

© КОНЬШИНА Л.Г., 2024



Коньшина Л.Г.

## Смертность от злокачественных новообразований органов дыхания на территориях Челябинской области, пострадавших от радиационных аварий

ФГБУН «Институт промышленной экологии» Уральского отделения Российской академии наук, 620219, Екатеринбург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Смертность от рака лёгкого составляет более 20% всех смертей от злокачественных новообразований (ЗНО). Уровень смертности от ЗНО органов дыхания в Челябинской области на протяжении многих лет превышает средние показатели по России. Имеются убедительные доказательства роста смертности от ЗНО органов дыхания у населения, проживавшего в радиоактивно загрязнённых районах.

**Материалы и методы.** Изучена смертность от ЗНО органов дыхания в городах Касли и Кыштым и Каслинском, Аргаяшском, Красноармейском и Кунашакском районах. Источником информации служили акты записи о смерти из архива областного ЗАГСа Челябинской области за 1947–1996 гг.

**Результаты.** Обнаружено увеличение смертности мужского и женского населения от ЗНО трахеи, бронхов, лёгких и гортани. Наиболее значительное превышение по отношению к контролю наблюдалось у населения городов Касли и Кыштым, в Каслинском и Аргаяшском районах. У мужского населения в течение всего изученного периода рост смертности превышал по темпам изменения на контрольных территориях. У женского населения наивысшие значения смертности как в городах, так и в районах зарегистрированы в 1960–1970-х годах. Наряду с ростом коэффициентов смертности на радиоактивно загрязнённых территориях населения пожилого и преклонного возраста обнаружено увеличение смертности в возрастных группах 30–39 и 40–49 лет.

**Ограничения исследования.** Период изучения ограничен 1996 г. в связи с невозможностью собрать данные за более поздний период.

**Заключение.** Уровни смертности мужского населения от ЗНО органов дыхания в городах Касли, Кыштым, в Каслинском и Аргаяшском районах практически постоянно превышали контрольные значения. Наблюдается рост смертности в молодых возрастах – 30–39; 40–49 лет. Как у мужчин, так и у женщин зарегистрирован волнообразный характер смертности; периоды роста, как правило, следуют через 5–10 лет после очередного радиационного инцидента.

**Ключевые слова:** смертность; радиация; злокачественные новообразования; органы дыхания

**Соблюдение этических стандартов.** Протокол № 4 заседания Учёного совета ФГБУН Института промышленной экологии УрО РАН от 21.06.2023 г.

Для цитирования: Коньшина Л.Г. Смертность от злокачественных новообразований органов дыхания на территориях Челябинской области, пострадавших от радиационных аварий. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(1): 6–13. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-6-13> <https://elibrary.ru/gnhdxk>

Для корреспонденции: Коньшина Лидия Геннадьевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН ИПЭ УрО РАН Институт промышленной экологии УрО РАН, 620219, Екатеринбург. E-mail: lida@ecko.uran.ru

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 26.06.2023 / Поступила после доработки: 28.11.2023 / Принята к печати: 28.12.2023 / Опубликовано: 31.01.2024

Lidiya G. Konshina

## Mortality from malignant neoplasms of the respiratory organs in the territories of the Chelyabinsk region affected by radiation accidents

Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, 620219, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Mortality from lung cancer is more than 20% of all deaths from malignant neoplasms (MN). The mortality rate from respiratory diseases in the Chelyabinsk region for many years exceeds the average in Russia. There is convincing evidence confirming the increase in mortality from respiratory diseases in the population living in radioactively contaminated areas

**Materials and methods.** The study of mortality from respiratory diseases in two cities: Kasli and Kyshtym, and four districts: Kasli, Argayash, Krasnoarmeysky, and Kunashaksky over a 50-year period from 1947 to 1996.

**Results.** An increase in the mortality in the male and female population from MN of the trachea, bronchi, lungs, and larynx was found. The most significant excess over the control was observed in the population of Kasli, Kyshtym, in Kasli and Argayash districts. During the entire studied period, the male population experienced an increase in mortality at rates exceeding the changes in the control territories. Among the female population, the highest mortality rates both in cities and in districts were recorded in the 1960s - 1970s. In addition to the increase in mortality rates in radioactively contaminated areas in the elderly and old age, an increase in mortality was found at the ages of 30–39, 40–49 years.

**Limitations.** The study period is limited to 1996 due to the inability to collect data for a later period.

**Conclusion.** The mortality rates of the male population from respiratory diseases in the cities of Kasli, Kyshtym, Kasli, and Argayash districts almost constantly exceeded the control values. There is an increase in mortality at young ages: 30–39, 40–49 years. Both men and women have recorded a wave-like nature of mortality, periods of growth, as a rule, following 5–10 years after the next radiation incident.

**Keywords:** mortality; radiation; malignant neoplasms; respiratory organs

**Compliance with ethical standards.** Minutes No. 4 of the meeting of the Scientific Council of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences dated 06/21/2023

For citation: Konshina L.G. Mortality from malignant neoplasms of the respiratory organs in the territories of the Chelyabinsk region affected by radiation accidents. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(1): 6–13. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-103-1-6-13> <https://elibrary.ru/gnhdxk> (In Russ.)

For correspondence: Lidiya G. Konshina, MD, PhD, Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, 620219, Russian Federation. E-mail: lida@ecko.uran.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: June 26, 2023 / Revised: November 28, 2023 / Accepted: December 28, 2023 / Published: January 31, 2024

## Введение

Наиболее распространённой формой новообразований среди населения в мире, в том числе в России, являются злокачественные новообразования (ЗНО) дыхательной системы, они же и определяют основную причину смертности от ЗНО. Смертность от рака лёгкого составляет более 20% всех смертей от ЗНО. В структуре онкологической смертности мужчин в России рак лёгкого составляет более 31% [1]. Уровни смертности от ЗНО органов дыхания мужчин и женщин кардинально различаются, в смертности женского населения рак лёгкого занимает четвёртое место. Заболеваемость и смертность мужчин в разных странах превышают показатели женского населения от трёх до десяти раз [1]. Одними из главных факторов, способствующих возникновению рака лёгкого, являются курение, производственные вредности [2, 3], ионизирующая радиация, радон [4], загрязнение атмосферного воздуха. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), с курением связано 80% рака лёгкого у мужчин и 50% рака лёгкого у женщин, а в экономически развитых странах этот показатель достигает 90% [5]. Риск развития рака лёгкого повышен у рабочих, занятых в алюминиевой, литейной, асбестовой, резиново-технической промышленности, производстве никеля, соединений хрома и многих других отраслях [2].

Часть территории Челябинской области с конца 1940-х до конца 1960-х годов была значительно загрязнена радиоактивными веществами, выбрасываемыми производственным объединением (ПО) «Маяк». В сентябре 1957 г. произошёл взрыв в хранилище жидких радиоактивных отходов, в результате которого образовался так называемый Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Основными факторами, формировавшими облучение населения ВУРСа, были внешнее облучение в период прохождения радиоактивного облака и облучение органов и тканей за счёт радионуклидов, поступивших с вдыхаемым воздухом и продуктами питания. В 1967 г. в условиях засухи с обнажившихся берегов озера Карачай, использовавшегося в качестве хранилища жидких радиоактивных отходов, произошёл ветровой разнос радиоактивных илов по территории Челябинской области.

Смертность от рака органов дыхания во второй половине XX столетия в мире, и в частности в Европе, росла. Среди мужчин увеличение происходило более быстрыми темпами, чем среди женщин [5]. Наибольших значений смертность от рака органов дыхания мужского населения в разных странах достигла в 1970–1990-х годах, в России – в начале 1990-х годов, затем она начала снижаться [6]. Динамика смертности от рака лёгкого среди женщин в настоящее время менее благоприятна, в большинстве стран мира продолжается её рост. В России стандартизованная смертность от рака лёгкого среди мужчин выше, чем в большинстве европейских стран, а показатели среди женщин – относительно низкие [6]. Смертность от ЗНО органов дыхания сельского населения, как правило, ниже, чем городского [7]. Необходимо упомянуть о высокой летальности от ЗНО органов дыхания, которая достигает 90–95% [5]. Основная доля смертей приходится на рак трахеи, бронхов и лёгких (до 88–90%), рак гортани (10–12%) [8]. Наиболее высокий уровень смертности от рака лёгкого наблюдается у мужчин в возрасте 70–79 лет [1]. Челябинская область относится к регионам, имеющим на протяжении многих лет уровень смертности от ЗНО органов дыхания выше среднего показателя по стране [8, 9]. Имеются объективные подтверждения роста смертности от ЗНО органов дыхания у населения, проживавшего в радиоактивно загрязнённых районах Оренбургской области после Тоцкого ядерного взрыва 1954 г. [10], у населения Алтайского края [11] и Иркутской области после ядерных взрывов на Семипалатинском ядерном полигоне (1949–1962 гг.) [12].

## Материалы и методы

Проведено выборочное ретроспективное эпидемиологическое исследование смертности населения, проживающего в городах Касли и Кыштымы и Аргаяшском, Каслинском, Кунашакском, Красноармейском районах Челябинской области, жители которых в наибольшей степени пострадали от атмосферных выбросов радиоактивных веществ в результате деятельности ПО «Маяк». В сельских районах изучали только те населённые пункты, которые оказались в зоне радиоактивного загрязнения (полученные дозы превышали 7 сЗв), а также посёлки, куда осуществлялось массовое отселение людей. Анализировали лишь населённые пункты, включённые в Федеральную целевую программу «Социальная и радиационная реабилитация населения и территорий Уральского региона, пострадавших вследствие деятельности производственного объединения «Маяк», на период до 2000 года». В качестве контрольной территории для городов использовали усреднённые данные по трём городам Челябинской области – Нязепетровску, Усть-Катаву и Чебаркулью, а для районов – усреднённые данные по Увельскому, Брединскому и Чебаркульскому районам. Контрольные территории находятся вне зоны радиоактивного загрязнения и сопоставимы по уровню медицинского обслуживания, национальному составу, уровню социально-экономического развития, климатическим характеристикам [13].

Источником информации о случаях смерти служили акты о смерти в архиве областного ЗАГСа Челябинской области за период 1947–1996 гг. Обработано более 206 000 актовых записей. Сведения разрабатывали по следующим критериям: пол, возраст наступления смерти, основная причина, место рождения, адрес, с какого года проживал в данном населённом пункте. Анализ проводили по следующим локализациям ЗНО органов дыхания (С32–С34): ЗНО гортани (С32), ЗНО трахеи, бронхов, лёгких (С33, С34), согласно МКБ 10-го пересмотра, полу и возрасту. Изучены все возрастные группы: 0–4; 5–9; 10–14; 15–19; 20–29; 30–39; 40–49; 50–59; 60–69 и 70 и старше и в целом 0–100 лет. Средневзвешенные по возрасту коэффициенты смертности для объединённых контролей определяли с учётом численности населения соответствующего пола и возраста для каждого города и района. Вычисленные относительные показатели смертности стандартизовали. Стандартом служил возрастной состав населения Европы в соответствующие временные периоды [14]. Использовали прямой метод стандартизации. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Оценку значимости различий проводили на основе *t*-критерия Стьюдента.

## Результаты

Определяющую долю смертности от ЗНО органов дыхания составляет смертность от ЗНО трахеи, бронхов и лёгких – в среднем около 90%. Общей тенденцией как для загрязнённых, так и для контрольных территорий за изучаемые 50 лет для мужского населения является значительный рост смертности. В загрязнённых городах наблюдалось постоянное превышение уровня контроля до двух раз. Наибольшие различия регистрируются до 1972–1976 гг. Максимальная разница с контролем для Каслей обнаружена в 1962–1966 гг. (в 2,6 раза), для Кыштыма в 1967–1972 гг. (в 2,9 раза). Различия в смертности мужского населения Кыштыма практически постоянно статистически значимы. В Каслях, несмотря на высокие значения смертности, статистическая значимость почти никогда не достигается в связи с меньшей численностью населения (табл. 1).

Среди мужского населения сельских загрязнённых районов наиболее высокая смертность от ЗНО трахеи, бронхов, лёгких обнаружена в Каслинском и Аргаяшском районах, различия могут достигать двух-трёх раз. Максимальное

Таблица 1 / Table 1  
**Стандартизованные показатели смертности населения от ЗН трахеи, бронхов, лёгких (P ± m), на 100 000**  
**Standardized mortality rates in the population from malignant neoplasms (MN) of the trachea, bronchi, lungs (P ± m), per 100 000**

	Год / Year												
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996			
	<i>Мужчины / Men</i>												
Касли / Kasli city	22.2 ± 13.9	35.0 ± 17.4	54.8 ± 21.6	95.0* ± 28.2	72.4 ± 24.4	101.7 ± 28.4	85.7 ± 25.6	100.8 ± 27.7	111.5 ± 29.1	113.3 ± 29.1			
n	43 920	44 583	45 245	45 998	46 750	48 433	50 115	50 343	50 570	51 245			
Кыштым / Kyshtym city	48.0* ± 13.5	41.6* ± 12.5	61.0* ± 15.0	76.1* ± 16.1	122.9* ± 19.8	97.9* ± 17.6	100.1* ± 17.8	88.9 ± 16.6	123.6* ± 19.3	155.5* ± 21.7			
n	100 895	102 408	103 920	112 275	120 630	121 025	121 420	124 500	127 580	126 380			
Контроль города / Citys control	16.5 ± 6.5	21.5 ± 7.2	28.4 ± 7.9	36.2 ± 8.8	43.1 ± 9.5	45.2 ± 9.5	55.8 ± 10.4	61.9 ± 10.5	70.3 ± 10.8	74.2 ± 11.1			
n	147 820	160 223	172 625	178 073	183 520	191 488	199 455	215 513	231 570	232 188			
Каслинский район / Kaslinsky district	3.5 ± 3.4	46.5 ± 20.0	84.1* ± 25.0	106.6* ± 29.6	66.0 ± 25.3	126.1* ± 35.5	99.5 ± 32.3	188.1* ± 44.6	113.5 ± 35.0	147.6* ± 39.8			
n	40 350	44 834	51 560	46 830	39 736	38 478	36 590	36 210	35 639	35 749			
Аргаяшский район / Argayashsky district	37.5 ± 21.6	40.0 ± 22.3	70.3 ± 29.7	41.7 ± 22.4	85.4 ± 31.1	128.4* ± 36.9	110.1 ± 32.8	120.0 ± 33.9	187.5* ± 41.7	206.5* ± 43.6			
n	30 910	30 818	30 680	31 980	33 930	36 088	39 325	40 133	41 345	41 725			
Кунашакский район / Kunashaksky district	8.6 ± 5.8	12.2 ± 6.9	28.0 ± 10.3	54.9 ± 14.5	35.2 ± 11.7	57.2 ± 15.2	69.9 ± 17.3	45.0 ± 14.2	46.1 ± 14.8	96.0 ± 21.2			
n	98 135	99 311	101 075	100 161	98 790	95 190	89 790	86 178	80 760	82 142			
Красноармейский район / Красноармейsky district	14.5 ± 9.8	31.3 ± 14.3	59.1 ± 19.4	87.9* ± 23.2	65.5 ± 19.6	69.7 ± 20.3	78.6 ± 21.6	81.8 ± 21.8	103.1 ± 24.0	93.1 ± 22.7			
n	57 541	58 695	60 425	62 422	65 417	65 175	64 811	66 327	68 600	69 051			
Контроль районы / Districts control	12.6 ± 6.6	18.9 ± 8.0	23.0 ± 8.7	30.5 ± 9.6	37.2 ± 10.2	44.7 ± 10.9	52.5 ± 11.5	56.4 ± 12.1	64.4 ± 13.2	66.9 ± 13.4			
n	111 238	113 821	117 697	125 949	138 328	143 474	151 193	147 765	142 624	142 708			
	<i>Женщины / Women</i>												
Касли / Kasli city	5.7 ± 4.5	12.1 ± 9.8	34.9 ± 16.5	9.0 ± 7.2	13.8 ± 9.4	32.8 ± 14.7	26.6 ± 13.4	19.6 ± 11.5	17.2 ± 10.8	12.9 ± 9.4			
n	47 850	48 570	49 290	54 580	59 870	58 528	57 185	57 060	56 935	56 280			
Кыштым / Kyshtym city	3.0 ± 2.8	8.3 ± 5.3	15.0 ± 7.1	14.9 ± 6.9	24.2 ± 8.5	17.9 ± 7.2	17.2 ± 7.0	23.3 ± 8.0	22.8 ± 7.8	20.9 ± 7.5			
n	110 955	112 620	114 285	121 748	129 210	132 758	136 305	139 798	143 290	142 460			
Контроль города / Citys control	1.8 ± 1.6	4.8 ± 3.1	4.6 ± 2.9	5.4 ± 3.1	6.8 ± 3.5	6.6 ± 3.4	6.1 ± 3.2	7.4 ± 3.4	8.4 ± 3.6	8.0 ± 3.5			
n	180 925	195 503	210 080	212 298	214 515	219 883	225 250	239 465	253 680	250 626			
Каслинский район / Kaslinsky district	0.0	3.5 ± 3.3	8.1 ± 7.6	19.1 ± 11.8	17.2 ± 11.4	18.3 ± 12.1	15.2 ± 11.5	12.8 ± 10.7	17.5 ± 12.6	9.8 ± 9.2			
n	50 435	51 802	53 853	52 819	51 268	48 324	43 908	43 163	42 044	44 305			
Аргаяшский район / Argayashsky district	5.8 ± 4.2	7.4 ± 6.2	6.7 ± 5.3	22.4 ± 14.4	14.1 ± 10.6	15.4 ± 11.3	7.8 ± 6.0	7.7 ± 6.0	11.2 ± 9.7	14.7 ± 11.0			
n	35 220	35 804	36 680	41 272	48 160	46 072	42 940	44 090	45 815	46 689			
Кунашакский район / Kunashaksky district	0.0	3.2 ± 3.1	6.5 ± 4.4	4.4 ± 3.7	2.2 ± 1.8	3.5 ± 3.3	9.5 ± 6.0	8.1 ± 5.7	7.9 ± 5.9	10.9 ± 6.8			
n	122 445	123 911	126 110	122 556	117 225	110 255	99 800	95 022	87 855	90 707			
Красноармейский район / Красноармейsky district	2.7 ± 2.2	0.0	9.5 ± 6.1	13.7 ± 9.9	10.6 ± 8.8	5.7 ± 4.5	7.2 ± 5.7	9.8 ± 6.7	7.6 ± 5.8	9.5 ± 6.7			
n	72 753	73 624	74 930	75 047	75 222	73 651	71 294	73 510	76 834	77 060			
Контроль районы / Districts control	0.0	4.3 ± 3.2	3.9 ± 3.0	4.6 ± 3.2	5.4 ± 3.3	5.8 ± 3.5	6.4 ± 3.7	5.7 ± 3.5	7.5 ± 4.1	7.2 ± 4.0			
n	156 543	160 088	165 406	173 253	185 025	183 035	180 051	175 905	169 686	170 056			

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: \* – достоверные различия, p < 0.05.  
 Note: here and in Tabl. 2, 3: \* – significant differences, p < 0.05.

Таблица 2 / Table 2

**Стандартизованные показатели смертности мужского населения от ЗН гортани ( $P \pm m$ ), на 100 000\***  
**Standardized mortality rates in the male population from malignant neoplasms of the larynx ( $P \pm m$ ), per 100 000\***

	Год / Year									
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996
Касли / Kasli city	3.3 ± 2.7	0.0	2.1 ± 1.8	6.0 ± 4.2	2.5 ± 2.1	8.3 ± 6.1	12.6 ± 9.8	16.8 ± 11.3	7.9 ± 6.4	16.2 ± 11.0
Кыштым / Kyshtym city	5.8 ± 3.8	1.2 ± 1.0	4.4 ± 3.2	7.4 ± 4.3	9.2 ± 5.4	3.9 ± 3.1	5.4 ± 3.6	5.5 ± 3.6	15.3 ± 6.8	12.8 ± 6.2
Контроль города Cities control	2.4 ± 1.9	1.8 ± 1.5	2.1 ± 1.8	3.0 ± 2.5	2.7 ± 2.3	4.3 ± 2.9	4.7 ± 3.0	5.9 ± 3.2	6.4 ± 3.3	6.5 ± 3.3
Каслинский район Kaslinsky district	0	15.4 ± 11.5	0	5.9 ± 4.3	5.1 ± 3.7	13.9* ± 11.8	7.1 ± 6.2	2.3 ± 2.0	20.7* ± 14.9	12.9* ± 11.8
Аргаяшский район Argayashsky district	0	13.0 ± 10.3	5.7 ± 3.9	3.8 ± 2.7	25.0 ± 16.8	11.0 ± 9.7	0	9.1 ± 7.6	2.9 ± 2.5	9.7 ± 8.2
Кунашакский район Kunashaksky district	0	0.0	8.2 ± 5.6	4.8 ± 4.0	9.9 ± 6.2	0	4.1 ± 3.3	1.3 ± 1.1	6.0 ± 4.4	13.8 ± 8.0
Красноармейский район Krasnoarmeysky district	0	3.6 ± 3.3	6.3 ± 4.8	0.0	4.3 ± 3.4	10.0 ± 7.7	6.5 ± 4.9	12.9 ± 8.6	4.0 ± 3.5	12.7 ± 8.4
Контроль районы Districts control	0	1.2 ± 0.9	2.1 ± 1.8	2.6 ± 1.9	1.9 ± 1.6	2.9 ± 2.0	4.3 ± 3.3	5.4 ± 3.7	4.1 ± 3.3	3.9 ± 3.2

Примечание. \* – численность населения та же, что и в табл. 1.

Note: \* – the population is the same as in Table 1.

превышение по сравнению с сельским контролем наблюдалось в Каслинском районе в 1957–1966 гг. (примерно 3,5 раза). В Красноармейском районе уровень смертности от ЗНО трахеи, бронхов и лёгких постоянно превышал контрольные значения, однако различия, как правило, статистически незначимы. У мужчин Кунашакского района наиболее заметное превышение контрольных значений наблюдалось с 1962 по 1966 г. (см. табл. 1).

У женского населения городов смертность от ЗНО трахеи, бронхов и лёгких может превосходить контроль до нескольких раз, но не достигает статистической значимости. Обращает на себя внимание большая разница с контролем по сравнению с мужским населением в периоды максимального подъёма смертности: в Каслях с 1957 по 1961 г. превышение контрольных уровней составляло более пяти раз, в 1972–1976 и 1977–1981 гг. – от четырёх до пяти раз. Наибольшая разница с контрольными значениями в Каслинском и Аргаяшском районах у женского населения обнаружена с 1962 по 1976 г.

Смертность от ЗНО гортани мужского населения в несколько раз ниже смертности от ЗНО трахеи, бронхов и лёгких. Отмечается заметное превышение контроля в Каслях начиная с 1960-х годов и практически до конца изучаемого периода. В Кыштыме увеличение коэффициентов смертности происходит уже в 1950–1960-х гг., затем следуют перерыв и новое повышение в конце 1980-х и начале 1990-х годов. Смертность от ЗНО гортани растёт как в изучаемых городах, так и в контроле, однако в загрязнённых городах быстрее: к середине 1990-х годов рост составил от четырёх до пяти раз, особенно в Каслях, в контроле – три раза. В Каслинском и Аргаяшском районах мужская смертность от рака гортани резко выросла уже в 1952–1956 гг., затем отмечается заметное повышение в 1967–1976 гг. В Каслинском районе рост наблюдался также в 1987–1996 гг. В Красноармейском районе периодически определялись повышенные значения смертности. В Кунашакском районе наиболее заметное увеличение смертности обнаруживается после 1957, 1967 гг. и в начале 1990-х годов (табл. 2). Уровень смертности женского населения от ЗНО гортани в разы ниже, чем мужского. Смертность женщин значительно превышала контроль только в Каслях в 1962–1966 гг. и в Аргаяшском районе в 1952–1966 гг.

Динамика изменения смертности от ЗНО органов дыхания в городах и районах у мужского и женского населения показана на рис. 1–4. В Каслях подъём смертности у мужчин начался в 1957–1961 гг. и достиг первого максимума в 1962–1967 гг. В Кыштыме пик приходится на 1967–1971 гг. В конце 1980-х и начале 1990-х годов заметно новое повышение коэффициентов смертности (см. рис. 1).

В Каслинском районе рост смертности начался в 1952–1956 гг., пики приходятся на 1962–1966; 1972–1976 и 1982–1986 гг. В Аргаяшском районе первый подъём смертности виден в 1957–1961 гг., затем в 1972–1976 гг. Чётко выражен постоянный рост в конце 1980-х и в 1990-х годах. В Красноармейском районе увеличение было более пологим. Кратковременные подъёмы коэффициентов смертности в Кунашакском районе зафиксированы в 1962–1966 и 1977–1981 гг. В связи с общим ростом показателей наибольших уровней они достигли в конце периода наблюдения. Самый резкий прирост смертности наблюдался у мужского населения в наиболее загрязнённых Каслинском и Аргаяшском районах (см. рис. 2).

У женского населения Каслей произошло заметное увеличение смертности от ЗНО органов дыхания в 1957–1961 гг., затем наступил спад, новый подъём наблюдался в 1972–1986 гг. В Кыштыме смертность женщин увеличивалась более равномерно с одним явным подъёмом в 1967–1971 гг. (см. рис. 3).

У женского населения загрязнённых сельских районов повышение смертности начинается в 1950-х и особенно в 1960-х годах. Наиболее резкий подъём в 1962–1966 гг. отмечался в Аргаяшском и Каслинском районах. В отличие от мужского населения у женского подъёмы в 1950–1960-х годах были более выраженными, уровни смертности в Аргаяшском, Каслинском и Красноармейском районах даже выше, чем в последующие 1980–1990-е годы. В целом смертность женского населения имеет такую особенность, что показатели 1960–1970-х годов как в городах, так и в районах, несмотря на общую тенденцию к росту, зачастую выше, чем в 1980–1990-е годы (см. рис. 4).

При анализе по возрастной смертности мужского населения городов в возрасте 50–59 лет обнаружен подъём во второй половине 1950-х – начале 1960-х годов. Среди районов выделяется Аргаяшский, в котором повышенные

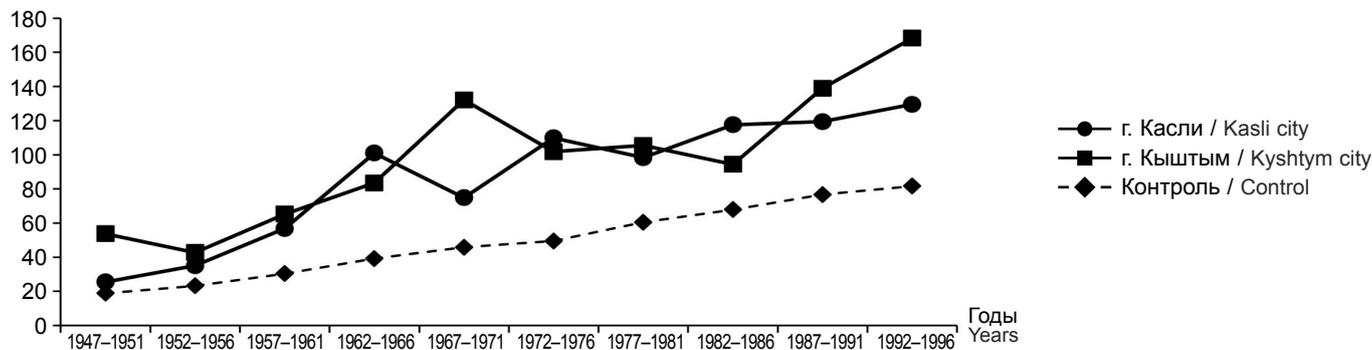


Рис. 1. Динамика смертности мужского населения городов от ЗН органов дыхания, на 100 000.

Fig. 1. Trend in the mortality from the MN of respiratory organs in the male population in cities, per 100,000.

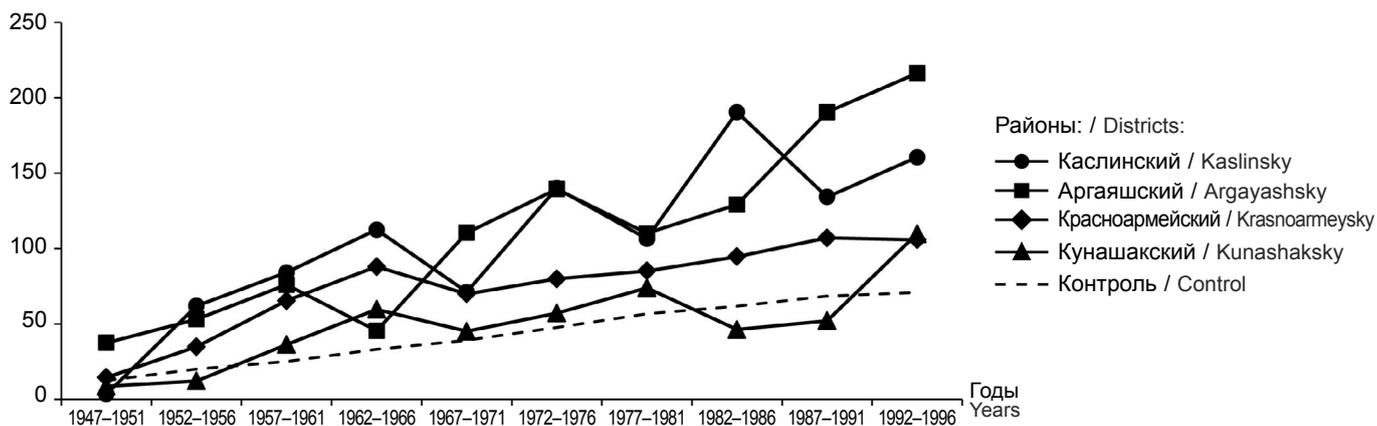


Рис. 2. Динамика смертности мужского населения сельских районов от ЗН органов дыхания, на 100 000.

Fig. 2. Trend in Dynamics in the mortality from the MN of respiratory organs in the male population in rural areas, per 100,000.

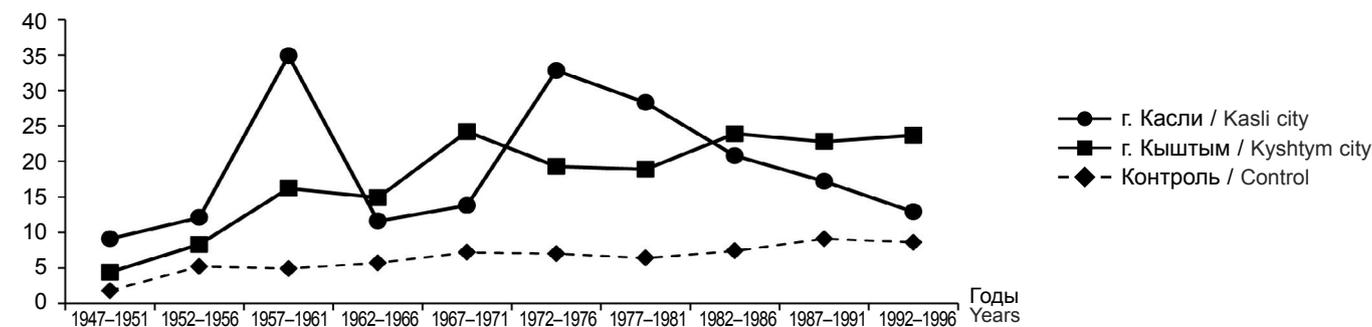


Рис. 3. Динамика смертности женского населения городов от ЗН органов дыхания, на 100 000.

Fig. 3. Trend in the mortality from the MN of respiratory organs in the female population in cities per 100,000.

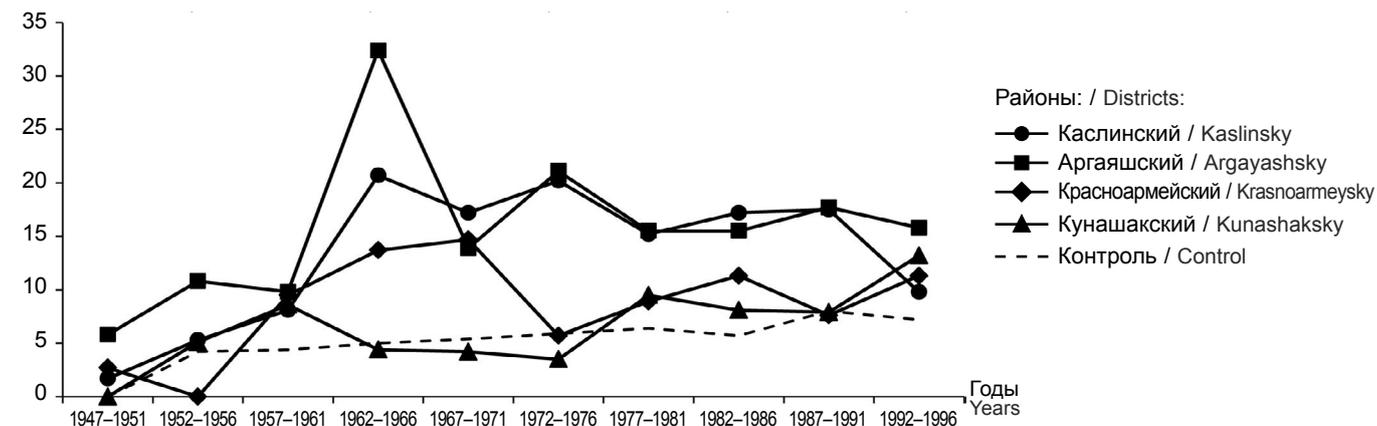


Рис. 4. Динамика смертности женского населения сельских районов от ЗН органов дыхания, на 100 000.

Fig. 4. Trend in the mortality from the MN of respiratory organs in the female population in the rural areas, per 100,000.

**Повозрастная смертность мужского населения от ЗН органов дыхания (P ± m), на 100 000**  
**Age-related mortality in the male population from malignant neoplasms of the respiratory organs (P ± m), per 100,000**

	Год / Year										
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996	
<i>Возраст 50–59 лет / Age 50–59 years</i>											
Касли / Kasli city	27.6 ± 23.1	109.2 ± 86.8	269.9 ± 173.1	361.4 ± 199.9	166.9 ± 135.8	146.4 ± 115.2	223.2 ± 130.8	301.0 ± 138.1	268.0 ± 120.3	243.2 ± 111.4	
n	3371	3412	3453	3461	3470	4235	5000	6045	7090	7510	
Кыштým / Kyshtým city	101.3 ± 88.8	131.9 ± 77.9	260.5 ± 108.6	201.5 ± 95.7	220.8 ± 100.3	200.4 ± 87.4	249.1 ± 90.4	244.5 ± 81.2	200.4 ± 67.7	259.2 ± 82.3	
n	4929	8338	8460	8440	8420	10 048	11 675	14 228	16 780	14 675	
Контроль города / Cities control	53.0 ± 42.4	76.3 ± 48.9	91.5 ± 51.6	110.1 ± 53.1	122.1 ± 52.7	142.9 ± 55.2	154.4 ± 55.6	187.7 ± 57.8	196.4 ± 56.0	174.7 ± 56.5	
n	11 345	12 259	13 173	15 006	16 839	17 981	19 124	21 549	23 974	20 960	
Каслинский район / Kaslinsky district	0.0 ± 0.0	151.4 ± 135.5	221.1 ± 152.6	274.6 ± 170.0	244.9 ± 160.4	258.7 ± 161.0	196.2 ± 135.5	543.5 ± 212.6	243.2 ± 132.1	195.8 ± 123.5	
n	2847	3164	3638	3641	3646	3826	4097	4595	5343	4924	
Аргяшский район / Argayashsky district	98.0 ± 92.9	169.2 ± 132.7	217.0 ± 182.6	208.1 ± 178.3	245.3 ± 217.3	359.2 ± 229.2	321.9 ± 202.5	356.3 ± 196.4	331.5 ± 171.2	627.0 ± 250.6	
n	1011	1747	1840	1900	1990	2396	3005	3535	4330	3810	
Кунашакский район / Kunashaksky district	0.0 ± 0.0	65.0 ± 38.7	128.2 ± 88.8	134.2 ± 93.8	112.4 ± 90.6	104.7 ± 82.4	194.7 ± 103.9	150.2 ± 82.9	167.9 ± 78.0	261.2 ± 104.8	
n	3633	6129	6240	5846	5255	5919	6915	8385	10 590	9110	
Красноармейский район / Krasnoarmeysky district	48.4 ± 34.5	141.6 ± 114.0	134.9 ± 109.7	148.6 ± 109.3	191.0 ± 115.7	215.9 ± 118.0	123.8 ± 84.5	217.5 ± 105.1	231.6 ± 99.9	422.6 ± 145.9	
n	4095	4177	4300	4767	5468	5940	6647	7545	8893	7594	
Контроль районов / Districts control	35.4 ± 25.6	70.0 ± 43.0	90.0 ± 47.9	105.0 ± 48.6	120.0 ± 48.9	138.5 ± 50.1	162.7 ± 52.3	183.4 ± 53.1	196.8 ± 51.8	185.9 ± 51.9	
n	8526	14 541	15 038	17 045	20 054	21 152	22 799	24 922	28 106	26 414	
<i>Возраст 60–69 лет / Age 60–69 years</i>											
Касли / Kasli city	318.7 ± 307.7	262.1 ± 255.4	306.6 ± 298.6	687.5 ± 361.3	592.0 ± 289.4	664.9 ± 297.9	232.5 ± 171.8	307.8 ± 187.8	545.7 ± 238.5	626.8 ± 216.9	
n	1289	1303	1317	2009	2700	2860	3020	3343	3665	5085	
Кыштým / Kyshtým city	381.0 ± 264.1	226.2 ± 156.5	302.8 ± 179.7	474.0 ± 198.3	779.4 ± 229.7*	527.7 ± 180.0	541.9 ± 174.2	303.8 ± 121.8	737.4 ± 178.1	700.8 ± 151.7	
n	2091	3538	3590	4610	5630	6225	6820	7843	8865	11 610	
Контроль города / Cities control	115.7 ± 101.2	143.9 ± 108.6	173.5 ± 115.0	190.5 ± 101.9	211.8 ± 94.7	236.9 ± 94.9	280.4 ± 98.3	322.7 ± 95.6	351.2 ± 91.9	365.8 ± 91.1	
n	4338	4682	5027	7035	9044	10 079	11 114	13 513	15 913	16 861	
Каслинский район / Kaslinsky district	0.0 ± 0.0	466.3 ± 290.3	412.9 ± 255.0	605.8 ± 298.3	351.6 ± 217.1	682.1 ± 298.7	499.2 ± 251.8	646.1 ± 277.3	542.1 ± 243.1	739.3 ± 276.4	
n	1905	2115	2430	2600	2855	2917	3010	3208	3505	3689	
Аргяшский район / Argayashsky district	458.9 ± 380.7	340.6 ± 277.1	465.7 ± 362.4	181.4 ± 163.2	736.3 ± 426.8	692.4 ± 397.4	607.7 ± 343.4	522.1 ± 296.4	705.8 ± 314.3	961.0 ± 353.3	
n	436	862	1065	1229	1475	1672	1968	2271	2725	2929	
Кунашакский район / Kunashaksky district	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	156.0 ± 124.7	353.9 ± 179.2	270.6 ± 147.3	281.5 ± 148.5	317.2 ± 155.1	175.9 ± 114.8	242.0 ± 133.4	369.4 ± 149.0	
n	2241	3779	3845	4219	4780	4888	5050	5114	5210	6366	
Красноармейский район / Krasnoarmeysky district	0.0 ± 0.0	253.5 ± 203.9	569.5 ± 300.7	754.3 ± 321.8	421.5 ± 214.0	380.6 ± 192.7	371.3 ± 177.2	372.9 ± 166.6	761.2 ± 218.8	695.0 ± 209.2	
n	2290	2336	2405	2851	3520	3922	4525	5139	6060	6056	
Контроль районов / Districts control	58.2 ± 46.7	92.8 ± 74.2	113.9 ± 80.8	127.4 ± 73.0	186.4 ± 74.4	231.2 ± 79.7	279.5 ± 83.0	303.7 ± 82.8	318.6 ± 79.8	334.2 ± 79.3	
n	3797	6473	6689	9177	12 910	13 956	15 524	16 979	19 161	20 357	
<i>Возраст 70 лет и старше / Age 70 years and older</i>											
Касли / Kasli city	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	96.0 ± 82.5	149.0 ± 128.8	212.3 ± 182.1	576.6 ± 376.0	855.0 ± 444.9	643.2 ± 367.0	700.0 ± 365.4	609.2 ± 344.5	
n	698	706	714	1092	1470	1558	1645	1823	2000	1960	
Кыштým / Kyshtým city	262.7 ± 247.5	260.7 ± 228.1	252.3 ± 222.9	361.4 ± 234.9	988.1 ± 349.9*	533.3 ± 245.1	562.2 ± 240.4	633.7 ± 237.9	746.9 ± 242.7	1008.6 ± 315.6	
n	1137	1920	1945	2508	3070	3393	3715	4275	4835	3850	
Контроль города / Cities control	125.3 ± 114.0	92.7 ± 86.4	118.6 ± 103.3	159.1 ± 126.2	192.8 ± 122.4	223.5 ± 124.9	271.3 ± 131.1	283.7 ± 121.5	306.3 ± 116.3	325.4 ± 128.4	
n	2350	2537	2724	3829	4935	5492	6050	7364	8679	7559	
Каслинский район / Kaslinsky district	0.0 ± 0.0	81.1 ± 74.8	306.1 ± 258.0	763.3 ± 453.6	322.8 ± 281.9	1001.8 ± 489.4	670.7 ± 394.4	1106.5 ± 528.9	620.2 ± 428.4	953.4 ± 498.8	
n	1030	1146	1320	1414	1555	1591	1645	1503	1290	1458	
Аргяшский район / Argayashsky district	0.0 ± 0.0	223.2 ± 207.3	346.8 ± 300.1	145.0 ± 123.6	372.5 ± 244.9	759.5 ± 563.6	474.3 ± 411.3	483.4 ± 420.9	1393.6 ± 726.6	633.5 ± 450.8	
n	236	466	575	667	805	912	1072	1043	1000	1190	
Кунашакский район / Kunashaksky district	82.3 ± 78.4	49.4 ± 40.8	95.7 ± 84.9	268.2 ± 244.9	191.5 ± 168.5	280.8 ± 245.2	400.6 ± 324.0	143.1 ± 122.2	69.4 ± 55.3	324.7 ± 233.7	
n	597	1007	1025	1205	1475	1507	1555	1577	1610	2276	
Красноармейский район / Krasnoarmeysky district	0.0 ± 0.0	156.8 ± 149.7	741.3 ± 465.4	877.4 ± 464.1	238.1 ± 218.0	324.3 ± 241.0	577.6 ± 299.2	569.3 ± 302.8	730.6 ± 353.5	363.3 ± 230.1	
n	1240	1266	1305	1551	1920	2138	2465	2371	2230	2626	
Контроль районов / Districts control	86.0 ± 71.3	96.6 ± 85.7	112.0 ± 96.8	153.0 ± 108.4	211.4 ± 107.3	198.8 ± 100.1	250.0 ± 106.4	230.0 ± 105.6	260.0 ± 118.8	293.1 ± 122.2	
n	2066	3519	3631	4993	7035	7607	8465	7900	7054	7515	

уровни смертности регистрировались начиная с 1970-х и до 1990-х годов. Отдельные высокие значения смертности наблюдались в Каслинском и Красноармейском районах. В Каслях у населения в возрасте 60–69 лет зарегистрирован рост смертности с 1962 по 1976 г., в Кыштыме – с 1967 по 1981 г., в обоих городах – в 1990-е годы, различия достигали двух-трёх раз. В Каслинском и Аргаяшском районах рост смертности наблюдался почти постоянно. Также заметное превышение контроля зафиксировано в отдельные периоды, в частности в 1950–1960-е годы в Красноармейском районе. У населения Кыштыма в возрасте 70 лет и старше наиболее выраженное превышение смертности над контролем началось после 1967 г., в Каслях – с начала 1970-х годов. В сельских районах, особенно в Каслинском, превышение над контролем заметно с конца 1950-х годов, в Аргаяшском преимущественно в 1970-х годах. В Красноармейском районе рост смертности отмечался в конце 1950-х – начале 1960-х и в конце 1970-х годов, а также в 1980-е годы. В Кунашакском районе зарегистрированы редкие периоды повышения смертности у мужчин старше 60 лет. В возрастах 30–39 и 40–49 лет как в городах, так и в районах отмечаются лишь отдельные пятилетия роста смертности. Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что значительный устойчивый рост смертности у мужского населения в загрязнённых городах и районах особенно заметен в старших возрастах (60–69 и 70 лет и старше) начиная с 1960-х годов (табл. 3). Достоверные различия с контролем зарегистрированы только в возрастах 60–69 и 70 лет и старше у мужчин Кыштыма в 1967–1971 гг.

При рассмотрении повозрастной смертности женского населения на загрязнённых территориях обнаружены отдельные повышенные значения в Кыштыме и Каслях, Каслинском и Аргаяшском районах в возрастах 30–39 и 40–49 лет в 1960-х, 1970-х и 1980-х годах. Значительное превышение контрольных уровней в возрасте 50–59 лет наблюдалось в Каслях в конце 1950-х годов, в Кыштыме – после 1967 г., в Аргаяшском районе – в 1960-е годы. В возрасте 60–69 лет в Каслях отмечался рост смертности с 1962 по 1976 г., в Кыштыме – с 1967 по 1981 г., а также в обоих городах в 1990-е годы. В Каслинском и Аргаяшском и Красноармейском районах наблюдалось увеличение смертности в отдельные пятилетия в 1960-е и 1970-е годы. У женщин 70 лет и старше в городах заметный рост смертности установлен в конце 1950-х – первой половине 1960-х годов. В районах, преимущественно в Каслинском и Аргаяшском, увеличение смертности среди женщин 70 лет и старше отмечалось в 1960-х и 1970-х годах, в Аргаяшском районе – также и в 1980-х годах. Превышение значений контроля может достигать двух-трёх раз. В Красноармейском районе зарегистрировано повышение показателей в конце 1950-х – первой половине 1960-х годов. Изменения повозрастной смертности в Кунашакском районе выражены наименее значимо.

## Обсуждение

Согласно полученным результатам, рост смертности от ЗНО органов дыхания начинается уже в 1950-х годах. В последние годы появляется всё больше данных о возможности относительно короткого латентного периода для радиогенных солидных опухолей – около десяти лет [15]. О возможности ещё более короткого латентного периода (от двух до пяти лет) для солидных опухолей говорят результаты исследований в Белгородской области после Чернобыльской аварии [16], а также данные, полученные на когорте населения ВУРСа [17].

Отметим отличие динамики мужской смертности от женской: у мужского населения как в пострадавших городах, так и в районах просматривается явная тенденция ро-

ста смертности, тогда как у женского населения в городах и районах наивысшие значения регистрируются с 1950-х по 1970-е годы, затем в 1980–1990 гг. происходит снижение смертности. В контроле же как у мужчин, так и у женщин идёт медленное увеличение показателей. Зарегистрированы некоторые отличия в динамике смертности по городам: в Каслях и у мужского, и у женского населения сопоставимое увеличение показателей обнаруживается после 1957-го и после 1967 г., у населения Кыштыма – слабый рост после 1957 г. и наиболее выраженный после 1967 г. Как у мужского, так и у женского населения Аргаяшского и Каслинского районов регистрируются подъёмы смертности после 1957-го и после 1967 г. В Красноармейском районе рост слабее и менее определённый во времени. Подобные волнообразные изменения в динамике смертности описаны у населения Алтайского края [11], в Челябинской [18], Оренбургской [10] и Белгородской областях [16]. В нашем случае волнообразный характер изменения смертности на загрязнённых территориях может быть связан с последовательным рядом аварийных ситуаций на ПО «Маяк».

Полученные результаты продемонстрировали, что периоды наиболее высокой смертности мужского и женского населения в городах и районах (например, в Каслинском районе) следуют через 5–10 лет после наиболее крупных аварий. Подъём смертности женского населения в Каслях в 1957–1961 гг., возможно, явился результатом практически неконтролируемых массивных выбросов в начальном периоде работы комбината. Пиковые различия смертности на загрязнённых территориях с контрольными цифрами у женского населения выше (от четырёх до пяти раз), чем у мужского (в два-три раза), что в данном случае, возможно, свидетельствует о большей чувствительности женского организма к радиации. Значения смертности в Каслях и Кыштыме, а также в Каслинском и Аргаяшском районах превосходят не только показатели контрольных территорий, но и уровни смертности, регистрируемые в других регионах и странах в соответствующие годы [6, 19–21].

Обнаруженный рост смертности от ЗНО органов дыхания в пожилом и преклонном возрасте объясняется широко известным фактом о большей чувствительности к воздействию вредных факторов людей старше 60 лет [22]. Повышение же смертности в более молодых возрастах (30–39 и 40–49 лет), вероятно, свидетельствует о значительной силе повреждающего фактора. Такое же увеличение смертности в молодых возрастах обнаружено при изучении последствий ядерного взрыва 1954 г. на Тоцком полигоне в Оренбургской области [10] и смертности от ЗНО органов пищеварения в Челябинской области [18].

Проведённый анализ смертности населения на территориях, пострадавших от выбросов ПО «Маяк», захватывает лишь период с 1947 по 1996 г. Несомненный интерес представляет и изучение динамики смертности в более поздние годы, однако из-за невозможности получить первичные данные из актовых записей о смерти в Областном архиве Челябинской области в настоящее время продолжить изучение не представляется реальным.

## Заключение

Уровни смертности мужского и женского населения от ЗНО органов дыхания в городах Касли, Кыштым, в Каслинском и Аргаяшском районах практически постоянно превышают контрольные значения. Наряду с высокими значениями у лиц пожилого и преклонного возраста наблюдается рост смертности в молодых возрастах. Как у мужчин, так и у женщин зарегистрирован волнообразный характер смертности, периоды роста, как правило, следуют через 5–10 лет после очередного радиационного инцидента.

## Литература

(п.п. 8, 14, 15, 19–21 см. References)

1. Мерабишвили В.М., Дятченко О.Т. Статистика рака легкого (заболеваемость, смертность, выживаемость). *Практическая онкология*. 2000; 1(3): 3–7. <https://elibrary.ru/pzgpqkx>
2. Бабанов С.А., Будащ Д.С., Байкова А.Г., Рыжова Н.С. Профессиональные злокачественные новообразования легких и других локализаций и потенциально опасные производственные канцерогены. *Consilium Medicum*. 2017; 19(11): 39–46. [https://doi.org/10.26442/2075-1753\\_19.11.39-46](https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.11.39-46) <https://elibrary.ru/ymckv>
3. Мухамбетжан А.Ж., Уразаева С.Т., Уразаев О.Н., Тусупкалиева К.Ш., Бегалин Т.Б., Аманшиева А.А. и др. Современные представления об эпидемиологии и факторах риска развития рака легкого, обзор литературы. *Наука и здравоохранение*. 2020; 22(2): 27–37. <https://doi.org/10.34689/SN.2020.22.2.003> <https://elibrary.ru/swmkkv>
4. Ярмошенко И.В., Малиновский Г.П., Васильев А.В. Обобщение онкоэпидемиологических исследований связи рака легкого с радоном. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(2): 92–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-2-92-96> <https://elibrary.ru/zbbasd>
5. Двойрин В.В., Трапезников Н.Н. Статистика рака легкого в России. *Вестник Онкологического научного центра Российской академии медицинских наук*. 1996; 7(2): 3–12. <https://elibrary.ru/hnluwy>
6. Фаттахов Т.А., Миронова А.А., Пьянкова А.И., Шахзадова А.О. Смертность от новообразований в России в 1965–2019: основные структурные изменения и тенденции. *Сибирский онкологический журнал*. 2021; 20(4): 5–20. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-4-21-29> <https://elibrary.ru/oikthc>
7. Жуйкова Л.Д., Чойнзонев Е.Л., Ананина О.А., Ляхова Н.П., Пикалова Л.В. Заболеваемость раком легкого в различных городах мира (обзор). *Вопросы онкологии*. 2020; 66(3): 239–46. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2020-66-3-239-246> <https://elibrary.ru/wtfbvp>
8. Важенин А.В., Шевченко В.Н. Онкоэпидемиологическая ситуация в Челябинской области. В кн.: *Проблемы экологии, экологического образования и просвещения в Челябинской области: тезисы докладов VI региональной научно-практической конференции*. Челябинск; 2002.
9. Скачков М.В., Альмишева А.Ш., Тюрин Е.Н. Ретроспективный анализ смертности населения в регионе Тощкого ядерного взрыва. *Гигиена и санитария*. 2003; 82(1): 40–2. <https://elibrary.ru/oityfj>
10. Лазарев А.Ф., Шойхет Я.Н., Петрова В.Д. Отличительные характеристики злокачественных новообразований у населения Алтайского края, подвергшегося длительному радиационному воздействию вследствие многолетних испытаний ядерных зарядов на Семипалатинском полигоне. *Вопросы онкологии*. 1995; 41(2): 23–5. <https://elibrary.ru/ytjysq>
11. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Катуськая О.Ю., Черняго Б.П., Маторова Н.И., Беляева Т.А. и др. Изучение последствий ядерных взрывов на Семипалатинском ядерном полигоне для здоровья населения Иркутской области. *Гигиена и санитария*. 2009; 88(5): 57–9. <https://elibrary.ru/kyvthx>
12. Иванова Т.А. Некоторые методологические вопросы анализа данных. В кн.: *Математико-статистический анализ социально-экономических явлений. Сборник научных трудов*. М.: МЭСИ; 2003: 62–4.
13. Коваленко Б.С., Голивец Т.П., Подвызников С.О. Особенности развития метатронных и синхронных опухолей у населения Белгородской области, ассоциированные с последствиями Чернобыльской аварии. *Современная онкология*. 2014; 16(4): 44–9. <https://elibrary.ru/tgruvb>
14. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Микрюкова Л.Д., Епифанова С.Б., Аклев А.В. Риск заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями в Уральской когорте аварийно-облученного населения: 1956–2017. *Радиационная гигиена*. 2020; 13(3): 6–15. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2020-13-3-6-17> <https://elibrary.ru/mznlz>
15. Коньшина Л.Г. Смертность от злокачественных новообразований органов пищеварения в городах Челябинской области, пострадавших от радиационных аварий. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(6): 568–79. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-568-579> <https://elibrary.ru/ycskpr>
16. Латфуллин И.А. *Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека*. Казань; 2015.

## References

1. Merabishvili V.M., Dyatchenko O.T. Lung cancer statistics (morbidity, mortality, survival). *Prakticheskaya onkologiya*. 2000; 1(3): 3–7. <https://elibrary.ru/pzgpqkx> (in Russian)
2. Babanov S.A., Budash D.S., Baykova A.G., Ryzhova N.S. Occupational malignant tumors of the lungs and other organs and potentially dangerous industrial carcinogens. *Consilium Medicum*. 2017; 19(11): 39–46. [https://doi.org/10.26442/2075-1753\\_19.11.39-46](https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.11.39-46) <https://elibrary.ru/ymckv> (in Russian)
3. Mukhambetjan A.Zh., Urazayeva S.T., Urazayev O.N., Tusupkaliyeva K.Sh., Begalin T.B., et al. Current understanding of the epidemiology and risk factors for lung cancer. Literature review. *Nauka i zdorookhranenie*. 2020; 22(2): 27–37. <https://doi.org/10.34689/SN.2020.22.2.003> <https://elibrary.ru/swmkkv> (in Russian)
4. Yarmoshenko I.V., Malinovskiy G.P., Vasil'ev A.V. Generalization of oncoepidemiological studies of the association of lung cancer with radon. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(2): 92–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-2-92-96> <https://elibrary.ru/zbbasd> (in Russian)
5. Dvoyrin V.V., Trapeznikov N.N. Lung cancer statistics in Russia. *Vestnik Onkologicheskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 1996; 7(2): 3–12. <https://elibrary.ru/hnluwy> (in Russian)
6. Fattakhov T.A., Mironova A.A., P'yankova A.I., Shakhzadova A.O. Cancer mortality in Russia for the period 1965–2019: main structural changes and trends. *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2021; 20(4): 5–20. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-4-21-29> <https://elibrary.ru/oikthc> (in Russian)
7. Zhuykova L.D., Choyznzonov E.L., Ananina O.A., Lyakhova N.P., Pikalova L.V. Lung cancer incidence in various cities of the world (review). *Voprosy onkologii*. 2020; 66(3): 239–46. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2020-66-3-239-246> <https://elibrary.ru/wtfbvp> (in Russian)
8. SEER Cancer Statistics Review 1975–2013; 2016. Available at: [https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975\\_2013/](https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2013/)
9. Vazhenin A.V., Shevchenko V.N. Oncoepidemiological situation in Chelyabinsk region. In: *Problems of Environment, Environmental Studies and Education in Chelyabinsk Region: Abstracts of VI Regional Scientific-Practical Conference [Problemy ekologii, ekologicheskogo obrazovaniya i prosveshcheniya v Chelyabinskoy oblasti: tezisy докладов VI regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Chelyabinsk; 2002. (in Russian)
10. Skachkov M.V., Al'misheva A.Sh., Tyurin E.N. Retrospective analysis of mortality in the Totsk nuclear explosion area. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2003; 82(1): 40–2. <https://elibrary.ru/oityfj> (in Russian)
11. Lazarev A.F., Shoykhet Ya.N., Petrova V.D. The distinctive characteristics of malignant neoplasms in the population of the Altai territory subjected to long-term radiation exposure as a consequence of the multiyear nuclear explosives tests at the Semipalatinsk proving ground. *Voprosy onkologii*. 1995; 41(2): 23–5. <https://elibrary.ru/ytjysq> (in Russian)
12. Rukavishnikov V.S., Efimova N.V., Katul'skaya O.Yu., Chernyago B.P., Matorova N.I., Belyaeva T.A., et al. Study of the consequences to the health of the Urkuts region's population from nuclear explosions at the Semipalatinsk testing site. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2009; 88(5): 57–9. <https://elibrary.ru/kyvthx> (in Russian)
13. Ivanova T.A. Some methodological issues of data analysis. In: *Mathematical and Statistical Analysis of Socio-Economic Phenomena. Collection of Scientific Papers [Matematiko-statisticheskiy analiz sotsial'no-ekonomicheskikh yavleniy. Sbornik nauchnykh trudov]*. Moscow: MESI; 2003: 62–4. (in Russian)
14. Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. Available at: <https://www.populationpyramid.net>
15. Fraser D.K. Latency period of radiation-induced cancer. *CMAJ*. 2011; 183(17): 2017. <https://doi.org/10.1503/cmaj.111-2088>
16. Kovalenko B.S., Golivets T.P., Podvyaznikov S.O. Features of development of metachronous and synchronous tumors in the population of Belgorod region associated with the consequences of the Chernobyl accident. *Sovremennaya onkologiya*. 2014; 16(4): 44–9. <https://elibrary.ru/tgruvb> (in Russian)
17. Krestinina L.Yu., Silkin S.S., Mikryukova L.D., Epifanova S.B., Aklev A.V. Solid cancer incidence risk in the Ural cohort of the accidentally exposed population: 1956–2017. *Radiatsionnaya gigiena*. 2020; 13(3): 6–15. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2020-13-3-6-17> <https://elibrary.ru/mznlz> (in Russian)
18. Kon'shina L.G. Mortality from malignant neoplasms of the digestive system in the cities of the Chelyabinsk region affected by radiation accident. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(6): 568–79. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-568-579> <https://elibrary.ru/ycskpr> (in Russian)
19. National Cancer Institute. SEER Cancer statistics Review 1975–2017; 2020. Available at: [https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975\\_2017/](https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2017/)
20. Canadian Cancer Statistics; 2013. Available at: <http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/hanley/bios601/competingRisks/canadian-cancer-statistics-2013-EN.pdf>
21. La Vecchia C., Levi F., Lucchini F., Negri E., Boyle P. Trends in cancer mortality in the USSR, 1965–1990. *Int. J. Cancer*. 1994; 56(1): 31–9. <https://doi.org/10.1002/ijc.2910560107>
22. Latfullin I.A. *The Basics of the Damaging Effect of Ionizing Radiation on the Human Body [Osnovy porazhayushchego deystviya ioniziruyushchego izlucheniya na organizm cheloveka]*. Kazan'; 2015. (in Russian)

## Информация об авторе:

Коньшина Лидия Геннадьевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН «Институт промышленной экологии» УрО РАН, 620219, Екатеринбург, Россия. E-mail: lida@ecko.uran.ru

## Information about the author:

Lidia G. Konshina, MD, PhD, Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, 620219, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1191-0651> E-mail: lida@ecko.uran.ru