

Л.Д. Микрюкова, Д.А. Завьялов

СМЕРТНОСТЬ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ОРГАНОВ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У НАСЕЛЕНИЯ, ПОДВЕРГШЕГОСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Южно-Уральский федеральный научно-клинический центр медицинской биофизики ФМБА России, Челябинск

Контактное лицо: Людмила Дмитриевна Микрюкова, e-mail: mik@urcrm.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Анализ показателей смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) верхнего отдела желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у членов Уральской когорты аварийно-облученного населения (УКАОН) с 1950 по 2020 гг.

Материал и методы: Уральская когорта аварийно-облученного населения включает в себя лиц, пострадавших в результате двух радиационных аварий на Южном Урале. Период наблюдения – 71 год, численность когорты на конец наблюдения (2020 г.) составила 62592 человека. Общее количество человеко-лет под риском 1964136.

Результаты: Всего за изучаемый период было установлено 1587 случаев ЗНО данной локализации, из них – 844 у мужчин, 743 – у женщин. 57 % от всей онкопатологии верхнего отдела ЖКТ составляют злокачественные новообразования желудка. Стандартизованный коэффициент смертности (СКС) ЗНО верхнего отдела ЖКТ у мужчин в изучаемой когорте достоверно больше по сравнению с женщинами, кроме периода с 1960 по 1969 гг. Эта тенденция более выражена в последние годы наблюдения. Выявлен рост смертности от ЗНО органов верхнего отдела ЖКТ с увеличением достигнутого возраста как у мужчин, так и у женщин. По-возрастные показатели смертности у мужчин достоверно выше начиная с 40-летнего возраста. Различия в показателях смертности между этническими группами статистически не значимы, кроме последнего периода с 2010 по 2020 гг., когда СКС ЗНО верхнего отдела ЖКТ в группе русских по сравнению с группой татар и башкир становится статистически значимо выше.

Заключение: Полученные результаты выявляют основные тенденции в динамике смертности от злокачественных новообразований верхнего отдела ЖКТ, что позволит вырабатывать правильные организационные решения, направленные на оптимизацию оказания медицинской помощи и разработку программ профилактической помощи населению пострадавших территорий.

Ключевые слова: стандартизованный коэффициент смертности, злокачественные новообразования, желудочно-кишечный тракт, Уральская когорта аварийно-облученного населения, хроническое облучение, малые дозы

Для цитирования: Микрюкова Л.Д., Завьялов Д.А. Смертность от злокачественных новообразований органов верхнего отдела желудочно-кишечного тракта у населения, подвергшегося хроническому радиационному воздействию // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т. 70. № 6. С. 65–70. DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-6-65-70

L.D. Mikryukova, D.A. Zavyalov

Mortality Due to Malignant Neoplasms of the Upper Gastrointestinal Tract in Chronically Exposed Population

Southern Urals Federal Research and Clinical Center, Chelyabinsk, Russia

Contact person: Lyudmila D. Mikryukova, e-mail: mik@urcrm.ru

ABSTRACT

Purpose: Analysis of mortality rates from cancers of the upper gastrointestinal tract (GIT) among members of the Southern Urals Population Exposed to Radiation Cohort from 1956 to 2020.

Material and methods: The Southern Urals Population Exposed to Radiation Cohort includes individuals exposed by two radiation accidents in the Southern Urals. The follow-up period was 71 years, and the cohort size at the end of observation (2020) was 62,592 individuals. The total number of person-years at risk is 1964136.

Results: Over the study period, 1,587 cases of cancer of this site were registered, with 844 being observed in men, and 743 – in women. Stomach cancer make up 57 % of all upper GIT malignancies. A standardized mortality ratio (SMR) of upper GIT malignancies in the study cohort was significantly higher in men compared to that in women, except for the period 1960–1969. This trend was more pronounced over the last few years of the follow up period. An increase in mortality from upper GIT malignancies with an increase in the attained age was stated for both, men and women. Age-specific mortality rates in men are statistically significantly higher starting from the age of 40. The differences in mortality rates between ethnic groups are statistically insignificant, except for the period 2010–2020 when standardized mortality ratios of upper GIT malignancies in the group of Russians became statistically significantly higher compared to the groups of Tatars and Bashkirs.

Conclusion: The results obtained reveal key trends in the dynamics of mortality due to malignant neoplasms of the upper GIT. This will allow developing proper organizational decisions aimed at better medical treatment and development of preventive healthcare programs for the population of the affected territories.

Keywords: standardized mortality ratio, malignant neoplasms, gastrointestinal tract, the Southern Urals Population Exposed to Radiation Cohort, chronic exposure, low doses

For citation: Mikryukova LD, Zavyalov DA. Mortality Due to Malignant Neoplasms of the Upper Gastrointestinal Tract in Chronically Exposed Population. Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70(6):65–70. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-6-65-70

Введение

В середине 20-го столетия на Южном Урале произошли две радиационные аварии. Первая связана со сбросом жидких радиоактивных отходов с ПО «Маяк» в реку Течу в начале 1950-х. Вторая – тепловой взрыв в хранилище жидких радиоактивных отходов в конце сентября 1957 г. на территории ПО «Маяк», в результате которого образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Вследствие этих аварий было облучено население части территорий 3 областей: Челябинской, Курганской и Свердловской [1].

Основными доказанными эффектами радиоактивного воздействия на население являются онкопатологии [2–7]. С целью изучения отдаленных эффектов ионизирующего излучения на здоровье населения, проживающего на этих территориях, было организовано регулярное наблюдение за жизненным статусом и причинами смерти облученных лиц и их потомков. Для этого были созданы регистры облученного населения, объединенные в итоге в единую медико-дозиметрическую базу «Человек». В дальнейшем на базе регистров были созданы когорты облученного населения и их потомков. В 2018 г. с целью увеличения статистической силы и снижения неопределенностей результатов была создана Уральская когорта аварийно-облученного населения (УКАОН), объединяющая облученное население в обеих радиационных авариях на Южном Урале [8].

По данным международного агентства по изучению рака за 2022 г., ЗНО желудка, пищевода, печени и поджелудочной железы входят в первую десятку по смертности (5, 7, 3, 6-ое места соответственно, ЗНО ротовой полости и губы на 15-ом месте) от всех ЗНО. В России в 2023 г. 2-ое и 4-ое места по смертности от ЗНО занимают раки желудка и поджелудочной железы [9]. Так, в 2023 г. в РФ ЗНО желудка привели к 22282 смертям (8,5 % смертей от ЗНО), а ЗНО поджелудочной железы – к 19026 смертям (7,3 %). Раки полости рта, пищевода и печени вместе составили 9,9 % от всех смертей от ЗНО в РФ в 2023 г. [10].

Учитывая относительно высокую смертность от ЗНО данных локализаций и доказанное канцерогенное влияние ионизирующего излучения, изучение закономерностей смертности и рисков смерти от ЗНО данных локализаций в облученных популяциях представляется важной задачей. В особенности ценными могут быть данные, полученные на популяциях, получивших не только внешнее облучение, но и внутреннее (например, при поступлении радионуклидов внутрь с пищей и водой) или комбинированное облучение, а также хроническое облучение в течение продолжительных периодов времени. Результаты подобных исследований на данный момент неоднозначны и противоречивы.

В последнем обновлении оценок риска смерти от солидных ЗНО отдельных локализаций в объединенной когорте работников атомной промышленности Франции, Великобритании и США (INWORKS) ЗНО ротовой полости, желудка, пищевода, печени и поджелудочной железы в сумме составляют 23,6 % от всех смертей от ЗНО [11].

В исследовании заболеваемости и смертности от ЗНО пищеварительной системы у ликвидаторов аварии на ЧАЭС в период с 1986 по 1997 гг. авторы отмечают, что показатели стандартизованных отношений заболеваемости и смертности, а также статистически незначимые радиационные риски не позволяют сделать вывод о влиянии радиационного фактора на заболеваемость и смертность от заболеваний данного класса. Также авторы указывают на то, что для уточнения данных оценок необходим более длительный период наблюдения [12].

Целью данной работы являлась оценка показателей смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) верхнего отдела желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у членов Уральской когорты аварийно-облученного населения (УКАОН).

Материал и методы

Уральская когорта облученного населения (УКАОН) включает в себя лиц, облученных на Южном Урале в результате двух радиационных аварий на территории Челябинской и Курганской областей в период с 1.1.1950 г. по 31.12.1960 г. Численность когорты на конец наблюдения (2020 г.) составила 62592 человека.

В табл. 1 представлены характеристики УКАОН.

Таблица 1

Демографические характеристики УКАОН Demographic characteristics of the SUPER cohort

Параметры	Мужчины		Женщины		Всего	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Русские	19862	71	25145	72	45007	72
Татары и башкиры	7927	29	9658	28	17585	28
Облучены на реке Тече	18902	68	23753	68	42655	68
Облучены на ВУРСе	8887	32	11050	32	19937	32
Возраст на начало облучения (лет)						
0–19	16315	59	16425	47	32740	52
20–59	10099	36	15295	44	25394	41
60+	1375	5	3083	9	4458	7
Всего	27789	44	34803	56	62592	100

В наблюдаемой когорте УКАОН больше женщин – 34803 человека (56 %), мужчин – 27789 (44 %). По этническому составу распределение в обеих группах среди мужчин и женщин примерно одинаковое – славянское население (преимущественно русские) составили 71–72 %, татары и башкиры – 28–29 %. Облученные на реке Тече составили 68 % изучаемой когорты, облученные на ВУРСе – 32 %. По возрасту на начало облучения 52 % от состава когорты установлены в возрастной категории от 0 до 19 лет, 41 % – от 20 до 59 лет, только 7 % от состава когорты были старше 60 лет. По возрасту на начало облучения доля мужчин больше в двух первых возрастных группах (0–19, 20–59 лет) (табл. 1).

Территория наблюдения, жизненный статус, дозы

Для населения, проживавшего в Челябинской и Курганской областях и включенного в состав УКАОН, при анализе смертности была использована информация о причинах смерти начиная с 1950 года. Эта территория определена как территория наблюдения за смертностью (ТНС). Челябинская и Курганская области включены в ТНС в когорте, период наблюдения составил 71 год (с 1950 по 2020 гг.).

В табл. 2 показан жизненный статус членов УКАОН на 31.12.2020.

Всего на ТНС в 2020 г. проживало 10478 чел. (21 %), умерли 34938 чел. (68 %), потеряны из-под наблюдения 5614 чел. (11 %). Из числа умерших членов когорты причина смерти известна у 31896 чел. (91 %). 11562 чел. (18 % от когорты) составили мигранты.

Население пострадавших территорий подверглось сочетанному облучению: внешнему в связи с повышенным γ -фоном и внутреннему за счет употребления продуктов питания и воды – основными дозообразующими радионуклидами являлись долгоживущие ^{90}Sr и ^{137}Cs . Расчет доз в УКАОН за весь период наблюдения про-

Таблица 2

Жизненный статус членов УКАОН на 31.12.2020
Survival status of SUPER cohort members as of 31.12.2020

Параметры	<i>n</i>	%
Жив	10478	21
Умерло всего:	34938	68
причина смерти известна	31896	91
причина смерти неизвестна	3058	9
Потеряно из наблюдения	5614	11
Всего на ТНС к 31.12.2020	51030	100
Мигранты	11562	18
Всего	62592	100

веден с помощью TRDS-2016, разработанной сотрудниками биофизической лаборатории. Максимальная доза – 1,13 Гр, средняя – 0,04 Гр.

Статистический анализ

В основе статистического анализа использован статистический пакет EPICURE (программа DATAB) [10]. Был проведен подсчет случаев и человеко-лет у членов анализируемой когорты по основным демографическим характеристикам – пол, этническая принадлежность, возраст на начало облучения и др.

Расчет коэффициентов смертности проводился по формуле:

$$\text{Коэффициент смертности} = n \times 100000 / N_{\text{пвр}},$$

где *n* – число случаев смерти от ЗНО органов дыхания за период, *N_{пвр}* – число человеко-лет за период.

При сравнении общих показателей использовался метод прямой стандартизации по возрасту и доверительные интервалы 95 %. Достоверность результатов и доверительные интервалы (ДИ) оценивались методом максимального правдоподобия с вероятностью 95 %.

Результаты и обсуждение

Всего за изучаемый период было установлено 1587 случаев ЗНО данной локализации. В табл. 3 представлены характеристики случаев злокачественных новообразований верхнего отдела желудочно-кишечного тракта в когорте УКАОН, зарегистрированные за весь изучаемый период наблюдения.

Таблица 3

Случаи смерти от ЗНО верхнего отдела ЖКТ в зависимости от демографических характеристик

Cases of death from cancers of the upper gastrointestinal tract depending on demographic characteristics

Характеристики	Случаи	
	<i>N</i>	%
Мужчины	844	53
Женщины	743	47
Татары и башкиры	496	31
Русские	1091	69
Вся когорта	1587	100

В табл. 3 показано сравнение по полу и по этнической принадлежности во всей когорте и среди случаев смерти от ЗНО верхнего отдела ЖКТ. Число всех случаев ЗНО верхнего отдела ЖКТ, зарегистрированных у мужчин, больше, чем у женщин. По этническому составу среди умерших от рака верхнего отдела ЖКТ 69 % от всех случаев составили русские, 31 % – татары и башкиры.

В табл. 4 показаны случаи смерти от рака верхнего отдела ЖКТ по отдельным локализациям.

Таблица 4

Случаи смерти от ЗНО верхнего отдела ЖКТ в зависимости от локализации

Cases of death from upper gastrointestinal cancer by site

Случаи ЗНО	Мужчины		Женщины		Всего	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Ротовая полость	77	9	18	2	95	6
Пищевод	126	15	97	13	223	14
Желудок	473	56	426	57	899	57
Печень, желчный пузырь и протоки	86	10	120	16	206	13
Поджелудочная железа	82	10	82	11	164	10
Все	844	100	743	100	1587	100

В структуре смертности населения УКАОН при онкологических заболеваниях верхнего отдела органов пищеварения максимальное количество случаев зарегистрировано ЗНО желудка – 57 % от всего количества, далее идут ЗНО пищевода и печени (14 % и 13 % соответственно), 10 % составляют ЗНО поджелудочной железы, 6 % – ротовой полости. Как у мужчин, так и у женщин самая частая локализация ЗНО в верхнем отделе ЖКТ – это злокачественные новообразования желудка (56 % и 57 % соответственно), числа злокачественных новообразований пищевода и поджелудочной железы в процентном отношении также примерно одинаковы, у женщин больше ЗНО печени (16 % против 10 % у мужчин).

В когорте УКАОН проведена оценка стандартизованных показателей смертности рака верхнего отдела ЖКТ в зависимости от пола и этнической принадлежности. В табл. 5 показаны стандартизованные коэффициенты смертности (СКС) от ЗНО верхнего отдела ЖКТ в изучаемой когорте в зависимости от пола и этнической принадлежности (на 105 человеко-лет) за весь период наблюдения (1950–2020 гг.).

Таблица 5

Стандартизованные коэффициенты смертности ЗНО верхнего отдела ЖКТ в изучаемой когорте в зависимости от пола и этнической принадлежности (на 105 человеко-лет)

Standardized mortality rates for upper gastrointestinal cancer in the study cohort depending on sex and ethnicity (per 105 person-years)

Параметры	Мужчины	Женщины	Русские	Татары/башкиры
Человек	844	743	1091	496
Человеко-годы	828209	1135927	1317662	646474
Стандартизованный коэффициент смертности	101,9	65,4	76,7	82,8
95 % ДИ	95,0–109,2	60,6–70,4	70,1–83,8	77,8–88,1

В табл. 5 приведены стандартизованные коэффициенты смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ в изучаемой когорте в зависимости от пола и этнической принадлежности (на 105 человеко-лет). Показатели смертности у мужчин в изучаемой когорте достоверно больше по сравнению с женщинами – 95 % доверительные интервалы не перекрываются. По этнической принадлежности отличий между группой русских и группой татар и башкир не установлено.

По данным литературы, в России среднерегиональные значения СКС (на 100 тыс. населения) от всех ЗНО ЖКТ за период с 2019–2021 гг. изменились статистически незначимо: 63,52±12,61 на 100 тыс. населения в 2019 г., 61,89±11,85 в 2020 г. и 60,50±10,33 в 2021 г. (*p*=1,0 между 2019 и 2020 г. и между 2020 и 2021 г.). В динамике отмечается некоторое уменьшение среднерегиональных показателей смертности по Челябинской

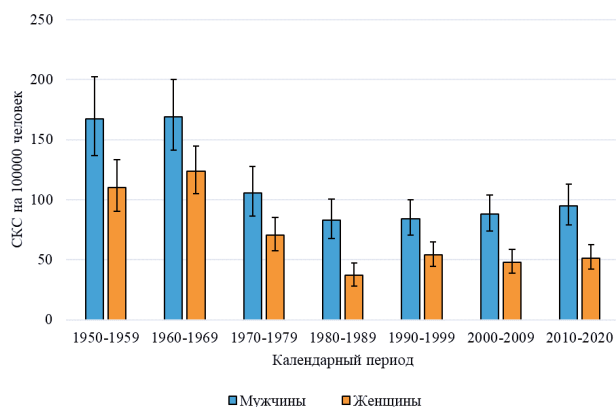


Рис. 1 Стандартизованные коэффициенты смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ у мужчин и женщин по календарным периодам

Fig. 1 Age-standardized mortality rates from upper gastrointestinal malignancies in males and females by calendar periods

области в последние годы – СКС от всех ЗНО ЖКТ на 100 тыс. населения составил в 2019 г. 74,09; в 2020 г. – 64,80; 2021 г. – 67,29 [13].

На рис. 1 показаны СКС от ЗНО верхнего отдела ЖКТ у мужчин и женщин в зависимости от календарного периода.

При анализе показателей смертности ЗНО верхнего отдела ЖКТ по полу было отмечено, что во все периоды наблюдения за когортой УКАОН различия между мужчинами и женщинами статистически значимы, кроме периода с 1960 по 1969 гг. Во все периоды наблюдения показатели смертности выше у мужчин. В целом в динамике наблюдается неравномерное уменьшение смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ как у мужчин, так и у женщин. В последние два периода СКС ЗНО верхнего отдела ЖКТ немного увеличиваются у мужчин. По данным мировой литературы, за последнее десятилетие заболеваемость и смертность от ЗНО ЖКТ, в частности от рака желудка, в крупных странах снизились, однако тенденция к снижению среди населения моложе 45 лет не столь очевидна [9, 14].

Динамика повозрастных показателей смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ в зависимости от достигнутого возраста у мужчин и женщин показана на рис. 2.

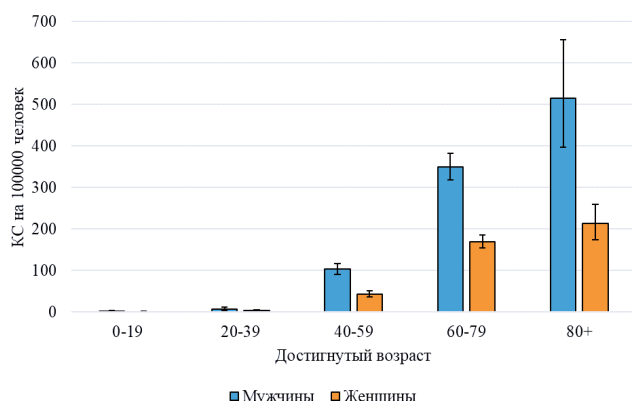


Рис. 2 Динамика повозрастных показателей смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ у мужчин и женщин

Fig. 2 Dynamics of age-specific mortality patterns for upper GI cancers among men and women

При изучении повозрастных показателей смертности у мужчин и женщин от ЗНО верхнего отдела ЖКТ было

отмечено, что начиная с 40-летнего возраста смертность у мужчин достоверно выше, чем у женщин, причем наибольшие различия в последний возрастной период – от 80 лет и старше. В более младших возрастных группах показатели значимо не отличались.

Были проанализированы в динамике показатели смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ по десятилетиям в зависимости от этнической принадлежности (рис. 3).

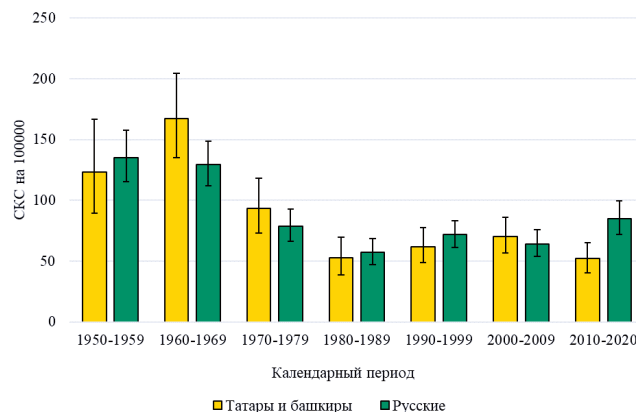


Рис. 3 Динамика стандартизованных показателей смертности ЗНО верхнего отдела ЖКТ по десятилетиям в зависимости от этнической принадлежности

Fig. 3 Trends in age-standardized mortality rates from upper gastrointestinal malignancies by decade and ethnicity

В целом СКС ЗНО верхнего отдела желудочно-кишечного тракта в обеих этнических группах в динамике по десятилетиям уменьшаются. При анализе были отмечены более высокие показатели в группе татар и башкир в периоды с 1960 по 1979 гг. и с 2000 по 2009 гг., в остальные периоды наблюдения показатели в русской этнической группе выше. Различия в показателях между этническими группами статистически не значимы, кроме последнего периода с 2010 по 2020 гг., когда СКС ЗНО верхнего отдела ЖКТ в группе русских, преимущественно славян, становится достоверно выше в отличие от остальных периодов наблюдения за когортой.

Выводы

1. Стандартизованные коэффициенты смертности от злокачественных новообразований верхнего отдела ЖКТ у мужчин превышают таковые у женщин.
2. С увеличением возраста показатели смертности от ЗНО верхнего отдела ЖКТ увеличиваются как у мужчин, так и у женщин. Начиная с 40-летнего возраста у мужчин достоверно выше, при чем наибольшие различия в последний возрастной период – от 80 лет и старше. В более младших возрастных группах показатели значимо не отличались.
3. В динамике за 70-летний период наблюдения показатели смертности от злокачественных новообразований верхнего отдела ЖКТ имеют тенденцию к снижению, причем эта тенденция больше выражена после 1980 года.
4. В структуре причин смерти в УКАОН за семидесятилетний период наблюдения, как и по всей России, самой распространенной патологией среди ЗНО верхнего отдела ЖКТ является рак желудка (составляет 57 % от ЗНО изучаемой локализации).
5. Различия в показателях смертности между этническими группами статистически не значимы, кроме

последнего периода с 2010 по 2020 гг., когда СКС ЗНО верхнего отдела ЖКТ в группе русских по сравнению с группой татар и башкир становится статистически значимо выше.

Настоящая работа представляет собой продолжение исследований рисков заболеваемости и смерти от солидных ЗНО отдельных локализаций Уральской когорте аварийно-облученного населения. Ранее нами уже проводился анализ риска заболеваемости ЗНО органов пищеварения [6, 7]. В данной статье представлены результаты исследования закономерностей показателей смертности от ЗНО органов пищеварительного тракта, исключая кишечник (ротовая полость, желудок, пищевод, печень и поджелудочная железа), в УКАОН за 70-летний период наблюдения. Длительный период наблюдения и достаточная численность когорты, в ко-

торой представлены все группы населения по полу и по возрасту, различные этнические группы позволяют проводить исследования с получением прямых оценок риска в популяции.

Благодарность

Выражаем благодарность сотрудникам ЮУрФНЦ МБ: Е.А. Шишкиной, Е.И. Толстых, за расчет оценок индивидуальных доз для членов когорты; сотрудникам группы информационной поддержки исследований населения под руководством Тряпицовой С.В. за сбор информации о местах проживания, жизненном статусе и причинах смерти членов когорты; сотрудникам научно-исследовательской лаборатории исследований эффектов облучения населения и лично Епифановой С.Б. за подготовку данных к анализу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона / Под ред. Шойгу С.К. М.: Комтехпринт, 2002. 320 с.
2. Труды МКРЗ. Публикация 118 МКРЗ. Отчет по тканевым реакциям, ранним и отдаленным эффектам в нормальных тканях и органах – пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты. Челябинск: Книга, 2012. 384 с.
3. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Микрюкова Л.Д., Епифанова С.Б., Аклейев А.В. Риск заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями в Уральской когорте аварийно-облученного населения: 1956-2017 // Радиационная гигиена. 2020. Т.13. №3. С. 6-15. doi: 10.21514/1998-426X-2020-13-3-6-17
4. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Микрюкова Л.Д., Епифанова С.Б., Аклейев А.В. Сравнительный анализ риска смерти от солидных злокачественных новообразований у населения, облучившегося на Реке Теча и Восточно-Уральском радиоактивном следе // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2017. Т.26. №1. С. 100-114. doi: 10.21870/0131-3878-2017-26-1-100-114.
5. Микрюкова Л.Д. Эпидемиологические особенности злокачественных новообразований дыхательной системы в когорте лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2024. Т.23. №6. С. 47-53. doi: 10.31631/2073-3046-2024-23-6-47-53
6. Крестинина Л.Ю., Завьялов Д.А. Риск развития злокачественных новообразований органов пищеварения, исключая кишечник, в Уральской когорте аварийно-облученного населения // Радиационная гигиена. 2024. Т.17. №2. С. 18-28. doi: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-18-28
7. Силкин С.С., Микрюкова Л.Д. Риск развития злокачественных новообразований толстого кишечника в Уральской когорте аварийно-облученного населения // Радиационная гигиена. 2024. Т.17. №2. С. 29-37. doi: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-29-37
8. Силкин С.С., Крестинина Л.Ю., Старцев Н.В., Аклейев А.В. Уральская когорта аварийно-облученного населения // Медицина экстремальных ситуаций. 2019. №3. С. 393-402.
9. Bray F, Laversanne M., Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Soerjomataram I., Jemal A. Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries // CA Cancer J Clin. 2024. V.74. No.3. P. 229-263. doi: 10.3322/caac.21834
10. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2023 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал «НМИЦ радиологии», 2024. 276 с.
11. Richardson D.B., Laurier D., Leuraud K., Gillies M., Haylock R., Kelly-Reif K., Bertke S., Daniels R.D., Thierry-Chef I., Moissonnier M., Kesminiene A., Schubauer-Berigan M.K. Site-Specific Cancer Mortality after Low-Level Exposure to Ionizing Radiation: Findings from an Update of the International Nuclear Workers Study (INWORKS) // Am J Epidemiol. 2025. V. 194. No.5. P. 1285-1294. doi: 10.1093/aje/kwae256.
12. Бирюков А.П., Иванова И.Н., Горский А.И., Петров А.В., Матяш В.А. Анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований пищеварительной системы среди ликвидаторов за 1986-1997 годы // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2001. №12. С. 62-81.
13. Афанасенкова Т.Е., Самородская И.В., Ойоткинова О.Ш., Никонов Е.П. Динамика региональной смертности от злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта в России за 2019–2021 гг. // Доказательная гастроэнтерология. 2023. Т.12. №2. С.15-24. doi: 10.17116/dokgastro20231202115
14. Lin J.L., Lin J.X., Lin G.T., Huang C.M., Zheng C.H., Xie J.W., Wang J.B., Lu J., Chen Q.Y., Li P. Global Incidence and Mortality Trends of Gastric Cancer and Predicted Mortality of Gastric Cancer by 2035 // BMC Public Health. 2024. V. 24. No.1. P. 1763. doi: 10.1186/s12889-024-19104-6.

REFERENCES

1. *Posledstviya Tekhnogennogo Radiatsionnogo Vozdeystviya i Problemy Reabilitatsii Ural'skogo Regiona* = Consequences of Man-Made Radiation Impact and Problems of Rehabilitation of the Ural Region. Ed. Shoygu S.K. Moscow, Komtekhpriint Publ., 2002. 320 p. (In Russ.).
2. Proceedings of the ICRP. ICRP Publication 118. *Otchet po Tkanevym Reaktsiyam, Rannim i Otdalennym Effektam v Normal'nykh Tkanyakh i Organakh – Porogovyye Dozy dlya Tkanevykh Reaktsiy v Kontekste Radiatsionnoy Zashchity* = Report on Tissue Reactions, Early and Late Effects in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in the Context of Radiation Protection. Chelyabinsk, Kniga Publ., 2012. 384 p. (In Russ.).
3. Krestinina L.Yu., Silkin S.S., Mikryukova L.D., Yepifanova S.B., Akleyev A.V. Risk of Solid Malignant Neoplasms in the Ural Cohort of the Accident-Exposed Population: 1956-2017. *Radiatsionnaya Gigiyena* = Radiation Hygiene. 2020;13: 3:6-15 (In Russ.). doi: 10.21514/1998-426X-2020-13-3-6-17
4. Krestinina L.Yu., Silkin S.S., Mikryukova L.D., Yepifanova S.B., Akleyev A.V. Comparative Analysis of the Risk of Death from Solid Malignant Neoplasms in the Population Exposed to Radiation on the Techa River and the East Ural Radioactive Trace. *Radiatsiya i Risk (Byulleten' Natsional'nogo Radiatsionno-Epidemiologicheskogo Registra)* = The Bulletin "Radiation and Risk". 2017;26;1:100-114 (In Russ.).doi: 10.21870/0131-3878-2017-26-1-100-114.

5. Mikryukova L.D. Epidemiological Features of Malignant Neoplasms of the Respiratory System in a Cohort of Individuals Exposed to Chronic Radiation Exposure. *Epidemiologiya i Vaksinooprofilaktika* = Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2024;23;6:47-53 (In Russ.). doi: 10.31631/2073-3046-2024-23-6-47-53
6. Krestinina L.Yu., Zav'yalov D.A. Risk of Developing Malignant Neoplasms of the Digestive Organs, Excluding the Intestine, in the Ural Cohort of the Accident-Irradiated Population. *Radiatsionnaya Gigiyena* = Radiation Hygiene. 2024;17;2:18–28 (In Russ.). doi: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-18-28
7. Silkin S.S., Mikryukova L.D. Risk of Developing Malignant Neoplasms of the Colon in the Ural Cohort of the Accident-Irradiated Population. *Radiatsionnaya Gigiyena* = Radiation Hygiene. 2024;17;2:29–37 (In Russ.). doi: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-29-37
8. Silkin S.S., Krestinina L.Yu., Startsev N.V., Akleyev A.V. Ural Cohort of Emergency-Exposed Population. *Meditsina Ekstremal'nykh Situatsiy* = Extreme Medicine. 2019;3:393-402 (In Russ.).
9. Bray F., Laversanne M., Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Soerjomataram I., Jemal A. Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74;3:229-263. doi: 10.3322/caac.21834
10. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Zlokachestvennyye Novoobrazovaniya v Rossii v 2023 Godu (Zabolevayemost' i Smertnost')* = Malignant Neoplasms in Russia in 2023 (Morbidity and Mortality). Moscow, MNIOI im. P.A. Gertsena – Filial «NMITS Radiologii» Publ., 2024. 276 p. (In Russ.).
11. Richardson D.B., Laurier D., Leuraud K., Gillies M., Haylock R., Kelly-Reif K., Bertke S., Daniels R.D., Thierry-Chef I., Moissonnier M., Kesminiene A., Schubauer-Berigan M.K. Site-Specific Cancer Mortality after Low-Level Exposure to Ionizing Radiation: Findings from an Update of the International Nuclear Workers Study (INWORKS). *Am J Epidemiol.* 2025;194;5:1285-1294. doi: 10.1093/aje/kwae256.
12. Biryukov A.P., Ivanova I.N., Gorskiy A.I., Petrov A.V., Matyash V.A. Analysis of Morbidity and Mortality from Malignant Neoplasms of the Digestive system among Liquidators for 1986-1997. *Radiatsiya i Risk (Byulleten' Natsional'nogo Radiatsionno-Epidemiologicheskogo Registra)* = The Bulletin "Radiation and Risk". 2001;12:62-81 (In Russ.).
13. Afanasenkova T.Ye., Samorodskaya I.V., Oynotkinova O.Sh., Nikonov Ye.L. Dynamics of Regional Mortality from Malignant Neoplasms of the Gastrointestinal Tract in RUSSIA for 2019-2021. *Dokazatel'naya Gastroenterologiya* = Russian Journal of Evidence-Based Gastroenterology. 2023;12;2:15-24 (In Russ.). doi: 10.17116/dokgastro20231202115
14. Lin J.L., Lin J.X., Lin G.T., Huang C.M., Zheng C.H., Xie J.W., Wang J.B., Lu J., Chen Q.Y., Li P. Global Incidence and Mortality Trends of Gastric Cancer and Predicted Mortality of Gastric Cancer by 2035. *BMC Public Health.* 2024;24;1:1763. doi: 10.1186/s12889-024-19104-6.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года».

Участие авторов. Микрюкова Л.Д. – дизайн исследования, анализ данных, интерпретация данных, дизайн статьи, написание статьи. Завьялов Д.А. – анализ данных, обсуждение результатов, подготовка разделов статьи, форматирование.

Поступила: 20.07.2025. Принята к публикации: 25.08.2025.

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

Financing.

The work was carried out as part of the Federal Target Program «Ensuring Nuclear and Radiation Safety for 2016–2020 and for the Period up to 2030».

Contribution. Mikryukova L.D. – research design, data analysis, data interpretation, article design, and article writing. Zavyalov D.A. – data analysis, discussion of results, preparation of article sections, and formatting.

Article received: 20.07.2025. Accepted for publication: 25.08.2025.