер и значимость влияния факторов на исследуемый процесс. Контрольные показатели – максимальная энтропия модели ($E_{\max}$), наблюдаемая энтропия (E) и приращение информации (Π , information increment) [5].

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.**

	B_1	B_2
A_1	1.0364	0.8780
A_2	0.9663	1.0388
A_3	0.9055	1.1153

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=2.5593 \quad \Pi=0.99\%$$

Таблица 4

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

	B ₁	B ₂
A ₁	0.7734	0
A ₂	0.6067	1.0162
A ₃	0.9193	0

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=1.4285 \quad \Pi=44.74\%$$

Таблица 5

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

	B ₁	B ₂
A ₁	0.8811	0.4532
A ₂	0.7118	0.9851
A ₃	0.8767	1.2005

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=2.2008 \quad \Pi=14.86\%$$

Таблица 6

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

	B ₁	B ₂
A ₁	1.1593	1.0251
A ₂	0.8945	1.1861
A ₃	1.0099	0

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=2.2725 \quad \Pi=12.09\%$$

Таблица 7

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

	B ₁	B ₂
A ₁	0.3805	0.3324
A ₂	0.3215	0.3752
A ₃	0.3443	0.4608

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=0.9542 \quad \Pi=63.09\%$$

Полученными результатами также подтверждаются заключения, сделанные в публикации [2], касающиеся комбинированного фактора A₂B₂ (102, населенные пункты, расположенные в зоне над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами ¹³⁷Cs).

Таблица 8

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

	B ₁	B ₂
A ₁	0.9323	0.8709
A ₂	1.1732	0.1925
A ₃	0.8178	1.2298

$$E_{\max}=2.5850 \quad E=2.2474 \quad \Pi=13.06\%$$

Значения расчетных показателей для данной категории в период с 01.01.1953 г. по 30.06.1984 г. (табл. 4–6) превышают 1 либо близки к единице. Соответствующие значения в период с 01.07.1984 г. по 31.12.2003 г. значительно меньше 1 (табл. 7, 8). Таким образом, можно утверждать, что присутствие радионуклидов ¹³⁷Cs на территории, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, в определенной степени обуславливает снижение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаптёнок, С.А. Оценка значимости вклада геоэкологических факторов в формирование эпидемиологических рисков. Построение и первичный анализ таблиц сопряженности / С.А.Лаптёнок // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2015. – №2. – С.92–95.
2. Лаптёнок, С.А. Оценка значимости вклада геоэкологических факторов в формирование эпидемиологических рисков. Анализ таблиц сопряженности методом логарифмов преобладания / С.А.Лаптёнок // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2015. – №3. – С.84–87.
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. Оценка влияния некоторых стрессовых 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.
5. 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.
6. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.

7. Антон, Г. Анализ таблиц сопряженности / Г.Антон. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 143 с.
8. Goodman, L.A. Analysing qualitative/categorical data. Loglinear models and latent-structure analysis / L.A.Goodman. – L.: Addison - Wesley Publ. Co., 1978. – 355 p.
9. 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. ANALYSIS OF CONTINGENCY TABLES BY MEANS OF INFORMATION INCREMENT METHOD

¹S.A.Laptyonok, ¹G.I.Morzak, ¹S.A.Khoreva,
¹L.N.Gordeeva, ²A.V.Osipov, ³E.M.Minchenko

¹ Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

² State Production Association on Fuel and Gasification “Beltopgas”, Minsk, Republic of Belarus

³ Institute of Continuing Education of the BSU, 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 geo-ecological 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. In order to control the quality and adjustment of estimates as regards significance of the geophysical factors influence in lineaments areas of the crust and the factor of the radionuclide contamination of the territory upon the cancer morbidity, the calculation of the relative indicators for the combined factors within various observation periods was realized. Differences between the values in the cells beginning from 1 are an information indicator in the tables. The sign and absolute value point to the nature and significance of the influence of factors upon the process under study. Benchmarks are a maximum entropy model ($E_{\max}$), observed entropy (E) and information increment (II, information increment). These results confirm the conclusions on the combined factor A_2B_2 (102; settlements located in the area above the Ukrainian-Baltic lineament contaminated with ^{137}Cs radionuclides) and suggest that the presence of ^{137}Cs in the territory located above the Ukrainian-Baltic lineament, to a certain extent, results in a decrease in cancer incidence.

Keywords: Volozhin District; Stolbtsy District; malignancies; morbidity; Ukrainian-Baltic lineament; ^{137}Cs radionuclides contaminated territories; spatial categorization; contingency tables; method of information increment; analysis.

Поступила 20.10.2015 г.

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

“Вопросы организации и информатизации здравоохранения” – рецензируемый аналитико-информационный бюллетень. Издается с 1995 г., выходит 4 раза в год.

Зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь (свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации № 383 от 15 мая 2009 г.).

Учредитель: государственное учреждение “Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения” (РНПЦ МТ).

Адрес редакции: 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 7а.

Главный редактор: Сачек Марина Михайловна.

Ответственный секретарь: Н.Е. Хейфец.

Редактор: Н.В. Новаш.

Компьютерная верстка: Н.Ф. Гелжец.

Подписано в печать 30.12.2015 г. Формат бумаги 60x84 1/8.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 12,6. Тираж 550 экз. Зак. №

Распространяется по подписке. Подписные индексы по каталогу РУП почтовой связи “Белпочта”:

74855 (для индивидуальных подписчиков); 748552 (для предприятий и организаций).

Отпечатано в типографии Государственного предприятия “СтройМедиаПроект”. 220123, Минск, ул. В.Хоружей, 13/61. Лицензия №02330/71 от 23.01.2014 г. Тел. (017) 288-60-88.