

Сравнительный анализ фактической и прогнозной онкологической заболеваемости в областях Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС

В.В. Кучумов¹, А.А. Ляпкало², М.С. Николаевич³

¹ Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области, Рязань

² Рязанский медицинский университет им. академика И.П. Павлова
Минздравсоцразвития России, Рязань

³ ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», Санкт-Петербург

В 14 областях Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, изучалась динамика онкологической заболеваемости среди населения за период с 1980 по 1986 гг., а также с 2004 по 2006 гг. Сравнение показателей выполнено с данными по Оренбургской области. В результате анализа фактических показателей установлена умеренная тенденция к их повышению. Общая заболеваемость у городского населения была выше, чем у сельского. По данным за 1980-е гг. были построены математические модели расчета гипотетических значений показателей заболеваемости в 2004–2006 гг. При сравнении фактических и прогнозных значений установлено, что у городского населения фактическая заболеваемость оказалась ниже расчетной, за исключением Калужской и Оренбургской областей. Для сельского населения фактическая заболеваемость, как правило, превышала расчетную.

Ключевые слова: ионизирующие излучения, онкологическая заболеваемость, прогнозные значения, фактический уровень, чернобыльская авария.

Введение

Спустя почти двадцать пять лет после аварии на Чернобыльской АЭС потребность в продолжении изучения ее последствий остается по-прежнему актуальной. По данным некоторых авторов, в ряде радиоактивно загрязненных областей России, начиная с 1995 г., наблюдалось увеличение заболеваемости раком желудка, легких, груди, прямой кишки, толстой кишки, щитовидной железы, костного мозга и лимфатической системы [1, 2]. По локализации злокачественных новообразований пищеварительной системы наибольшее количество выявленных случаев приходится на рак желудка, а у женщин более половины всех случаев приходилось на рак молочной железы [2, 3]. Высказано предположение о высокой бластомогенной активности ионизирующих излучений [4–11]. При этом следует признать, что научная дискуссия по этому поводу не закончена, продолжается накопление фактических данных. Большинство ученых придерживаются данной позиции лишь в отношении больших доз облучения.

Поэтому нами была предпринята попытка осуществить прогноз уровня онкологической заболеваемости и смертности в 2000-е гг., приняв допущение, что тенденция изменения заболеваемости и смертности сохранится такой же, как и в 1980-е гг. В анализ были включены данные для больших групп населения, что уменьшает степень влияния неконтролируемых факторов. В качестве единственного контролируемого фактора использован показатель «время» (годы наблюдения).

Цель исследования – изучение динамики онкологической заболеваемости в областях России, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), а также сравнительная оценка прогнозируемых и фактических показателей онкозаболеваемости в отдаленный период после радиоактивного загрязнения территорий.

Материалы и методы

Динамика онкологической заболеваемости изучалась в 14 областях России, загрязненных в результате Чернобыльской аварии 1986 г.: Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Мордовии, Орловской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ульяновской [12]. В качестве контрольной была взята Оренбургская область. При выборе контрольной территории основывались на относительной удаленности данной области от радиоактивно загрязненных территорий, а также на общности климатических, демографических и социально-экономических характеристик относительно загрязненных территорий. Анализировалась заболеваемость с 1980 по 1986 г., а также с 2004 по 2006 гг., то есть примерно через двадцать лет после аварии [13–17]. На основе данных за 80-е годы были построены математические модели для расчета гипотетических значений показателей заболеваемости для 2004–2006 гг., а затем проведено сравнение прогнозируемых и фактических уровней онкозаболеваемости. Анализ динамики заболеваемости и построение моделей осуществлялось без разделения по

полу и возрасту, для всего населения в целом, как для 1980–1986, так и для 2004–2006 гг. Основное допущение выполненной оценки состояло в том, что за прошедший период (1980–2006 гг.) динамика медико-демографических характеристик в изучаемых популяциях была приблизительно одинакова и достаточно стабильна.

Результаты и обсуждение

В таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2 представлены данные о заболеваемости в период с 1980 по 1986 г.

Как видно из представленных материалов, заболеваемость имела умеренную тенденцию к повышению. При этом у городского населения фиксировалось от 185,8 до 320,8 случаев на 100 000 жителей, а у сельского – от 129,5 до 225,8. Особо следует отметить Тульскую область, где заболеваемость сельского населения составляла более 400 случаев на 100 000 жителей. Заболеваемость как городского, так и сельского населения Оренбургской области занимала по значениям среднее положение.

Таблица 1

Заболеваемость злокачественными новообразованиями городского населения (на 100 000)

Регион	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Белгородская область	273,3	277,6	283,6	292,7	294,2	302,5	314,5
Брянская область	251,1	255,0	260,5	268,9	270,3	277,9	288,9
Воронежская область	274,2	278,4	284,5	293,6	295,2	303,4	315,5
Калужская область	191,4	194,3	198,5	204,9	206,0	211,8	220,2
Курская область	228,3	231,9	236,9	244,5	245,8	252,7	262,7
Ленинградская область	221,3	224,7	229,6	236,9	238,2	244,9	254,6
Липецкая область	236,4	240,1	245,2	253,1	254,5	261,6	272,0
Республика Мордовия	244,7	248,5	253,8	262,0	263,4	270,7	281,5
Орловская область	232,5	236,2	241,2	249,0	250,3	257,3	267,6
Пензенская область	240,8	244,5	249,8	257,8	259,2	266,4	277,0
Рязанская область	240,9	244,6	249,9	257,9	259,3	266,6	277,2
Тамбовская область	289,9	294,4	300,7	310,4	312,1	320,8	333,5
Тульская область	226,6	230,1	235,1	242,6	244,0	250,8	260,7
Ульяновская область	185,8	188,7	192,8	199,0	200,0	205,6	213,8
Оренбургская область	220,5	224,0	228,8	236,2	237,4	244,1	253,8

Таблица 2

Заболеваемость злокачественными новообразованиями сельского населения (на 100 000)

Регион	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Белгородская область	178,5	182,1	184,1	188,3	186,2	193,5	195,7
Брянская область	205,9	210,1	212,4	217,2	214,8	223,3	225,8
Воронежская область	176,7	180,3	182,3	186,4	184,3	191,6	193,7
Калужская область	175,8	179,4	181,4	185,5	183,4	190,7	192,8
Курская область	124,3	126,9	128,3	131,2	129,7	134,8	136,3
Ленинградская область	188,0	191,9	193,9	198,4	196,2	203,9	206,1
Липецкая область	163,6	166,9	168,7	172,6	170,7	177,4	179,4
Республика Мордовия	126,9	129,5	130,9	133,9	132,4	137,6	139,1
Орловская область	158,1	161,3	163,0	166,8	164,9	171,4	173,3
Пензенская область	163,5	166,8	168,6	172,4	170,5	177,3	179,2
Рязанская область	187,6	191,4	193,5	197,9	195,7	203,4	205,6
Тамбовская область	153,6	156,7	158,4	162,0	160,2	166,6	168,4
Тульская область	412,4	420,8	425,4	435,1	430,2	447,2	452,1
Ульяновская область	187,2	191,0	193,1	197,5	195,3	203,0	205,2
Оренбургская область	176,1	179,7	181,7	185,8	183,8	191,0	193,1

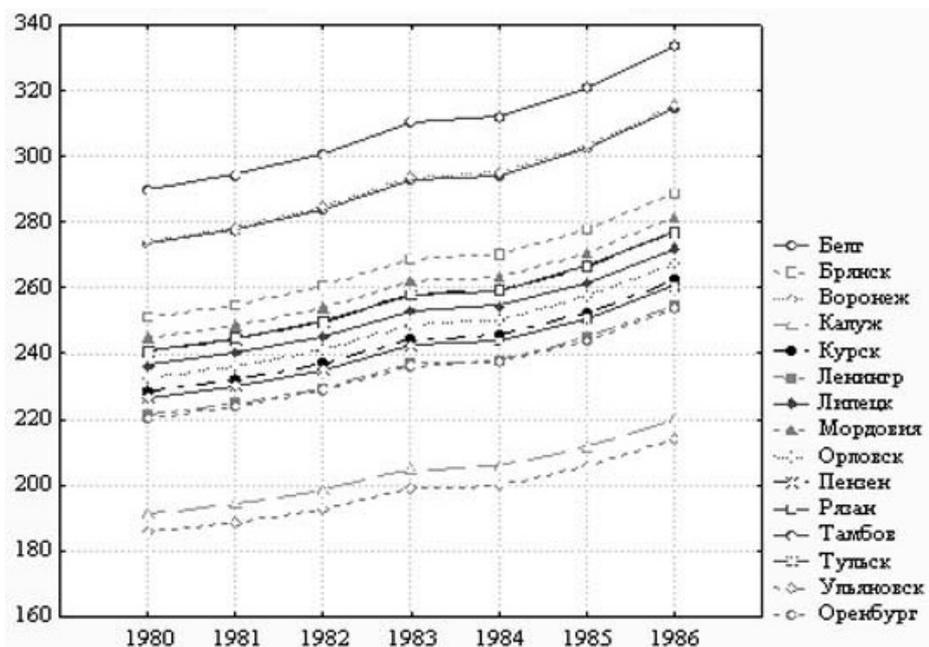


Рис. 1. Онкологическая заболеваемость городского населения в 1980–1986 гг.

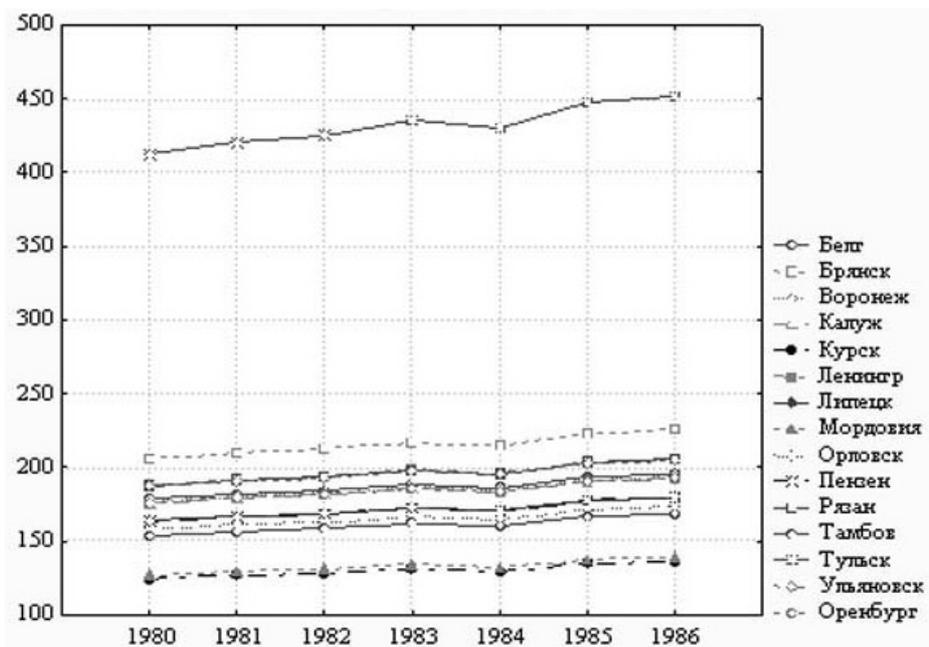


Рис. 2. Онкологическая заболеваемость сельского населения в 1980–1986 гг.

Следует также отметить, что полученные результаты практически полностью совпадают с данными, представленными другими авторами [1]. Это позволило более уверенно осуществить процесс моделирования, так как ряд данных отсутствовали в статистических сборниках и их пришлось взять из работ других авторов [18, 19].

Для оценки и последующего прогноза онкологической заболеваемости и смертности был использован метод регрессионного анализа (пакет статистического анализа STATISTICA data analysis software system, ver. 6. StatSoft, Inc.). Коэффициенты модели получены мето-

дом наименьших квадратов по исходной матрице наблюдений, которая была сформирована по отчетным данным.

Были построены модели вида:

$$Y = b_0 + x \times b_1,$$

где Y – уровень заболеваемости;

x – кодирование значение изучаемого года;

b_0, b_1 – коэффициенты модели.

Информационную способность моделей оценивали по коэффициенту детерминации R^2 . Модель считали достаточно информативной при $R^2 > 0,5$.

Уровень значимости модели «р» характеризовал критерий Фишера «F». Достоверность модели $\alpha = 1 - p$.

Все модели для общей заболеваемости обладали умеренной и высокой информационной способностью ($R^2 \geq 0,5$) и значимостью ($p \leq 0,20$).

С использованием данных моделей были получены расчетные (прогнозные) значения общей онкологической заболеваемости для городского и сельского населения в период с 2004 по 2006 г. Данные представлены в таблице 3, где видно, что заболеваемость имеет устойчивую тенденцию к повышению.

На рисунках 3 и 4 представлено сравнение прогнозных и фактических значений онкологической заболеваемости городского и сельского населения.

Как видно из графиков, у городского населения фактическая заболеваемость ниже расчетной, за исключением Калужской и Оренбургской областей, где прогнозные уровни ниже. Для сельского населения фактическая заболеваемость, как правило, значительно превышает расчетную. Исключение составляют Ленинградская и Оренбургская области, где данные практически совпадают, и Тульская область, где фактические уровни ниже прогнозируемых.

Таблица 3

Заболеваемость злокачественными новообразованиями (расчетные значения на 100 000)

Регион	2004		2005		2006	
	город	село	город	село	город	Село
Белгородская область	429,3	244,3	435,8	247,1	442,4	249,8
Брянская область	394,2	281,8	400,2	285,0	406,3	288,1
Воронежская область	430,5	241,8	437,1	244,6	443,6	247,3
Калужская область	300,4	240,7	305,0	243,4	309,6	246,1
Курская область	358,5	170,2	364,0	172,1	369,5	174,0
Ленинградская область	327,5	257,4	332,8	260,3	338,1	263,1
Липецкая область	371,2	223,9	376,8	226,4	382,5	228,9
Республика Мордовия	384,1	173,8	390,0	175,7	395,9	177,7
Орловская область	365,1	216,3	370,7	218,7	376,3	221,2
Пензенская область	378,0	223,8	383,8	226,3	389,5	228,8
Рязанская область	377,8	256,7	383,5	259,6	389,3	262,5
Тамбовская область	455,2	210,2	462,2	212,6	469,1	214,9
Тульская область	355,8	564,5	361,2	570,8	366,7	577,1
Ульяновская область	291,8	256,2	296,2	259,0	300,7	261,9
Оренбургская область	356,8	246,5	362,1	249,2	367,4	251,9

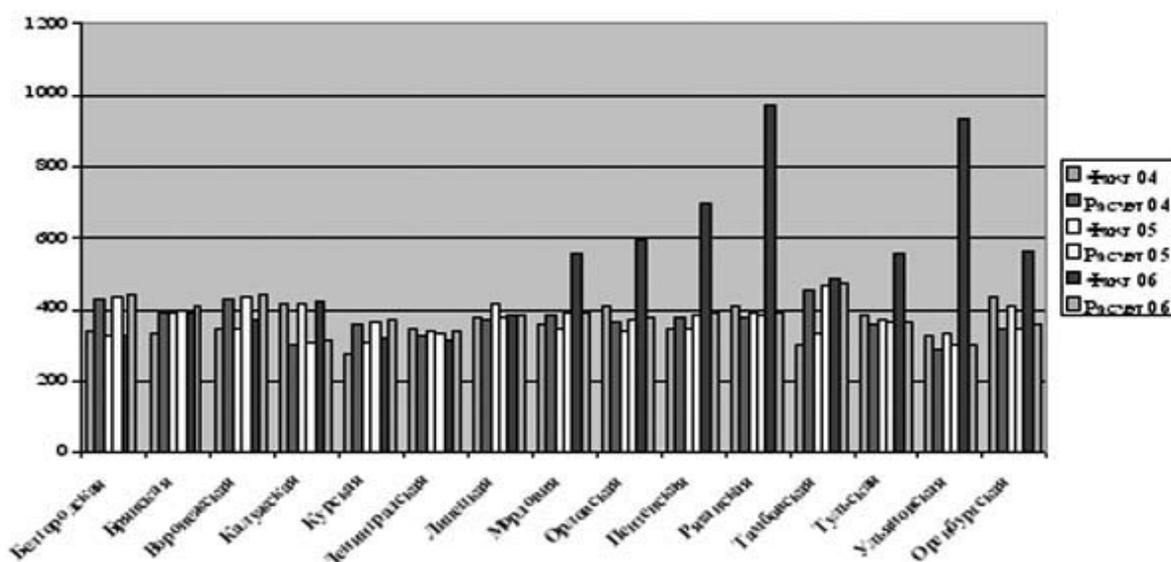


Рис. 3. Сравнение фактических и спрогнозированных уровней онкологической заболеваемости городского населения в 2004–2006 гг.

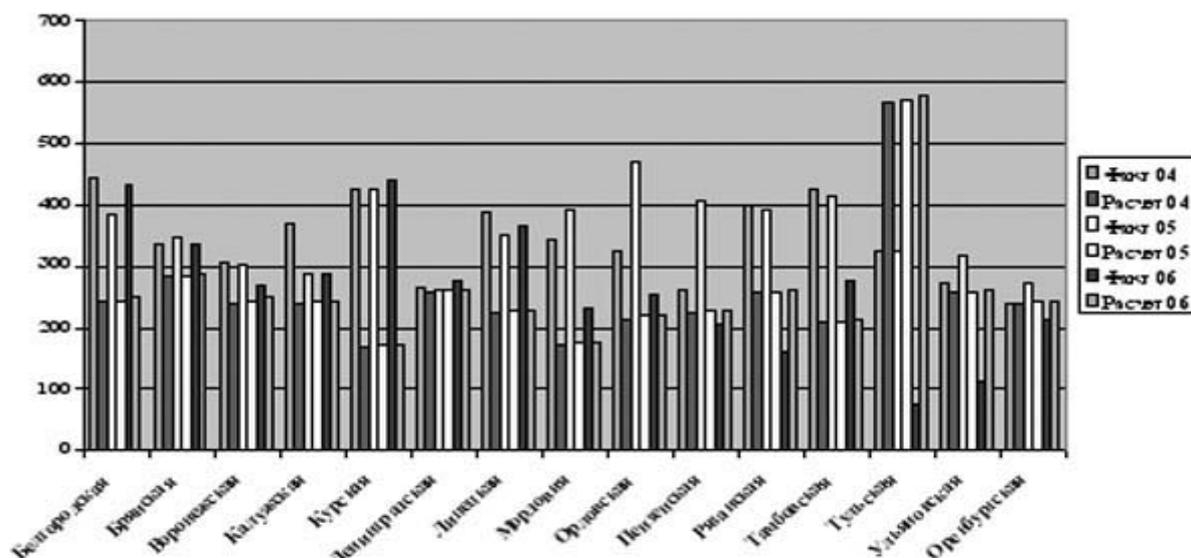


Рис. 4. Сравнение фактических и спрогнозированных уровней онкологической заболеваемости сельского населения в 2004–2006 гг.

На следующем этапе работы была проанализирована онкологическая заболеваемость по отдельным нозологическим формам. Выбор для последующего анализа нозологических форм заболеваний основывался на данных об увеличении числа случаев заболеваний раком молочной железы, желудка и опухолями системы гемопозеза в связи с радиоактивным загрязнением территорий [2, 3, 9, 20]. Как видно из таблицы 4 для всех регионов в период с 1984 по 1986 г. в разной степени выраженности уровень заболеваемости изученных нозологических форм повышался.

На рисунках 5, 6, 7 представлена динамика изменения

онкологической заболеваемости по отдельным нозологическим формам за 1984–1986 гг.

На основе этих данных были получены модели и рассчитаны предполагаемые уровни заболеваемости для 2004–2006 годов. Все модели для общей заболеваемости обладали высокой информационной способностью ($R_2 > 0,5$) и значимостью ($p < 0,05$).

На рисунках 8, 9, 10 представлен сравнительный анализ фактических и спрогнозированных уровней онкологической заболеваемости по нозологическим формам для 2004–2006 гг.

Таблица 4

Заболеваемость злокачественными новообразованиями по нозологическим формам (на 100 000)

Регион	1984			1985			1986		
	желудок	молочная железа	лимф. ткань	желудок	молочная железа	лимф. ткань	желудок	молочная железа	лимф. ткань
Белгородская область	39,0	35,1	9,5	42,6	38,3	10,4	45,6	41,0	11,2
Брянская область	55,6	17,7	14,7	62,9	20,0	16,6	68,1	21,7	18,0
Воронежская область	34,6	26,7	17,9	38,5	29,7	19,9	42,0	32,4	21,7
Калужская область	39,9	18,9	14,8	49,1	23,3	18,2	48,3	22,9	17,9
Курская область	43,2	12,5	14,1	52,3	15,1	17,1	52,5	15,2	17,2
Ленинградская область	41,5	13,1	18,6	47,6	15,1	21,3	49,9	15,8	22,3
Липецкая область	37,4	14,4	16,1	42,7	16,4	18,4	45,1	17,4	19,4
Республика Мордовия	42,5	24,7	6,6	45,3	26,4	7,0	51,0	29,7	7,9
Орловская область	40,7	16,1	16,9	44,7	17,7	18,5	48,9	19,3	20,3
Пензенская область	39,1	25,8	8,3	44,6	29,4	9,5	47,0	31,0	10,0
Рязанская область	50,4	21,9	17,7	58,8	25,6	20,7	60,4	26,3	21,3
Тамбовская область	44,1	14,2	19,2	49,0	15,8	21,3	53,0	17,1	23,1
Тульская область	52,5	23,2	21,1	60,7	26,8	24,4	63,1	27,9	25,4
Ульяновская область	34,7	16,7	12,6	41,5	20,0	15,1	41,8	20,2	15,2
Оренбургская область	28,5	16,2	14,5	34,1	19,4	17,4	34,3	19,4	17,5

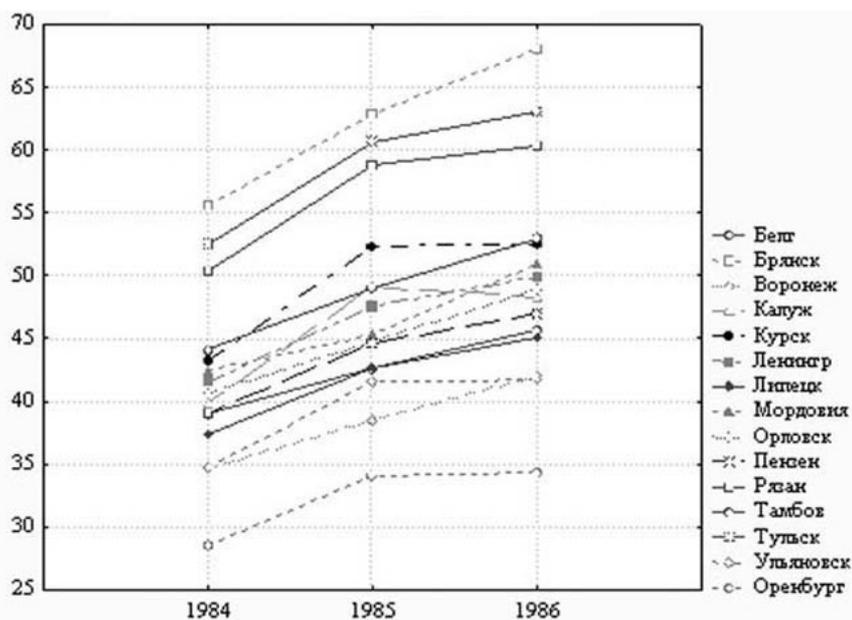


Рис. 5. Динамика заболеваемости раком желудка в 1984–1986 гг.

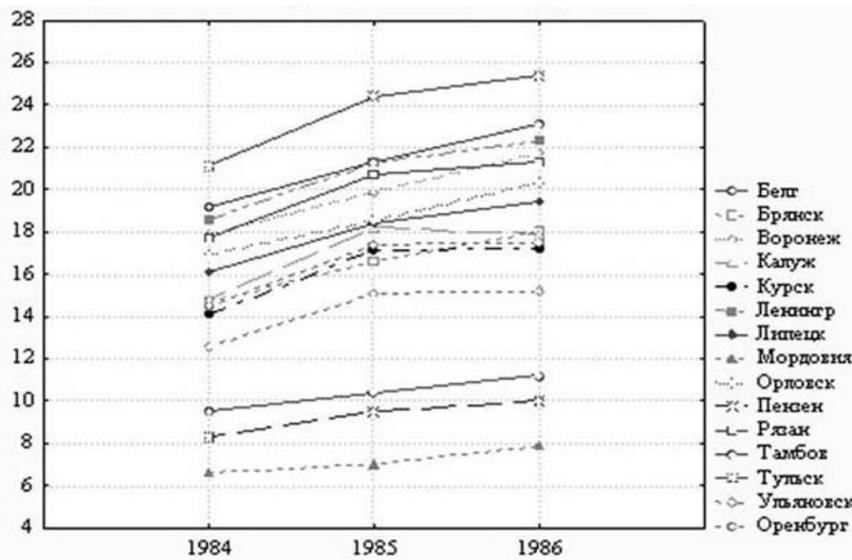


Рис. 6. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями лимфатической и кроветворной ткани в 1984–1986 гг.

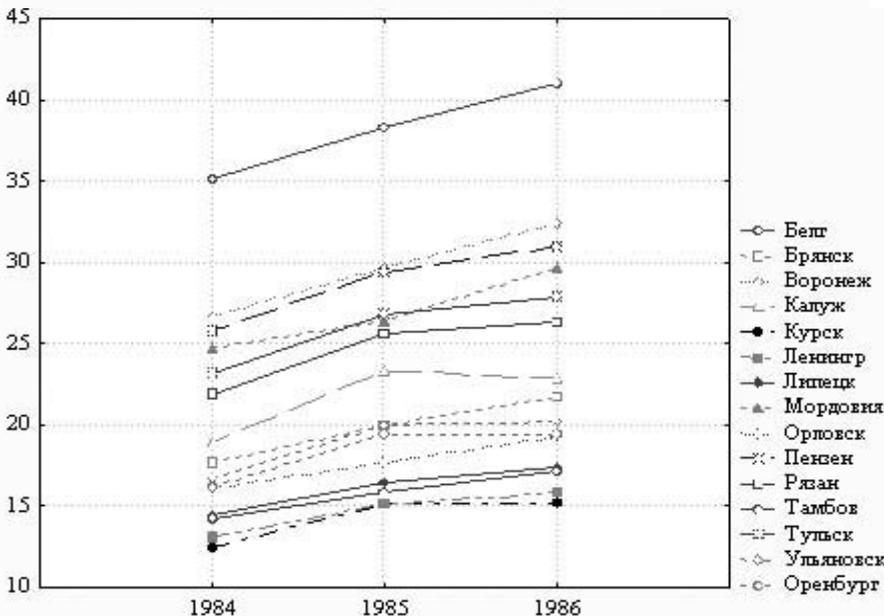


Рис. 7. Динамика заболеваемости раком молочной железы в 1984–1986 гг.

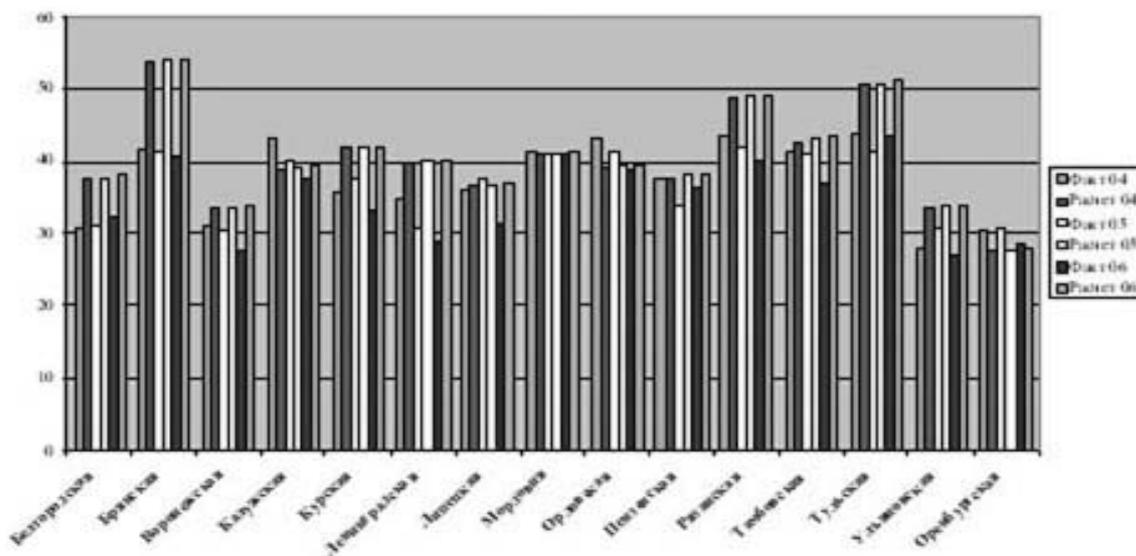


Рис. 8. Сравнение фактических и спрогнозированных уровней заболеваемости раком желудка в 2004–2006 гг.

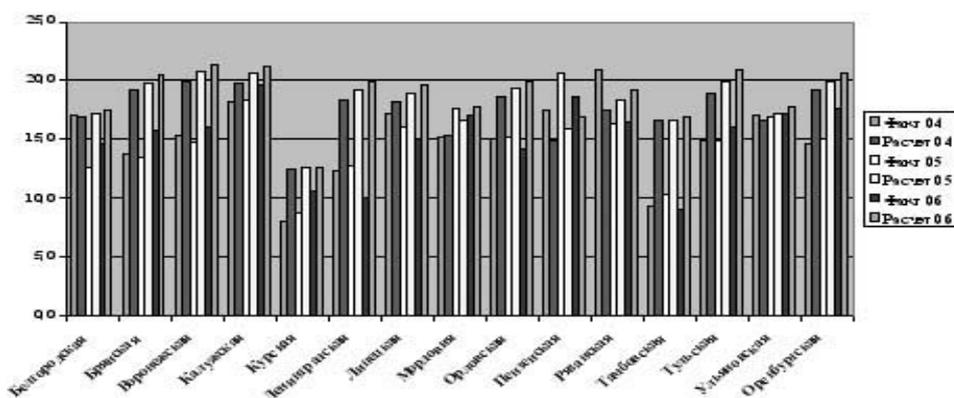


Рис. 9. Сравнение фактических и спрогнозированных уровней заболеваемости злокачественными новообразованиями лимфатической и кроветворной ткани в 2004–2006 гг.

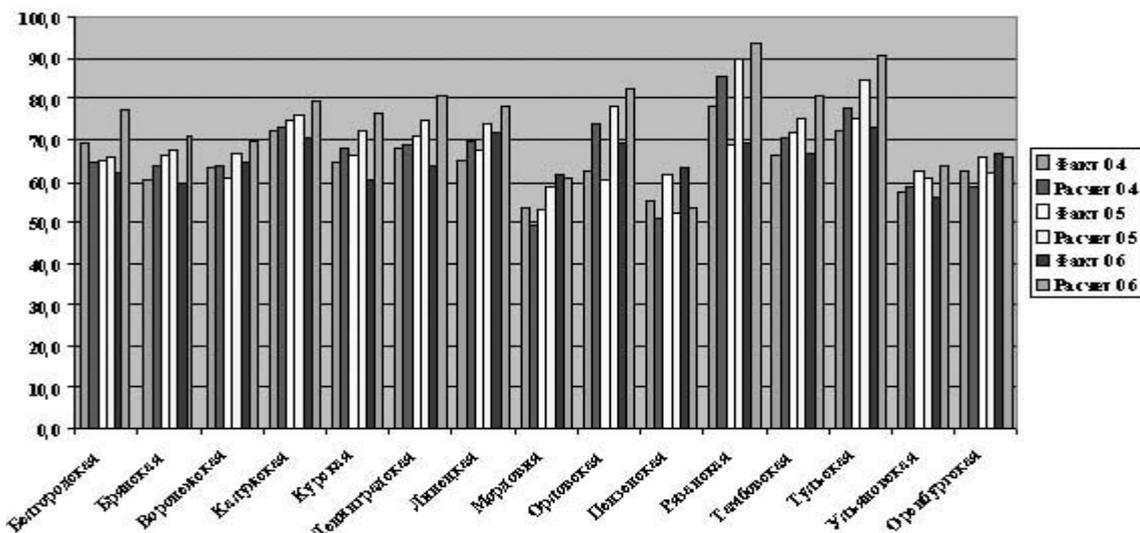


Рис. 10. Сравнение фактических и спрогнозированных уровней заболеваемости раком молочной железы в 2004–2006 гг.

Как видно из рисунков 8–10, фактическая заболеваемость по всем нозологическим группам либо равна, либо меньше расчетных значений. Лишь в Пензенской области фактические значения по раку молочной железы и злокачественным новообразованиям лимфатической и кроветворной ткани, а также в Рязанской области – по злокачественным новообразованиям лимфатической и кроветворной ткани выше прогнозных.

Заключение

Таким образом, проведенный анализ динамики онкологической заболеваемости в областях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, показал следующее:

1. Как общая онкологическая заболеваемость, так и по отдельным нозологическим формам в 1980–1986 гг. имела умеренную тенденцию к повышению. При этом общая заболеваемость у городского населения была выше, чем у сельского.

2. При сравнении фактической общей заболеваемости с прогнозными значениями установлено, что у городского населения фактическая заболеваемость ниже расчетной, за исключением Калужской и Оренбургской областей.

3. У сельского населения фактическая заболеваемость, как правило, значительно превышает расчетную. Исключение составляют Ленинградская, Оренбургская и Тульская области.

4. Сравнение фактического и прогнозного уровня онкологической заболеваемости по нозологическим формам показало, что прогнозный уровень в большинстве случаев выше фактического.

В итоге с большой долей уверенности можно утверждать, что тенденция, существовавшая в 1980-е гг. до аварии на ЧАЭС, не изменилась в сторону повышения. Исключение составляет фактическая общая заболеваемость сельского населения, которая несколько выше прогнозная. Можно предположить, что данная ситуация связана с особенностями питания сельского населения, с изменением уровня медицинского обеспечения за прошедшие годы и с другими факторами, которые не связаны с дополнительным радиационным воздействием.

Литература

1. Цыб, А.Ф. Последствия Чернобыльской катастрофы / А.Ф. Цыб // Сб. тр. V Российской онкологической конференции (27–29 ноября 2001 г., Москва). – М., 2001. – 12 с.
2. Щербенко, О.И. Анализ онкологической заболеваемости населения Брянской и Ивановской областей Российской Федерации / О.И. Щербенко [и др.] // Мед. радиол. и радиац. безопасность. – 2009. – № 1. – С. 19–24
3. Иванова, И.Н. Злокачественные новообразования органов пищеварения среди участников ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС: основные тенденции заболе-

ваемости и смертности : автореф. дисс. ...канд. мед. наук / И.Н. Иванова. – 2000. – 18 с.

4. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М.: Медицина, 1991. – 464 с.
5. Москалев, Ю.И. Лучевой канцерогенез в проблеме радиационной защиты / Ю.И. Москалев. – М.: Энергоатомиздат, 1982.
6. НКДАР. Радиационный канцерогенез у человека. – Нью-Йорк, 1977.
7. Стрельцова, В.Н. Бластоогенное действие ионизирующей радиации / В.Н. Стрельцова. – М.: Медицина, 1964.
8. Ярилин, А.А. Действие ионизирующей радиации на лимфоциты (повреждающий и активирующий эффекты) / А.А. Ярилин // Иммунология. – 1988. – № 5. – С. 5–11.
9. Дрынова, Н.Н. Отдаленные радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС для населения Калужской области: солидные раки / Н.Н. Дрынова [и др.] // Радиация и риск. – 2009. – Т. 18, № 4.
10. Иванов, В.К. Отдаленные радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС для населения Брянской области: солидные раки / В.К. Иванов [и др.] // Радиация и риск. – 2009. – Т. 17, № 4.
11. Иванов, В.К. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России: оценка радиационных рисков / В.К. Иванов [и др.]. – М.: Медицина, 2002. – 229 с.
12. Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. Постановление Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года. – М., 1997.
13. Злокачественные новообразования в СССР и союзных республиках: Стат. сб.: в 2 ч. / под ред. Н.Н.Трапезникова [и др.]; Всесоюз. онкол. науч. центр АМН СССР. – М.: Медицина, 1989. – Ч. 1. – 159 с.; Ч. 2. – 160 с.
14. Злокачественные новообразования в СССР и союзных республиках: Стат. сб. / под ред. Г.Ф. Церковного [и др.]. – М.: М-во здравоохранения СССР. Упр. медстатистики и вычисл. техники. Всесоюз. онкол. науч. центр АМН СССР, 1987. – 250 с.
15. Злокачественные новообразования в 2004 году (заболеваемость и смертность). – М.: ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росздрав, 2006. – 248 с.
16. Злокачественные новообразования в 2005 году (заболеваемость и смертность). – М.: ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росздрав, 2007. – 252 с.
17. Злокачественные новообразования в 2006 году (заболеваемость и смертность). – М.: ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росздрав, 2008. – 248 с.
18. Ушакова, Т.Н. Особенности заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Тульской области после катастрофы на ЧАЭС / Т.Н. Ушакова // Чернобыль: долг и мужество : сб. тр. – М., 2000. – 5 с.
19. Злокачественные новообразования в СССР / под ред. Н.П. Напалкова [и др.] // Сб. тр. – Л.: НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова, 1983. – 142 с.
20. Зубовский, Г.А. Прогноз онкологической заболеваемости для участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС / Г.А. Зубовский // Вопросы онкологии. – 2000. – Т. 46, № 6. – С. 650–653.

V.V. Kuchumov¹, A.A. Lyapkalo², M.S. Nikolaevich³

Comparative analysis of the actual and expected cancer morbidity in the Russian Federation regions affected by the radioactive contamination resulting from the Chernobyl accident

¹ Center of Hygiene and Epidemiology in the Ryazan region, Ryazan

² Ryazan Medical University after Academician I.P. Pavlov of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Ryazan

³ Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. Dynamics of the cancer morbidity for the population during the period from 1980 to 1986 as well as during the period from 2004 to 2006 was investigated in 14 regions of the Russian Federation affected by the radioactive contamination due to the Chernobyl accident. Comparison of the indicators with the data from the Orenburg region was done. A moderate upward trend of the actual indicators was revealed as the result of their analysis. General morbidity for the urban population was higher than for the rural population.

Mathematic models based on the data from 80-ties were created for the calculation of expected values of morbidity indicators in 2004 to 2006. During the comparison of the actual and expected values it was revealed, that actual morbidity for the urban population was less than calculated value except for the Kaluga and Orenburg regions. As a rule, actual morbidity for the rural population exceeded calculated value.

Key words: ionizing radiation, cancer morbidity, expected values, actual level, Chernobyl accident.

Поступила 10.02.2011 г.

М.С. Николаевич
E-mail: nms4860@mail.ru