

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ КОНКОРДАЦИИ В СТРУКТУРАХ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ, НАБЛЮДАЕМЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

¹С.А.Лаптёнок, ¹Е.В.Карпинская, ²Н.Е.Порада, ²И.В.Лазар, ²М.А.Дубина

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

²Международный государственный экологический университет им. А.Д.Сахарова, г. Минск, Республика Беларусь

Данная статья продолжает серию публикаций авторов с анализом (на примере Воложинского и Столбцовского районов Минской области Республики Беларусь) связи структуры заболеваемости населения злокачественными новообразованиями с проживанием на территориях с различными геоэкологическими характеристиками. Выдвинуто предположение, что уровни конкордации (согласованности) ранжирования процентных долей различных локализаций злокачественных новообразований в общей структуре заболеваемости в различных геоэкологических условиях могут служить индикатором изменений в данной структуре под воздействием исследуемых факторов. Сформированы сводные таблицы, включающие структуры заболеваемости в населенных пунктах выделенных категорий для пяти периодов наблюдения. Для каждой из таблиц рассчитаны коэффициенты конкордации, оценивающие согласованность структур заболеваемости. Для сравнения уровней согласованности структур заболеваемости в различных геоэкологических условиях применялся критерий знаков. Утверждается, что факторы загрязнения территории радионуклидами ^{137}Cs и расположения ее над линеаментами литосферы с достаточно высокой достоверностью оказывают определенное влияние на структуру заболеваемости по локализациям злокачественных новообразований. Согласованность структур заболеваемости, зарегистрированных в различные периоды наблюдения, на загрязненных территориях оказывается выше, чем на территориях без радионуклидного загрязнения. Согласованность структур заболеваемости в зонах, расположенных над линеаментами литосферы, также значимо выше показателя вне указанных зон.

Ключевые слова: Воложинский район; Столбцовский район; злокачественные новообразования; структура заболеваемости; Украинско-Балтийский линеамент; территории, загрязненные радионуклидами ^{137}Cs ; коэффициент конкордации.

Для определения тесноты связи между произвольным числом ранжированных признаков используется метод расчета коэффициентов конкордации (согласованности) [1]. Уровни конкордации ранжирования процентных долей различных локализаций злокачественных новообразований в общей структуре заболеваемости в различных геоэкологических условиях могут служить индикатором изменений в данной структуре под воздействием исследуемых факторов.

В ходе реализации данной методики были сформированы сводные таблицы (табл. 1–7), включающие структуры заболеваемости в населенных пунктах выделенных категорий для пяти периодов наблюдения. В табл. 3 представлен пример структуры заболеваемости по группам локализаций, в табл. 4 – структуры заболеваемости по классификации МКБ-9.

Затем было произведено ранжирование структуры для каждой категории населенных пунктов

за каждый период наблюдения. Табл. 5 содержит пример ранжированной структуры заболеваемости по группам локализаций, табл. 6 – ранжированные структуры заболеваемости по классификации МКБ-9. Для каждой из таблиц рассчитаны коэффициенты конкордации W_5 , W_3 и W_2 , оценивающие согласованность структур заболеваемости. Показатель W_5 оценивает согласованность структур по всем пяти периодам наблюдения (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), показатель W_3 – по трем (01.01.1975–30.06.1984; 01.07.1984–30.06.1994; 01.07.1994–31.12.2003), а W_2 – по двум (01.07.1984–30.06.1994; 01.07.1994–31.12.2003) периодам (табл. 7).

Для сравнения уровней согласованности структур заболеваемости в различных геоэкологических условиях применялся критерий знаков [2]. В табл. 8 представлены результаты его приме-

Таблица 1

Кодирование категорий населенных пунктов Воложинского и Столбцовского районов

Категория	Код
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом (УБЛ), не загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	101
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	102
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, не загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	111
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	112
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, не загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	200
Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs	202
Населенные пункты, входящие в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2010 г. №132	300

Таблица 2

Кодирование периодов

Период	Код
01.01.1953 – 31.12.1964	«1959»
01.01.1965 – 31.12.1974	«1970»
01.01.1975 – 30.06.1984	«1979»
01.07.1984 – 30.06.1994	«1989»
01.07.1994 – 31.12.2003	«1999»

нения для проверки гипотезы о более высоком уровне согласованности структур заболеваемости на территориях, загрязненных ^{137}Cs . Здесь имеют место следующие параметры критерия: при общем количестве ненулевых разностей $N=24$ количество

положительных разностей $n(+)=18$, количество отрицательных разностей $n(-)=6$. Критическое значение отрицательных разностей для $N=24$ равно 7, следовательно, гипотеза принимается с достоверностью $P<0.1$.

Аналогично осуществлялась проверка гипотезы о более высоком уровне согласованности структур заболеваемости на территориях, расположенных над зоной Украинско-Балтийского суперрегионального линеамента, в отличие от других территорий (табл. 9). Параметры критерия знаков: $N=24$, количество положительных разностей $n(+)=18$, количество отрицательных разностей $n(-)=6$. Критическое значение отри-

Таблица 3

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями в различных зонах за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.

Локализация (по группам)	Доля, в процентах						
	101	102	111	112	200	202	300
140–149, 160	6.88	6.77	2.99	33.33	5.50	6.90	7.02
150–159	31.22	23.23	26.87	0	29.68	29.31	25.15
161–164	16.93	16.77	19.40	0	16.86	13.79	18.13
170–171	0.53	0.32	4.48	0	0.69	0	1.17
172, 173, 175	12.70	9.35	11.94	33.3	9.16	10.34	11.70
174	7.41	7.74	5.97	0	6.76	5.17	7.02
179–187	11.11	14.84	5.97	33.33	14.66	20.69	14.04
188, 189	4.23	8.39	10.45	0	6.02	10.34	5.85
190–192	1.06	0.97	7.46	0	1.51	0	0.58
193, 194	0.53	2.26	0	0	1.47	0	3.51
195, 197–199	1.59	1.29	1.49	0	1.59	0	0.58
196, 200–202	1.06	1.94	2.99	0	2.20	1.72	1.17
203–208	4.76	6.13	0	0	3.91	1.72	4.09

Таблица 4

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями в различных зонах за период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г. (МКБ-9)

Локализация (МКБ-9)	Доля, в процентах						
	101	102	111	112	200	202	300
140	1.59	2.26	1.49	0	1.62	1.72	1.17
141	1.06	0.97	0	0	0.77	0	0.58
142	0.53	0.32	0	0	0.28	0	0
143	0	0	0	0	0.08	0	0
144	0.53	0.32	0	0	0.61	1.72	0.58
145	0	0.32	0	0	0.45	0	0
146	1.06	1.29	0	0	0.61	1.72	2.34
147	0.53	0	0	0	0.16	1.72	0.58
148	1.06	1.29	1.49	33.33	0.81	0	1.75
149	0.53	0	0	0	0	0	0
150	1.59	2.58	1.49	0	1.75	0	0.58
151	14.81	9.68	11.94	0	14.62	13.79	14.04
152	0	0	0	0	0.04	0	0
153	2.65	3.87	1.49	0	3.98	6.90	2.92
154	4.23	3.23	5.97	0	4.67	1.72	1.75
155	2.65	1.94	2.99	0	1.18	1.72	1.17
156	2.12	0	0	0	0.57	0	0
157	3.17	1.29	2.99	0	2.31	5.17	2.92
158	0	0.65	0	0	0.45	0	1.17
159	0	0	0	0	0.04	0	0.58
160	0	0	0	0	0.08	0	0
161	3.17	2.26	1.49	0	2.27	1.72	2.34
162	13.76	14.52	17.91	0	14.17	12.07	14.62
163	0	0	0	0	0.24	0	1.17
164	0	0	0	0	0.12	0	0
170	0	0	0	0	0.37	0	0
171	0.53	0.32	4.48	0	0.32	0	1.17
172	0.53	0.32	0	0	1.02	1.72	0
173	12.17	9.03	11.94	33.33	8.04	8.62	11.70
174	7.41	7.74	5.97	0	6.74	5.17	7.02
175	0	0	0	0	0.08	0	0
179	0	0	0	0	0.12	0	0
180	1.06	1.61	0	0	3.57	8.62	2.34
181	0	0	0	0	0	0	0
182	2.65	5.48	1.49	0	3.09	3.45	3.51
183	1.59	1.61	0	0	2.68	1.72	2.92
184	0.53	0.97	0	0	0.81	1.72	1.75
185	4.76	5.16	2.99	33.33	3.78	5.17	3.51
186	0.53	0	1.49	0	0.28	0	0
187	0	0	0	0	0.28	0	0
188	3.17	2.90	8.96	0	3.17	3.45	2.92
189	1.06	5.48	1.49	0	2.84	6.90	2.92
190	0	0	0	0	0.53	0	0
191	1.06	0.65	7.46	0	0.89	0	0.58
192	0	0.32	0	0	0.08	0	0
193	0.53	1.94	0	0	1.38	0	3.51
194	0	0.32	0	0	0.08	0	0
195	0	0	0	0	0.04	0	0
196	0	0	0	0	0.24	0	0
197	0	0.97	1.49	0	0.41	0	0.58
198	1.59	0.32	0	0	1.06	0	0
199	0	0	0	0	0.12	0	0
200	0.53	0.32	2.99	0	0.61	0	0
201	0	0.97	0	0	0.81	1.72	0
202	0.53	0.65	0	0	0.77	0	1.17
203	1.06	0.32	0	0	0.69	1.72	0.58
204	3.17	2.58	0	0	1.79	0	0.58
205	0	2.58	0	0	0.97	0	2.34
206	0	0	0	0	0.04	0	0
207	0.53	0.32	0	0	0.20	0	0.58
208	0	0.32	0	0	0.20	0	0

Таблица 5

**Ранжированная структура заболеваемости злокачественными новообразованиями
в населенных пунктах категории 300 (по группам локализаций)**

	«1959»	«1970»	«1979»	«1989»	«1999»	Σ
140–149, 160	7.5	9.5	3.5	6.5	5.5	32.5
150–159	7.5	4	3.5	1	1	17
161–164	7.5	9.5	7.5	2	2	28.5
170–171	7.5	9.5	11	8	10.5	46.5
172, 173, 175	7.5	1.5	1	4.5	4	18.5
174	7.5	9.5	5.5	4.5	5.5	32.5
179–187	7.5	1.5	2	3	3	17
188, 189	7.5	9.5	5.5	6.5	7	36
190–192	1	9.5	11	10	12.5	44
193, 194	7.5	9.5	11	12	9	49
195, 197–199	7.5	9.5	11	12	12.5	52.5
196, 200–202	7.5	4	7.5	12	10.5	41.5
203–208	7.5	4	11	9	8	39.5
	12	13	13	7	6	455

Таблица 6

**Ранжированная структура заболеваемости злокачественными новообразованиями
в населенных пунктах категории 200 (по классификации МКБ-9)**

	«1959»	«1970»	«1979»	«1989»	«1999»	Σ
1	2	3	4	5	6	7
140	3	6	6	15	17	47
141	37	40	48	26,5	27,5	179
142	37	40	48	49,5	41	215.5
143	37	40	29	58	53	217
144	37	40	21	31	31	160
145	37	11	48	37,5	35,5	169
146	37	40	48	42	31	198
147	37	40	48	49,5	47	221.5
148	37	40	48	32	25	182
149	37	40	48	42	60,5	227.5
150	37	40	29	18	16	140
151	6,5	4,5	2	1	1	15
152	37	40	48	49,5	57,5	232
153	10	11	14	7	6	48
154	37	16	9	5	5	72
155	37	40	21	17	19	134
156	37	40	29	37,5	33	176.5
157	37	40	21	9,5	13	120.5
158	37	40	48	35	35,5	195.5
159	37	40	29	29	57,5	192.5
160	37	40	48	49,5	53	227.5
161	37	7	7	13	14	78
162	6,5	40	10	2	2	60.5
163	37	40	48	42	43,5	210.5
164	37	40	29	42	49	197
170	37	16	29	24	38	144
171	37	16	21	26,5	39	139.5
172	10	11	17	26,5	21	85.5
173	2	1,5	1	3	3	10.5
174	4	3	4	4	4	19
175	37	40	29	55,5	53	214.5
179	37	40	48	33	49	207
180	1	1,5	5	9,5	8	25
181	10	16	48	49,5	60,5	184
182	5	4,5	3	12	10	34.5

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
183	37	8	11	8	12	76
184	10	40	17	30	25	122
185	37	40	12	6	7	102
186	37	40	29	49,5	41	196,5
187	37	40	29	49,5	41	196,5
188	37	11	8	11	9	76
189	37	40	29	16	11	133
190	37	11	21	35	34	138
191	37	40	48	19	23	167
192	37	40	48	55,5	53	233,5
193	37	40	17	21	18	133
194	37	40	48	60	53	238
195	37	40	48	35	57,5	217,5
196	37	40	48	60	43,5	228,5
197	37	40	48	60	37	222
198	37	40	48	42	20	187
199	37	40	48	26,5	49	200,5
200	10	40	15	23	31	119
201	37	40	13	22	25	137
202	37	40	48	55,5	27,5	208
203	37	40	48	42	29	196
204	37	40	29	14	15	135
205	37	16	48	20	22	143
206	37	40	48	55,5	57,5	238
207	37	40	48	49,5	45,5	220
208	37	40	48	42	45,5	212,5
	56	57	46	33	31	9455

Таблица 7

**Коэффициенты конкордации структуры заболеваемости
для различных категорий населенных пунктов**

Категории	W ₅		W ₃		W ₂	
	группы	МКБ-9	группы	МКБ-9	группы	МКБ-9
111	0.2289	0.0208	0.2538	0.0336	0.3176	0.0486
112	0.8198	0.0231	1.2639	0.0385	1.2639	0.0577
101	0.1584	0.0199	0.1963	0.0323	0.2665	0.0458
102	0.1480	0.0213	0.1806	0.0356	0.2500	0.0554
202	0.2247	0.0219	0.2486	0.0358	0.3095	0.0520
200	0.1047	0.0200	0.1684	0.0350	0.2503	0.0500
300	0.2545	0.0199	0.2857	0.0318	0.2857	0.0458

цательных разностей для N=24 равно 7, следовательно, гипотеза принимается с достоверностью P<0.1.

Проверка гипотезы о более высоком уровне согласованности структур заболеваемости на территориях, расположенных над зонами суперрегиональных и локальных линеаментов, чем на территориях, находящихся вне указанных зон (табл. 10), дала следующие результаты: N=30; n(+)=24; n(-)=6. Критическое значение отрицательных разностей для N=30 равно 7. Гипотеза принимается с достоверностью P<0.01.

Исходя из полученных критериальных оценок, можно с достаточно высокой достоверностью утверждать, что факторы загрязнения территории радионуклидами ¹³⁷Cs и расположения ее над линеа-

ментами литосферы оказывают определенное влияние на структуру заболеваемости по локализациям злокачественных новообразований. Согласованность структур заболеваемости, зарегистрированных в различные периоды наблюдения, на загрязненных территориях оказывается выше, чем на территориях без радионуклидного загрязнения. Согласованность структур заболеваемости в зонах, расположенных над линеаментами литосферы, также значимо выше показателя вне указанных зон.

Литература

1. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.
2. Johnson, R. Elementary Statistics. 4th edition / R.Johnson. – Boston: Duxbury Press, 1984. – 557 p.

Таблица 8

**Применение критерия знаков для сравнения структур заболеваемости
в населенных пунктах различных категорий**

	Территории, не загрязненные ^{137}Cs	Территории, загрязненные ^{137}Cs	Знак разности
1	0.2289	0.8198	+
2	0.0208	0.0231	+
3	0.2538	1.2639	+
4	0.0336	0.0385	+
5	0.3176	1.2639	+
6	0.0486	0.0577	+
7	0.1584	0.1480	—
8	0.0199	0.0213	+
9	0.1963	0.1806	—
10	0.0323	0.0356	+
11	0.2665	0.2500	—
12	0.0458	0.0554	+
13	0.1047	0.2247	+
14	0.0200	0.0219	+
15	0.1684	0.2486	+
16	0.0350	0.0358	+
17	0.2503	0.3095	+
18	0.0500	0.0520	+
19	0.1047	0.2545	+
20	0.0200	0.0199	—
21	0.1684	0.2857	+
22	0.0350	0.0318	—
23	0.2503	0.2857	+
24	0.0500	0.0458	—

Таблица 9

**Применение критерия знаков для сравнения структур заболеваемости
в населенных пунктах различных категорий**

	Территории вне УБЛ	Территории над УБЛ	Знак разности
1	0.1047	0.1480	+
2	0.0200	0.0213	+
3	0.1684	0.1806	+
4	0.0350	0.0356	+
5	0.2503	0.2500	—
6	0.0500	0.0554	+
7	0.1047	0.1584	+
8	0.0200	0.0199	—
9	0.1684	0.1963	+
10	0.0350	0.0323	—
11	0.2503	0.2665	+
12	0.0500	0.0458	—
13	0.1047	0.8198	+
14	0.0200	0.0231	+
15	0.1684	1.2639	+
16	0.0350	0.0385	+
17	0.2503	1.2639	+
18	0.0500	0.0577	+
19	0.1047	0.2289	+
20	0.0200	0.0208	+
21	0.1684	0.2538	+
22	0.0350	0.0336	—
23	0.2503	0.3176	+
24	0.0500	0.0486	—

Таблица 10

**Применение критерия знаков для сравнения структур заболеваемости
в населенных пунктах различных категорий**

	Территории вне линеаментов	Территории над линеаментами	Знак разности
1	0.1047	0.2247	+
2	0.0200	0.0219	+
3	0.1684	0.2486	+
4	0.0350	0.0358	+
5	0.2503	0.3095	+
6	0.0500	0.0520	+
7	0.1047	0.1480	+
8	0.0200	0.0213	+
9	0.1684	0.1806	+
10	0.0350	0.0356	+
11	0.2503	0.2500	—
12	0.0500	0.0554	+
13	0.1047	0.1584	+
14	0.0200	0.0199	—
15	0.1684	0.1963	+
16	0.0350	0.0323	—
17	0.2503	0.2665	+
18	0.0500	0.0458	—
19	0.1047	0.8198	+
20	0.0200	0.0231	+
21	0.1684	1.2639	+
22	0.0350	0.0385	+
23	0.2503	1.2639	+
24	0.0500	0.0577	+
25	0.1047	0.2289	+
26	0.0200	0.0208	+
27	0.1684	0.2538	+
28	0.0350	0.0336	—
29	0.2503	0.3176	+
30	0.0500	0.0486	—

**EVALUATION OF CONCORDANCE LEVELS
IN CANCER MORBIDITY PATTERNS
OBSERVED UNDER VARIOUS
GEOECOLOGICAL CONDITIONS**

¹S.A.Laptyonok, ¹E.V.Karpinskaya,
²N.E.Porada, ²I.V.Lazar, ²M.A.Dubina

¹Belarusian National Technical University, Minsk,
Republic of Belarus

²A.D.Sakharov International Environmental
University, Minsk, Republic of Belarus

This article continues a series of the authors' publications analyzing (based on the example of the Volozhin and Stolbtsy Districts of the Minsk Region of the Republic of Belarus) the connection between the cancer morbidity pattern and living in areas with different geoecological characteristics. It is assumed that the concordance levels in ranking of the various cancer localization proportions in the overall incidence rate under different geoecological conditions may serve as an indicator of the pattern changes affected by the studied factors. Summary tables, including the morbidity patterns in the settlements of the selected categories for the five

observation periods have been formed. Concordance coefficients evaluating the concordance of the morbidity patterns have been calculated for each of the tables. A criterion of signs has been used for comparing the concordance levels of the morbidity patterns under different geoecological conditions. It is stated that factors of the ¹³⁷Cs radionuclides contamination of the territory and its location above the lineaments of the lithosphere, with a fairly high degree of certainty, have a definite effect on the morbidity pattern by cancer localizations. The concordance of the morbidity patterns registered in different observation periods turns to be higher in the contaminated areas as compared with the territories without radionuclide contamination. The concordance of the morbidity patterns located above the lineaments of the lithosphere is also much higher than outside the given zones.

Keywords: Volozhin district, Stolbtsy district, malignant neoplasms, morbidity pattern, Ukrainian-Baltic lineament, ¹³⁷Cs radionuclides contaminated territories, concordance coefficient.

Поступила 17.07.2014 г.