

© КОНЬШИНА Л.Г., 2022

Читать  
онлайн  
Read  
online

Коньшина Л.Г.

## Смертность от злокачественных новообразований органов пищеварения в районах Челябинской области, пострадавших от радиационных аварий в 1940–1960-х годах

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

**Введение.** В связи с длительным радиоактивным загрязнением части территории Челябинской области большое внимание уделяется анализу состояния здоровья населения. Серьёзным неблагоприятным последствием облучения является возникновение новообразований. Одну из наибольших доз облучения в результате ряда аварийных ситуаций получили органы пищеварения.

**Материалы и методы.** Проведено изучение смертности взрослого населения четырёх районов (Аргаяшского, Каслинского, Красноармейского, Кунашакского) за 50-летний период – с 1947 по 1996 г. Изучали следующие возрастные группы: 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 лет и старше.

**Результаты.** Выявлено увеличение смертности взрослого мужского и женского населения от злокачественных новообразований (ЗН) пищевода, желудка, кишечника и «других и неуточнённых органов пищеварения и брюшины». Наибольшие различия с контролем по ЗН всех локализаций, кроме рака кишечника, наблюдались с начала 1950-х до конца 1960-х годов. Пик смертности от рака кишечника наступает в 1970–1980-е годы. Районы различаются по уровню и динамике смертности: максимальное и наиболее раннее увеличение смертности отмечено в сёлах Аргаяшского и Красноармейского районов, расположенных вдоль р. Течи. Более поздний и менее выраженный рост показателей в Каслинском и Кунашакском районах связан с бесконтрольными атмосферными выбросами в начальном периоде работы комбината, затем последствиями аварии 1957 г. и разном радиоактивной пыли в 1967 г. В Кунашакском районе прирост смертности носит кратковременный характер. Основное повышение показателей приходится на население старше 50 лет.

**Ограничения исследования.** Изучаемый период ограничен 50-летним периодом и заканчивается 1996 г. в связи с тем, что не удалось собрать более поздние данные.

**Заключение.** Смертность взрослого населения от злокачественных новообразований органов пищеварения в Аргаяшском, Красноармейском, Каслинском, Кунашакском сельских районах существенно превышает показатели контроля. Территории значительно различаются по уровням и динамике смертности, наивысшие значения выявлены в Красноармейском и Аргаяшском районах.

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

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике.

**Для цитирования:** Коньшина Л.Г. Смертность от злокачественных новообразований органов пищеварения в районах Челябинской области, пострадавших от радиационных аварий в 1940–1960-х годах. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(1): 6–13. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-1-6-13> <https://elibrary.ru/cvujqc>

**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](mailto:lida@ecko.uran.ru)

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

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

Поступила: 31.01.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликована: 15.02.2023

Lidiya G. Konshina

## Retrospective analysis of adult mortality from malignant neoplasms of the digestive system in the districts of the Chelyabinsk region affected by radiation accidents in 1940–1960

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

**Introduction.** Due to the long-term radioactive contamination of the part of the territory of the Chelyabinsk region, much attention is paid to the analysis of the health status of the population. One of the adverse effects of radiation is the occurrence of neoplasms. As a result of a number of emergency situations, digestive organs received one of the largest doses of the radiation.

**Materials and methods.** The study of the adult mortality in four districts: Argayashsky, Kaslinsky, Krasnoarmeysky, Kunashaksky was performed over a 50-year period from 1947 to 1996. The following age groups were studied: 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 and older.

**Results.** An increase in the mortality of adult male and female population from malignant neoplasms of the esophagus, stomach, intestines and “other and unspecified digestive, and peritoneal organs” was found. The greatest differences with the control in all localities, except for malignant neoplasms of the intestine, were observed from the beginning of the 1950s to the end of the 1960s. The peak of mortality from bowel cancer occurs in the 1970s–1980s. Districts differ in the level and trend in mortality: the maximum and earliest gain in mortality was observed in villages located along the river Techa of Argayash and Krasnoarmeysky districts. A later and less pronounced increase in indicators in the Kasli and Kunashak districts is associated with uncontrolled atmospheric emissions in the initial period of the plant's operation, then the consequences of the 1957 accident and the spread of radioactive dust in 1967. In the Kunashak district, the increase in mortality is of a short-term nature. The main increase in indicators falls on the population over 50 years.

**Limitations.** The study period is limited to 1996 due to the fact that it was not possible to collect more recent data.

**Conclusion.** *The adult mortality rate from malignant neoplasms of the digestive organs in four rural areas: Argayashsky, Krasnoarmeysky, Kaslinsky, Kunashaksky significantly exceeds the control indicators. The territories differ significantly in levels and trends in mortality, the highest values were found in the Krasnoarmeysky and Argayashsky districts.*

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

**Compliance with ethical standards.** *The study does not require the submission of the conclusion of the Biomedical ethics committee.*

**For citation:** Konshina L.G. Mortality from malignant neoplasms of the digestive organs in the districts of the Chelyabinsk region affected by radiation accidents in 1940–1960. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(1): 6–13. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-1-6-13> <https://elibrary.ru/cvujqc> (In Russian)

**For correspondence:** Lidia G. Konshina, MD, PhD, senior researcher of the Institute of Industrial Ecology Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation. E-mail: [lida@ecko.uran.ru](mailto:lida@ecko.uran.ru)

**Information about the author:** Konshina L.G., <https://orcid.org/0000-0003-1191-0651>

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

**Acknowledgment.** The study had no funding.

Received: January 31, 2022 / Accepted: June 08, 2022 / Published: February 15, 2023

## Введение

В 1947 г. на территории Челябинской области было начато строительство крупного комплекса по производству оружейного плутония — производственного объединения (ПО) «Маяк». В начале эксплуатации реакторного и радиохимического заводов осуществлялись значительные бесконтрольные сбросы загрязнённых радионуклидами стоков в р. Течу (1948–1951 гг.), в результате которых в период с 1948 по 1956 г. по разным оценкам в реку поступило от 100 до 270 ПБк радиоактивных веществ [1]. Во всех населённых пунктах, расположенных на р. Тече в пределах Челябинской области (Аргашский и Красноармейский районы), имели место массовые случаи водопоя скота и лошадей из реки и разведение домашней водоплавающей птицы вплоть до 1954 г. Продолжались стирка белья, купание и ловля рыбы. Заливные земли использовались для устройства огородов, выпаса скота, заготовки сена, усиленно разводили гусей и уток. Концентрация радиоактивных веществ в р. Тече в 1956 г. превышала ПДК в десятки раз [2]. Неоднократные приказы, запрещающие использование в питьевых и бытовых целях воды р. Течи, не выполнялись, так как из-за секретности населению не объясняли причин запрета на использование речной воды. Темпы создания мощных альтернативных источников воды для людей и животных не соответствовали остроте ситуации. Содержание стронция-90 в организме взрослых жителей верхнего и среднего течения р. Течи превышало контрольные уровни в 1000 и более раз. Дозы, полученные жителями, колебались от 20 до 50 и даже 100 сЗв [3]. В результате попадания радиоактивных веществ внутрь организма с водой и пищевыми продуктами среди населения, проживающего по берегам р. Течи, возникли массовые заболевания. Первые углублённые медицинские осмотры жителей деревень, расположенных по р. Тече, проведены в 1952 г. и повторно через год. Вопреки ожиданиям оказалось, что в 1953 г. радиационное поражение обследованных во всех населённых пунктах возросло. В худшую сторону изменились показатели крови, усилилось поражение сосудов и вегетативной нервной системы. Произошло снижение иммунитета и усиление аллергической перестройки организма. У 28,6% осмотренного населения верховьев реки выявлена хроническая лучевая болезнь [2]. Основным путём поступления радиоактивных изотопов в организм жителей, пользовавшихся водой из р. Течи, являлся желудочно-кишечный тракт. Результаты обследования показали, что на расстоянии до 80 км от точки сброса радиоактивных отходов наблюдается ярко выраженное ухудшение состояния здоровья населения. Переселение людей было проведено только в 1955–1956 гг., то есть около 8 лет жители продолжали пользоваться загрязнённой водой из р. Течи.

В начальный период эксплуатации комбината через трубы реакторного, радиохимического и химико-метал-

лургического производств в атмосферу выбрасывалось большое количество радиоизотопов. Оно многократно увеличивалось при любом нарушении технологии, что само по себе было обычным делом в период становления производства. В сентябре 1957 г. на комбинате произошёл взрыв в хранилище жидких радиоактивных отходов, в результате которого 74 ПБк активности рассеялось за пределами промышленной площадки. Территория, которая подверглась радиоактивному загрязнению, составляла почти 20 тыс. км<sup>2</sup>. На ней проживало 270 тыс. человек, из них 10 тыс. оказались на местности с плотностью радиоактивного загрязнения примерно 2 кюри/км<sup>2</sup> по стронцию-90 и 2100 человек — с плотностью свыше 100 кюри/км<sup>2</sup> по стронцию-90 [1]. К моменту аварии территория, на которой образовался так называемый Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), в границах 2 кюри/км<sup>2</sup> по стронцию-90 была почти полностью хозяйственно освоена. В сельскохозяйственных целях использовалось 63% площади, на долю лесов приходилось 20% территории [2]. К изъятию и уничтожению забракованного продовольствия и фуража приступили только спустя 5–6 мес после аварии, в течение которых жители, не отселённые в экстренном порядке, повсеместно использовали запасы продовольствия и получаемое молоко в пищу. В наиболее опасной зоне оказались несколько деревень Каслинского района, жители которых были переселены в течение нескольких недель. Плановая эвакуация жителей остальных населённых пунктов, пострадавших от радиации, началась спустя 8 мес после радиационной аварии и была завершена спустя полгода после образования ВУРС. Таким образом, в Челябинской области при проведении плановой эвакуации шесть населённых пунктов отселили через 250 сут, 8 — через 330 сут [2]. Основными факторами, формировавшими облучение населения на территории, попавшей под ВУРС, являлись внешнее облучение в период прохождения радиоактивного облака и облучение органов и тканей за счёт радионуклидов, поступивших с продуктами питания, в результате одна из максимальных доз облучения в начальный период пришла на органы пищеварения [3, 4]. Большая часть отселённых жителей получили дозы облучения от 6 до 17 сЗв, около 1000 человек получили дозу 57 сЗв [4]. У части жителей, попавших под ВУРС, зарегистрированы нарушения гемопоэза: транзитное снижение числа лейкоцитов, нейтрофилов и тромбоцитов в периферической крови [5].

После прекращения сброса радиоактивных стоков в р. Течу стоки с 1951 г. стали отводить в озеро Карачай. В 1967 г. в условиях засухи с обнажившихся берегов озера произошёл ветровой разнос радиоактивных илов (около 22 ТБк) по территории Челябинской области. Площадь загрязнения, ограниченная изолинией 3,7 ГБк/км<sup>2</sup>, составила 2700 км<sup>2</sup> и охватила 63 населённых пункта, в которых проживало более 41 000 человек [3]. Таким образом, в результате повторявшихся аварийных ситуаций на ПО «Маяк» и их

Таблица 1 / Table 1

Стандартизованные показатели смертности взрослого населения от ЗН пищевода, на 100 000 человек,  $M \pm m$   
 Standardized adult mortality rates from malignant neoplasms of the esophagus, per 100,000,  $M \pm m$

Районы Districts	Период исследования, годы Research period, years									
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996
	<i>Мужчины / Men</i>									
Аргаяшский (n)** Argayashsky (n)**	42.5 ± 38.3 (11 110)	144.9 ± 66.3* (12 654)	155.2 ± 63.1* (14 970)	80.1 ± 45.0 (15 196)	60.1 ± 38.5 (15 535)	59.4 ± 35.6 (17 989)	29.4 ± 22.8 (21 670)	78.9 ± 36.2 (23 136)	33.5 ± 22.5 (25 335)	27.8 ± 20.3 (25 885)
Каслинский (n) Kaslinsky (n)	20.0 ± 18.7 (22 031)	8.8 ± 11.8 (24 480)	22.4 ± 17.5 (28 152)	37.1 ± 23.3 (26 328)	33.6 ± 23.4 (23 592)	9.1 ± 12.1 (23 916)	3.9 ± 7.8 (24 403)	12.9 ± 14.3 (24 340)	16.4 ± 16.1 (24 245)	9.8 ± 12.5 (24 151)
Кунашакский (n) Kunashaksky (n)	4.4 ± 6.0 (46 195)	10.3 ± 9.2 (46 751)	32.4 ± 16.2 (47 585)	27.1 ± 15.1 (45 659)	27.2 ± 15.6 (42 770)	19.6 ± 12.9 (45 040)	29.0 ± 15.2 (48 445)	17.6 ± 11.7 (49 237)	26.0 ± 14.1 (50 425)	11.6 ± 9.2 (52 185)
Красноармейский (n) Krasnoarmeysky (n)	44.9 ± 24.4 (29 030)	16.1 ± 14.4 (29 612)	53.5 ± 26.0 (30 485)	23.6 ± 16.5 (33 379)	13.4 ± 11.7 (37 720)	0.0 (40 262)	19.9 ± 13.2 (44 074)	13.6 ± 10.8 (44 494)	23.9 ± 14.3 (45 124)	9.1 ± 8.7 (45 890)
Контроль (n) Control (n)	4.5 ± 3.9 (111 238)	6.9 ± 4.8 (113 821)	7.7 ± 5.0 (117 697)	7.9 ± 4.9 (125 949)	7.8 ± 4.7 (138 328)	7.4 ± 4.5 (143 474)	10.3 ± 5.1 (151 193)	8.0 ± 4.6 (147 765)	5.8 ± 4.0 (142 624)	6.0 ± 4.0 (142 708)
	<i>Женщины / Women</i>									
Аргаяшский (n)** Argayashsky (n)**	25.2 ± 22.5 (19 035)	48.6 ± 30.6 (19 971)	28.3 ± 22.5 (21 375)	43.8 ± 26.7 (23 615)	36.9 ± 22.9 (26 975)	35.3 ± 22.4 (26 921)	47.4 ± 26.0 (26 840)	61.7 ± 29.0* (28 100)	56.3 ± 26.8* (29 990)	30.1 ± 19.4 (30 810)
Каслинский (n) Kaslinsky (n)	5.0 ± 7.6 (33 485)	7.2 ± 8.9 (34 649)	18.7 ± 14.0 (36 396)	26.2 ± 16.7 (36 164)	13.4 ± 12.0 (35 816)	17.4 ± 13.8 (34 916)	10.4 ± 10.9 (33 566)	5.7 ± 8.2 (32 494)	1.9 ± 4.9 (30 886)	0.0 (32 880)
Кунашакский (n) Kunashaksky (n)	0.0 (70 085)	6.0 ± 5.7 (70 923)	12.8 ± 8.3 (72 180)	46.2 ± 16.1* (68 458)	44.4 ± 16.5* (62 875)	35.2 ± 14.7 (62 711)	28.1 ± 13.1 (62 465)	18.4 ± 10.7 (61 369)	26.4 ± 13.0 (59 725)	15.2 ± 9.7 (62 567)
Красноармейский (n) Krasnoarmeysky (n)	14.3 ± 11.3 (44 506)	13.6 ± 10.8 (45 040)	0.0 (45 840)	19.1 ± 12.4 (47 655)	23.8 ± 13.5 (50 378)	19.1 ± 12.0 (51 097)	16.7 ± 11.1 (52 175)	9.6 ± 8.3 (53 147)	0.0 (54 605)	9.4 ± 8.1 (55 199)
Контроль (n) Control (n)	2.5 ± 2.5 (156 543)	5.2 ± 3.5 (160 088)	10.1 ± 4.8 (165 406)	8.7 ± 4.4 (173 253)	3.5 ± 2.7 (185 025)	6.2 ± 3.6 (183 035)	3.0 ± 2.5 (180 051)	3.2 ± 2.6 (175 905)	1.3 ± 1.7 (169 686)	4.8 ± 3.3 (170 056)

Примечание. Здесь и в табл. 2–4: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $n$  – численность населения во всех таблицах одинакова.

Note: Here and in Table 2–4: \* –  $p < 0.05$ ; \*\* –  $n$  – the population number in all tables is the same.

Original article

многочисленных последствий десятки тысяч человек получили значительные дозы облучения, что, как известно, может привести к росту заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований (ЗН). В исследованиях, проведённых ранее на попавших под ВУРС территориях Свердловской и Челябинской областей, выявлена повышенная заболеваемость и смертность населения от ЗН органов пищеварения [6–8] через 5–30 лет после аварийных выбросов. Доказан рост заболеваемости и смертности от ЗН желудка, ободочной и прямой кишки в Оренбургской области и Алтайском крае через 12–30 и более лет после ядерных взрывов, осуществлённых на Семипалатинском ядерном полигоне [9–11].

Периодически возникающие во всём мире аварийные ситуации, сопровождающиеся выбросами радиоактивных веществ и загрязнением территорий, делают данное исследование весьма актуальным. Заслуживает внимания тот факт, что исследование охватывает около 100 000 человек, проживавших на радиоактивно загрязнённой территории с 1947 по 1996 г. Изученный период включает все наиболее крупные радиационные аварии, произошедшие на ПО «Маяк».

**Цель исследования** – изучить уровни и динамику смертности взрослого населения от злокачественных новообразований органов пищеварения в четырёх районах Челябинской области, наиболее пострадавших от радиоактивного загрязнения, за 50-летний период.

## Материалы и методы

Проведено выборочное ретроспективное эпидемиологическое исследование смертности взрослого населения, проживающего в Аргаяшском, Каслинском, Кунашакском, Красноармейском районах Челябинской области, наиболее пострадавших от сбросов радиоактивных отходов в р. Течу и атмосферных выбросов в результате деятельности ПО «Маяк». В качестве контрольной территории использовали региональный контроль – усреднённые данные по Увельскому, Брединскому, Чебаркульскому районам Челябинской области, находящимся вне зоны радиоактивного загрязнения. Выбор контрольных территорий определялся также сопоставимостью по уровню медицинского обслуживания, национальному составу, уровню социально-экономического развития, климатическим характеристикам [12].

Источником информации о случаях смерти служили акты о смерти в архиве областного ЗАГСа Челябинской области за период 1947–1996 гг. Обработано 96 495 актов записей. Сведения об умерших лицах разрабатывали по полу, возрасту наступления смерти, основной причине, адресу, дате начала проживания (с какого года) в данном населённом пункте, месту рождения. Анализ проводили согласно МКБ 10-го пересмотра по следующим локализациям ЗН органов пищеварения (С15–С26): ЗН пищевода (С15), желудка (С16), кишечника, включая все отделы (С17–С21) и ЗН «других и неуточнённых органов пищеварения (печень, желчный пузырь, желчные протоки, поджелудочная железа) и брюшины» (С22–С26), а также полу и возрасту. Изучены возрастные группы: 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 лет и старше и в целом 20–100 лет. Средневзвешенные повозрастные коэффициенты смертности для объединённого контроля определяли с учётом численности населения соответствующего пола и возраста по каждому району. Вычисленные относительные показатели смертности стандартизовали. Стандартом служил возрастной состав населения Европы в соответствующие временные периоды [13]. 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.

Таблица 2 / Table 2

Стандартизованные показатели смертности взрослого населения от ЗН желудка, на 100 000 человек,  $M \pm m$   
Standardized adult mortality rates from malignant neoplasms of the stomach, per 100,000,  $M \pm m$

Районы Districts	Период исследования, годы Research period, years									
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996
	<i>Мужчины / Men</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	454.7 ± 125.1*	252.1 ± 87.4*	296.0 ± 87.0*	248.3 ± 79.1*	180.4 ± 66.7	170.3 ± 60.3	139.6 ± 49.7	56.7 ± 30.7	100.6 ± 39.0	96.3 ± 37.8
Каслинский / Kaslinsky	109.2 ± 43.6	185.6 ± 53.9*	219.4 ± 54.7*	189.5 ± 52.5*	172.1 ± 52.9	135.8 ± 46.7	149.8 ± 48.5	156.8 ± 49.7	56.8 ± 30.0	93.2 ± 38.5
Кунашакский / Kunashaksky	49.0 ± 20.2	63.8 ± 22.9	151.3 ± 34.9*	81.0 ± 26.1	72.8 ± 25.6	48.4 ± 20.3	74.3 ± 24.3	80.8 ± 25.1	35.6 ± 16.5	37.4 ± 16.6
Красноармейский / Красноармейский	83.0 ± 33.1	395.7 ± 71.5*	179.2 ± 47.5*	259.8 ± 54.6*	201.3 ± 45.2*	177.4 ± 41.1*	89.7 ± 28.0	141.5 ± 34.9*	150.7 ± 35.8*	123.5 ± 32.1*
Контроль / Control	73.1 ± 15.9	75.3 ± 15.9	66.6 ± 14.7	77.6 ± 15.4	68.1 ± 13.8	71.7 ± 13.9	65.3 ± 12.9	58.7 ± 12.4	57.6 ± 12.4	52.3 ± 11.9
	<i>Женщины / Women</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	129.0 ± 51.0	164.0 ± 56.1*	159.9 ± 53.6*	105.1 ± 41.3	91.8 ± 36.1	68.4 ± 31.2	85.1 ± 34.9	68.8 ± 30.7	53.6 ± 26.2	54.1 ± 26.0
Каслинский / Kaslinsky	56.3 ± 25.4	110.9 ± 35.0	115.1 ± 34.8*	139.4 ± 38.5*	91.3 ± 36.1	100.7 ± 31.2	78.5 ± 30.0	78.4 ± 30.4	41.5 ± 22.7	25.4 ± 17.2
Кунашакский / Kunashaksky	34.7 ± 13.8	35.8 ± 13.9	56.0 ± 17.3	57.9 ± 18.0	52.2 ± 17.9	67.6 ± 20.3	27.7 ± 13.0	14.1 ± 9.4	18.2 ± 10.8	13.6 ± 9.1
Красноармейский / Красноармейский	46.5 ± 20.0	196.3 ± 40.9*	208.5 ± 41.8*	127.0 ± 32.0*	105.7 ± 28.4	105.0 ± 28.1	62.4 ± 21.4	61.1 ± 21.0	50.0 ± 18.8	39.4 ± 16.6
Контроль / Control	34.8 ± 9.2	40.6 ± 9.9	41.6 ± 9.8	44.6 ± 9.9	53.5 ± 10.5	49.6 ± 10.2	39.7 ± 9.2	37.1 ± 9.0	35.4 ± 9.0	26.2 ± 7.7

Таблица 3 / Table 3

Стандартизованные показатели смертности взрослого населения от ЗН кишечника, на 100 000 человек,  $M \pm m$   
 Standardized adult mortality rates from malignant neoplasms of the intestine, per 100,000,  $M \pm m$

Районы Districts	Период исследования, годы Research period, years									
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996
	<i>Мужчины / Men</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	21.7 ± 27.4	15.1 ± 21.4	7.6 ± 14.0	0.0	26.1 ± 25.4	7.7 ± 12.8	26.9 ± 21.8	18.1 ± 17.3	31.5 ± 21.9	14.5 ± 14.7
Каслинский / Kaslinsky	31.1 ± 23.3	4.1 ± 8.0	8.5 ± 10.8	30.2 ± 21.0	23.6 ± 19.6	7.2 ± 10.7	33.7 ± 23.0	53.7 ± 29.1	22.7 ± 19.0	23.2 ± 19.2
Кунашакский / Kunashaksky	0.0	0.0	2.7 ± 4.7	10.5 ± 9.4	4.4 ± 6.3	6.8 ± 7.6	7.8 ± 7.9	3.9 ± 5.5	16.0 ± 11.0	45.8 ± 18.4
Красноармейский / Krasnoarmeysky	0.0	0.0	22.1 ± 16.7	25.5 ± 17.1	6.1 ± 7.9	18.9 ± 13.4	45.6 ± 19.9	46.0 ± 19.9	40.3 ± 18.5	45.1 ± 19.4
Контроль / Control	2.9 ± 3.2	4.9 ± 4.1	5.8 ± 4.4	7.1 ± 4.7	6.0 ± 4.1	7.5 ± 4.5	14.1 ± 6.0	10.7 ± 5.3	10.8 ± 5.4	9.7 ± 5.1
	<i>Женщины / Women</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	0.0	16.3 ± 17.7	10.8 ± 13.9	14.2 ± 15.2	3.9 ± 7.5	8.0 ± 10.7	27.7 ± 19.9	35.5 ± 22.0	38.7 ± 22.3	28.4 ± 18.8
Каслинский / Kaslinsky	10.1 ± 10.8	20.2 ± 15.0	28.0 ± 17.2	12.0 ± 11.3	24.3 ± 16.2	18.0 ± 14.1	39.5 ± 21.3	43.2 ± 22.6	19.0 ± 15.4	22.4 ± 16.2
Кунашакский / Kunashaksky	2.4 ± 3.6	1.5 ± 2.8	3.0 ± 4.0	9.4 ± 7.3	1.4 ± 2.9	6.7 ± 6.4	4.9 ± 5.5	10.0 ± 7.9	14.7 ± 9.7	13.7 ± 9.2
Красноармейский / Krasnoarmeysky	14.6 ± 13.9	0.0	14.2 ± 13.4	3.7 ± 6.6	14.5 ± 12.1	11.4 ± 10.4	20.0 ± 13.2	74.4 ± 25.3*	13.9 ± 10.9	35.7 ± 17.3
Контроль / Control	4.2 ± 3.2	9.0 ± 4.6	7.8 ± 4.3	7.7 ± 4.1	7.3 ± 3.9	10.8 ± 4.8	13.1 ± 5.3	12.5 ± 5.2	14.1 ± 5.6	18.5 ± 6.5

Таблица 4 / Table 4

Стандартизованные показатели смертности взрослого населения от ЗН «других и неуточнённых органов пищеварения и броушины», на 100 000 человек,  $M \pm m$   
 Standardized adult mortality rates from malignant neoplasms of "other and unspecified digestive and peritoneal organs", per 100,000,  $M \pm m$

Районы Districts	Период исследования, годы Research period, years									
	1947–1951	1952–1956	1957–1961	1962–1966	1967–1971	1972–1976	1977–1981	1982–1986	1987–1991	1992–1996
	<i>Мужчины / Men</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	117.9 ± 63.8	0.0	44.6 ± 33.8	60.2 ± 39.0	24.0 ± 24.3	60.1 ± 35.8	34.5 ± 24.7	21.9 ± 19.1	30.1 ± 21.4	51.5 ± 27.6
Каслинский / Kaslinsky	128.2* ± 47.2	34.6 ± 23.3	31.4 ± 20.7	16.4 ± 15.5	15.6 ± 15.9	28.2 ± 21.3	42.4 ± 25.8	58.2 ± 30.3	54.3 ± 29.3	75.6 ± 34.7
Кунашакский / Kunashaksky	14.9 ± 11.1	28.1 ± 15.2	27.8 ± 15.0	19.6 ± 12.9	18.1 ± 12.7	19.1 ± 12.8	21.8 ± 13.1	8.6 ± 8.2	19.8 ± 12.3	9.1 ± 8.2
Красноармейский / Krasnoarmeysky	75.8 ± 31.7*	100.1 ± 36.0*	98.9 ± 35.3*	65.4 ± 27.4*	50.5 ± 22.7	31.9 ± 17.4	48.9 ± 20.6	50.7 ± 20.9	70.0 ± 24.4*	58.4 ± 22.1
Контроль / Control	5.2 ± 4.2	9.7 ± 5.7	12.7 ± 6.4	12.4 ± 6.2	9.6 ± 5.2	14.4 ± 6.2	14.6 ± 6.1	18.4 ± 6.9	17.0 ± 6.8	21.9 ± 7.7
	<i>Женщины / Women</i>									
Аргаяшский / Argayashsky	69.7 ± 37.5	14.8 ± 16.9	96.4 ± 41.6*	44.1 ± 26.8	35.5 ± 22.5	11.6 ± 12.9	33.0 ± 21.7	29.0 ± 19.9	62.5 ± 28.3	48.4 ± 24.6
Каслинский / Kaslinsky	23.8 ± 16.5	40.5 ± 21.2	37.8 ± 20.0	24.2 ± 16.0	27.8 ± 17.3	20.0 ± 14.8	29.3 ± 18.3	55.5 ± 25.6	27.1 ± 18.4	28.4 ± 18.2
Кунашакский / Kunashaksky	2.7 ± 3.9	6.3 ± 5.8	18.9 ± 10.0	21.9 ± 11.1	12.7 ± 8.8	27.5 ± 13.0	29.2 ± 13.4	8.0 ± 7.1	8.9 ± 7.6	9.9 ± 7.8
Красноармейский / Krasnoarmeysky	20.4 ± 13.3	43.5 ± 19.3	66.2 ± 23.5*	52.2 ± 20.5*	23.4 ± 13.4	27.1 ± 14.3	40.5 ± 17.3	19.8 ± 12.0	10.9 ± 8.8	40.7 ± 16.8
Контроль / Control	7.7 ± 4.4	6.6 ± 4.0	10.1 ± 4.8	10.4 ± 4.8	11.6 ± 4.9	11.9 ± 5.0	9.8 ± 4.6	11.7 ± 5.1	13.7 ± 5.6	13.4 ± 5.5

## Результаты

**Рак пищевода.** Как у мужского, так и у женского взрослого населения наиболее высокие значения смертности от рака пищевода, как правило, регистрируются в Аргаяшском районе (табл. 1). До начала 1970-х годов повышенная смертность отмечалась также у мужчин Красноармейского района. Стабильно повышенные показатели гибели от рака пищевода регистрируются также в Кунашакском районе. Отчётливо видна значительная разница в показателях смертности между районами, особенно в первой половине периода наблюдения: наиболее высокие цифры среди мужского населения определяются в Аргаяшском и Красноармейском районах, с достижением достоверных различий в первом. У взрослого женского населения достоверный рост установлен в Аргаяшском и Кунашакском районах. Превышение контрольных уровней у обоих полов может достигать нескольких раз.

**Рак желудка.** Обнаружен взрывной рост смертности от ЗН желудка среди мужчин Аргаяшского района в конце 1940-х – начале 1950-х годов (табл. 2). В Каслинском и Красноармейском районах увеличение смертности произошло несколько позже, при этом уровни в Красноармейском районе лишь немного уступали показателям Аргаяшского. Очень высокие значения в Аргаяшском, Каслинском, Красноармейском районах регистрировались вплоть до 1962–1966 гг., затем цифры снизились, но оставались повышенными до 1980-х годов, а в Красноармейском районе – до середины 1990-х. У женского населения этих трёх районов смертность также росла, но менее значительно, коэффициенты оставались увеличенными вплоть до 1976 г. Наиболее высокие показатели были выявлены в 1950-е годы в Красноармейском районе. Достоверные отличия с контролем зафиксированы на всех четырёх территориях.

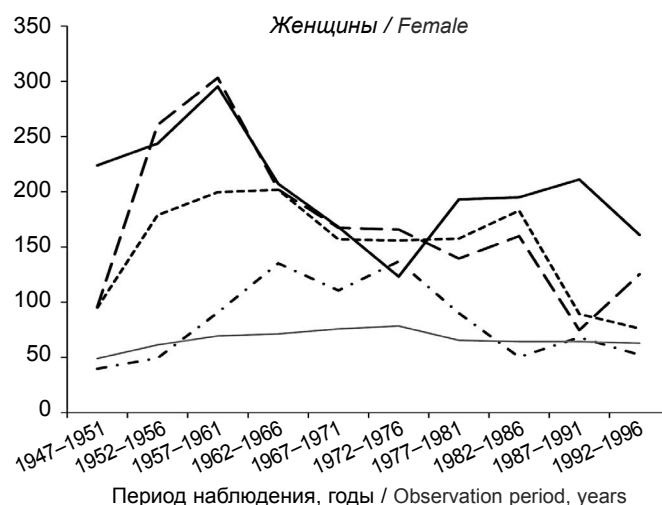
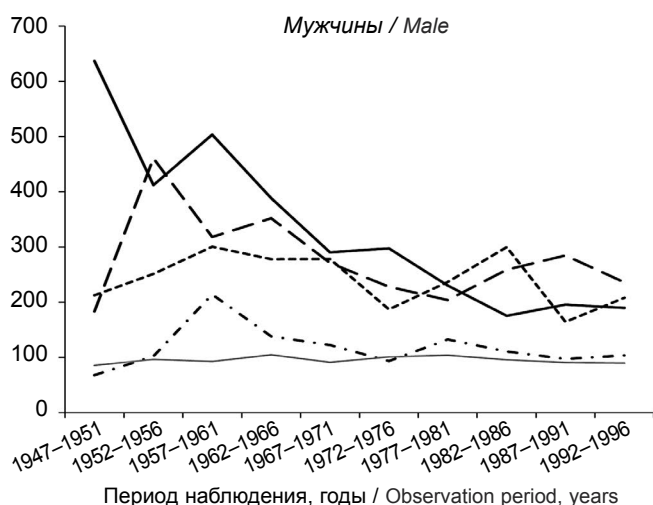
**Рак кишечника.** В отличие от других локализаций смертность от ЗН кишечника на всех территориях, включая контрольные, возрастает. Наиболее высокие показатели наблюдались в 1970–1980-е годы в Каслинском, Красноармейском и Аргаяшском районах (табл. 3). Достоверное превышение по отношению к уровням сравнения достигается лишь один раз у женщин Красноармейского района в 1982–1986 гг. Несмотря на отсутствие достоверности, увеличение коэффициентов смертности начиная с конца 1970-х годов во всех районах (исключая Кунашакский) в сравнении с контролем часто может доходить до нескольких раз.

**ЗН «других и неуточнённых органов пищеварения и брюшины».** Наивысшие уровни смертности от этих ЗН у мужчин и женщин зафиксированы в Красноармейском и Аргаяшском районах. Максимальное превышение по сравнению с контрольными значениями установлено с 1951 по 1966 г. Коэффициенты смертности мужчин в большинстве случаев заметно выше значений смертности женщин и в несколько раз выше уровней сравнения. В динамике показатели смертности в Аргаяшском, Красноармейском и Каслинском районах постепенно снижаются и достигают своего минимума к 1967–1976 гг., затем вновь отмечается некоторый рост. У населения Кунашакского района также наблюдаются отдельные периоды заметного повышения смертности (табл. 4). Достоверные отличия по сравнению с уровнями контроля в наибольшей степени выражены для мужчин и женщин Красноармейского района, преимущественно в период с начала наблюдения до середины 1960-х годов.

Сравнение уровней смертности от ЗН изученных локализаций органов пищеварения на контрольных территориях с мировыми, европейскими и среднероссийскими значениями показало, что коэффициенты смертности в контроле укладываются в коридор величин, приводимых разными авторами [14–17].

Определённый интерес представляет анализ по возрастной смертности. В первое десятилетие повысилась смертность не только пожилого населения, но и молодых людей 20–29 и 30–39 лет. Максимальные уровни смертности во всех возрастных группах наблюдались в первые 15 лет от начала радиоактивного загрязнения: 1947–1961 гг. Затем повсеместный рост показателей произошёл после 1967 г., особенно у населения преклонного возраста (старше 70 лет). Наиболее значимое превышение коэффициентов по возрастной смертности по сравнению с контрольными значениями отмечено в возрастах старше 50 лет в 1952–1956 и в 1957–1961 гг., в Аргаяшском и Красноармейском районах кратность превышения могла достигать 4-х, в Каслинском – 2–3-х раз.

Динамика смертности от ЗН органов пищеварения для взрослого мужского и женского населения старше 20 лет представлена на рисунке. На графиках более наглядно проступают некоторые отличия между территориями. Так, отчётливо видно, что в Аргаяшском районе значения были очень высокими как у мужчин, так и у женщин уже в период 1947–1951 гг. (анализ первичных данных выявил резко



Районы: — Аргаяшский / Argayashsky    - - - - - Красноармейский / Krasnoarmeysky    ——— Контроль / Control  
Districts: - - - - - Каслинский / Kaslinsky    . . . . . Кунашакский / Kunashaksky

Динамика стандартизованных показателей смертности взрослого мужского и женского населения от ЗН органов пищеварения, на 100 000 человек.  
Dynamics of standardized adult mortality rates of male and female population from malignant neoplasms of digestive organs, per 100,000.

увеличенную смертность начиная с 1949 и 1950 гг.). В Красноармейском и Каслинском районах интенсивный подъём показателей произошёл позже — в 1952–1956 гг. Прирост значений на всех территориях продолжился и в 1957–1961 гг. После этого наблюдается постепенное снижение. Наивысшие уровни зафиксированы в Аргаяшском и Красноармейском районах. Смертность в Каслинском районе значительно ниже, и нарастание значений несколько запаздывает по сравнению с первыми двумя территориями. В Кунашакском районе прирост смертности менее выражен, носит более кратковременный характер и проявляется в основном у женщин. Увеличение коэффициентов смертности, в большей степени среди женского населения, отмечается в конце 1970-х и в 1980-х годах и связано со ЗН кишечника и «других и неуточнённых органов пищеварения и брюшины».

## Обсуждение

Обращают на себя внимание разные уровни и динамика смертности в районах, что, по-видимому, связано с различиями во времени, интенсивности, характере радиоактивного загрязнения и преимущественных путях поступления в организм радиоизотопов. Ранее всего, в 1949–1951 гг., смертность повышается в Аргаяшском районе, к которому относятся сёла, расположенные в верховьях р. Течи. Несколько позже начинается рост показателей в Красноармейском районе, на территории которого находится основная часть поселений по берегам р. Течи. Особо надо отметить повышенный уровень смертности от ЗН желудка у мужчин Красноармейского района, который сохранялся на протяжении почти всего периода изучения. Известно, что дозы, полученные от использования загрязнённой речной воды, значительно превышали облучение, связанное с выбросами в атмосферу в начальный период работы комбината [1]. Уровень смертности в Каслинском районе заметно ниже, чем в первых двух районах, что коррелирует с меньшими дозами облучения, полученными органами пищеварения жителей данной территории. Значения смертности населения Кунашакского района по ЗН всех локализаций, кроме рака пищевода, редко существенно отличаются от контрольных уровней. Коэффициенты смертности в Каслинском и Кунашакском районах начинают увеличиваться в середине 1950-х годов после значительных бесконтрольных выбросов в атмосферу в начальном периоде работы комбината. Максимальный прирост смертности в Каслинском и Кунашакском районах по ЗН всех локализаций регистрируется после 1957 г., что, по-видимому, связано с тем, что основное радиоактивное загрязнение этих районов началось после аварийных ситуаций 1957 и 1967 гг.

На загрязнённых территориях как среди мужского, так и среди женского населения повышение смертности от ЗН кишечника по сравнению с другими локализациями было наименее выраженным. Вторая особенность состоит в том, что пик смертности от ЗН кишечника наступает в 1970–1980-х годах, то есть со времени возникновения аварийных ситуаций произошло от 15 до 30 лет. Такое же позднее увеличение показателей смертности населения от ЗН кишечника в период 1980–1990 гг. зарегистрировано

в районах Оренбургской области, попавших под облако от Тощкого ядерного взрыва (1954 г.), и на территории Алтайского края, непосредственно прилегающей к Семипалатинскому ядерному полигону [9, 10].

Изменение величины смертности у мужчин и женщин по годам происходит в целом синхронно. Увеличение гибели вследствие ЗН всех локализаций после основных радиационных инцидентов, как было показано и в других исследованиях [8], главным образом объясняется приростом показателей в возрастах старше пятидесяти лет. Заметим, что необходимый уровень значимости в Аргаяшском и Каслинском районах, несмотря на высокие значения смертности, часто не достигается из-за недостаточной численности изучаемого населения. В сравнении с полученными ранее данными по уровням смертности от ЗН органов пищеварения в двух годах Челябинской области, попавших под радиоактивные выбросы, коэффициенты смертности в районах (особенно в Аргаяшском, Каслинском и Красноармейском) по всем локализациям, кроме рака кишечника, как правило, значительно выше [8]. Наибольшее количество достоверных превышений в сравнении с контрольными уровнями установлено по ЗН желудка. На втором месте по уровню достоверности различий группа ЗН «других и неуточнённых органов пищеварения и брюшины», куда входят печень, желчный пузырь, поджелудочная железа.

В целом смертность от ЗН органов пищеварения всех локализаций в изученных районах постепенно снижается (в Аргаяшском менее явно), однако на наиболее пострадавших территориях на конец изучаемого периода она не достигла уровня незагрязнённых территорий.

**Ограничения исследования.** К сожалению, период исследования ограничен 1996 г., что не позволило проследить последующую динамику смертности от ЗН желудочно-кишечного тракта, хотя в литературе имеются данные о повышенной заболеваемости населения вследствие ЗН органов пищеварения спустя и более длительное время с момента радиоактивного загрязнения (испытания на Семипалатинском ядерном полигоне) [11].

## Заключение

Смертность взрослого населения от ЗН органов пищеварения в четырёх сельских районах Челябинской области — Аргаяшском, Красноармейском, Каслинском и Кунашакском — существенно превышает показатели контроля. Максимальный рост отмечается по злокачественным новообразованиям желудка. Увеличение гибели от ЗН всех локализаций происходит главным образом за счёт возрастной категории старше пятидесяти лет.

Установлены значительные различия между районами по уровням и динамике смертности: наивысшие значения выявлены в Красноармейском и Аргаяшском районах с конца 1940-х до середины 1960-х годов, что связано со сбросом радиоактивных стоков в р. Течу. Прирост смертности в Каслинском и Кунашакском районах возникает вслед за началом атмосферных выбросов радиоактивных веществ, наиболее значительное увеличение зарегистрировано после аварии 1957 г.

## Литература

(п.п. 13–15, 17 см. References)

1. Линге И.И., Крышев И.И., ред. *Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»*. М.; 2021.
2. Толстикова В.С., Кузнецов В.Н. *Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы*. Екатеринбург: Банк культурной информации; 2017.
3. Шойгу С.К., ред. *Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона*. М.: Комтехпринт; 2002.
4. Уткин В.И., Чеботина М.Я., Евстигнеев А.В., Ектидин А.А., Рыбаков Е.Н., Трапезников А.В. и др. *Радиоактивные беды Урала*. Екатеринбург; 2000.
5. Аклев А.В., Дегтева М.О., Крестинина Л.Ю. Сравнительный анализ медико-дозиметрических последствий аварии 1957 г. и загрязнения реки Течи в контексте эффективности защитных мероприятий. *Радиационная гигиена*. 2020; 13(1): 16–26. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2020-13-1-16-26>
6. Коньшина Л.Г., Кочева Н.О. Смертность населения попавших под ВУРС сельских районов Свердловской области. В кн.: *Материалы III Международного симпозиума. Хроническое радиационное воздействие: медико-биологические эффекты*. Челябинск; 2005.

## Original article

7. 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>
8. 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>
9. Васильев А.Г., ред. *Отдаленные эколого-генетические последствия радиационных инцидентов: Тощкий ядерный взрыв (Оренбургская область, 1954 г.)*. Екатеринбург: Екатеринбург; 2000.
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.
11. Ковригин А.О., Лубенников В.А., Колядо И.Б., Вихлянов И.В., Лазарев А.Ф., Шойхет Я.Н. Оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения Алтайского края, находившегося в зоне влияния Семипалатинского полигона при проведении первого испытания, в отдаленном периоде. *Сибирский онкологический журнал*. 2021; 20(6): 7–12. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-6-7-12>
12. Статистический ежегодник по Челябинской области: Статистический сборник. Челябинск; 2019.
16. 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/10.21294/1814-4861-2021-20-4-5-20>

## References

1. Linge I.I., Kryshev I.I., eds. *Radioecological Situation in the Regions Where are Located the State Atomic Energy Corporation Rosatom Enterprises [Radioekologicheskaya obstanovka v regionakh raspolozheniya predpriyatii Gosudarstvennoy korporatsii po atomnoi energii «Rosatom»]*. Moscow; 2021. (in Russian)
2. Tolstikov V.S., Kuznetsov V.N. *Nuclear Heritage in the Urals: Historical Assessments and Documents [Yadernoe nasledie na Urale: istoricheskie otenki i dokumenty]*. Ekaterinburg: Bank kul'turnoy informatsii; 2017. (in Russian)
3. Shoygu S.K., ed. *Consequences of Technogenic Radiation Exposure and Problems of Rehabilitation of the Ural Region [Posledstviya tekhnogennogo radiatsionnogo vozdeystviya i problemy reabilitatsii Ural'skogo regiona]*. Moscow: Komtekhpriint; 2002. (in Russian)
4. Utkin V.I., Chebotina M.Ya., Evstigneev A.V., Ekidin A.A., Rybakov E.N., Trapeznikov A.V., et al. *Radioactive troubles of the Urals [Radioaktivnye bedy Urala]*. Yekaterinburg; 2000. (in Russian)
5. Akleev A.V., Degteva M.O., Krestinina L.Yu. Comparative analysis of medical and dosimetric consequences of the 1957 accident and contamination of the Techa river from the perspective of protective measures efficiency. *Radiatsionnaya gigiena*. 2020; 13(1): 16–26. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2020-13-1-16-26> (in Russian)
6. Kon'shina L.G., Kocheva N.O. Mortality of the population of rural areas of the Sverdlovsk region that have fallen under the VURS. In: *Materials of the III International Symposium. Chronic Radiation Exposure: Medical and Biological Effects [Materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma. Khronicheskoe radiatsionnoe vozdeystvie: mediko-biologicheskie efekty]*. Chelyabinsk; 2005. (in Russian)
7. Krestinina L.Yu., Silkin S.S., Mikryukova L.D., Epifanova S.B., Akleev 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> (in Russian)
8. Kon'shina L.G. Mortality from malignant neoplasms of the digestive organs in the cities of the Chelyabinsk region affected by radiation accidents. *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> (in Russian)
9. Vasil'ev A.G., ed. *Remote Ecological and Genetic Consequences of Radiation Incidents: Totsky Nuclear Explosion (Orenburg Region, 1954) [Otdalennyye ekologo-geneticheskie posledstviya radiatsionnykh insidentov: Totskiy yadernyy vzryv (Orenburgskaya oblast', 1954 g.)]*. Yekaterinburg: Yekaterinburg; 2000. (in Russian)
10. Lazarev A.F., Shoykhet Ya.N., Petrova V.D. Distinctive characteristics of malignant neoplasms in the population of the Altai Territory exposed to prolonged radiation exposure due to long-term tests of nuclear charges at the Semipalatinsk test site. *Voprosy onkologii*. 1995; 41(2): 23–5. (in Russian)
11. Kovrigin A.O., Lubennikov V.A., Kolyado I.B., Vikhlyanov I.V., Lazarev A.F., Shoykhet Ya.N. Estimation of cancer incidence in the male population of the Altai Krai affected by the Semipalatinsk nuclear test. *Sibirskiy onkologicheskii zhurnal*. 2021; 20(6): 7–12. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-6-7-12> (in Russian)
12. *Statistical Yearbook for the Chelyabinsk Region: Statistical Collection [Statisticheskii ezhegodnik po Chelyabinskoy oblasti: Statisticheskii sbornik]*. Chelyabinsk; 2019. (in Russian)
13. Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. Available at: <https://www.populationpyramid.net>
14. Siegel R.L., Miller K.D., Fuchs H.E., Jemal A. Cancer statistics, 2021. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71(1): 7–33. <https://doi.org/10.3322/caac.21654>
15. Valean S., Armen P., Resteman S., Nagy G., Muresan A., Mircea P.A. Cancer mortality in Romania, 1955–2004, Digestive sites: esophagus, stomach, colon and rectum, pancreas, liver, gallbladder and biliary tree. *J. Gastrointest. Liver Dis.* 2008; 17(1): 9–14.
16. 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 onkologicheskii zhurnal*. 2021; 20(4): 5–20. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-4-5-20> (in Russian)
17. Zhang T., Chen H., Zhang Y., Yin X., Man J., Yang X., et al. Global changing trends in incidence and mortality of gastric cancer by age and sex, 1990–2019: Findings from Global Burden of Disease Study. *J. Cancer*. 2021; 12(22): 6695–705. <https://doi.org/10.7150/jca.62734>