

Научная статья

## АНАЛИЗ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА И ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ

**И.Г. Жданова-Заплесвичко<sup>1,2</sup>, Н.В. Ефимова<sup>3</sup>, Д.Ф. Савиных<sup>1</sup>, М.Ф. Савченков<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 8

<sup>2</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Россия, 664049, г. Иркутск, м/р Юбилейный, 100

<sup>3</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, Россия, 665827, г. Ангарск, 12 «А» микрорайон, 3

<sup>4</sup>Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1

---

*Заболеваемость и смертность населения от злокачественных новообразований является одной из приоритетных проблем здравоохранения.*

*Выполнен анализ грубых и стандартизованных показателей (заболеваемость и смертность от онкологических заболеваний) по данным официальной статистики за 2009–2018 гг. При ранжировании субъектов Российской Федерации по стандартизованному показателю заболеваемости установлено, что Иркутская область занимает 1-е ранговое место среди 85 субъектов Российской Федерации, по «грубому» показателю – 16-е место. Отмечены более высокие, по сравнению с РФ, показатели заболеваемости и смертности населения Иркутской области по локализациям: рак трахеи, бронхов, легкого; предстательной железы, шейки матки. Коэффициенты отношения величины смертности / заболеваемости в среднем составили 0,45 в Иркутской области и 0,49 в РФ, выявлено их снижение на 19,3 и 20,0 % соответственно. Доказан неприемлемый уровень индивидуального канцерогенного химического риска для населения городов с развитой химической промышленностью, цветной металлургией. Высокий канцерогенный радиационный риск обусловлен природным содержанием радона в почве. Рассчитаны прогнозные величины заболеваемости и смертности: в 2021 г. стандартизованный показатель заболеваемости находится в пределах 270,9–329,8 случая на 100 тысяч населения, «грубый» показатель – в пределах 372,7–532,4; «грубый» показатель смертности составил 220–230 случаев на 100 тысяч населения.*

*Определены приоритетные задачи для дальнейших исследований, направленные на выявление негативного влияния факторов среды и образа жизни, разработку целевых мероприятий по устранению и снижению онкогенного воздействия.*

**Ключевые слова:** канцерогенный риск, заболеваемость, смертность, злокачественные новообразования, население, химический фактор, радиационный фактор, прогноз.

---

© Жданова-Заплесвичко И.Г., Ефимова Н.В., Савиных Д.Ф., Савченков М.Ф., 2023

**Жданова-Заплесвичко Инга Геннадьевна** – кандидат медицинских наук, начальник отдела организации деятельности; доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: zhd\_i@mail.ru; тел.: 8 (914) 935-23-27; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0916-0302>).

**Ефимова Наталья Васильевна** – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник (e-mail: medecolab@inbox.ru; тел.: 8 (395) 555-40-85; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7218-2147>).

**Савиных Дмитрий Федорович** – руководитель Управления Роспотребнадзора по Иркутской области, главный государственный санитарный врач по Иркутской области (e-mail: savinykh\_df@38.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7242-940X>).

**Савченков Михаил Федосович** – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры общей гигиены (e-mail: mfs36@mail.ru; тел.: 8 (914) 912-57-14; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1246-8327>).

Увеличение онкологической заболеваемости и смертности во многих регионах мира определяет медико-социальную значимость данной проблемы [1–3]. Тенденция роста хронических неинфекционных заболеваний, в том числе онкологических, связана с различными факторами, в том числе с изменением возрастной структуры населения, связанной с увеличением продолжительности жизни и старением населения, химическим и физическим загрязнением среды обитания человека, поведенческими факторами риска [4]. К основным причинам злокачественных новообразований (ЗНО) относятся не только генетические факторы, воздействие химических канцерогенов через дыхательные и пищевые пути, но и условия труда [5–9]. Для достижения Национальных целей развития Российской Федерации<sup>1</sup>, целей федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями», в том числе повышения ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации до 78 лет (к 2030 г.), снижения смертности трудоспособного населения, снижения смертности от новообразований, в том числе от злокачественных (до 185 случаев на 100 тысяч населения к 2024 г.), необходимо знание особенностей формирования популяционных показателей по ЗНО в различных регионах страны, в том числе в Иркутской области. Известно, что заболеваемость ЗНО в основном сосредоточена и увеличивается в более старших возрастных периодах жизни человека (наибольший удельный вес впервые выявленной онкопатологии регистрируется в возрастной группе 65–69 лет) [10], что, таким образом, с учетом происходящего в России процесса старения населения позволяет предполагать дальнейшее увеличение числа случаев заболевания ЗНО, а также рост их значимости как одной из основных причин инвалидизации населения [11].

Выполнен ряд исследований, посвященных эпидемиологическим аспектам формирования онкологической патологии в субъектах Сибири, в которых установлен рост уровня заболеваемости ЗНО, наиболее выраженный среди городского населения [12–14]. Заболеваемость ЗНО среди населения Иркутской области является одной из наиболее высоких в Сибирском федеральном округе [15]. Согласно статистическим данным злокачественные новообразования занимают 1-е место в структуре причин инвалидности взрослого населения Иркутской области, 2-е – в струк-

туре общей смертности, 4-е – в структуре смертности населения трудоспособного возраста<sup>2</sup>. Таким образом, необходимость предупреждения развития и снижения уровня заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, научное обоснование подходов к разработке наиболее эффективных мероприятий определяют особую актуальность проблемы для Иркутской области.

**Цель исследования** – оценить уровни канцерогенного риска и выполнить углубленный анализ и прогнозирование динамики заболеваемости и смертности населения Иркутской области от злокачественных новообразований.

**Материалы и методы.** Индивидуальный и популяционный уровни канцерогенного риска, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха, рассчитаны по методам, изложенным в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»<sup>3</sup> по среднегодовым данным социально-гигиенического мониторинга (СГМ) за 2000–2018 гг. Анализ заболеваемости и смертности населения Иркутской области ЗНО проводился за период 2009–2018 гг. с использованием сведений статистической отчетности (ф. № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями»), данных материалов ежегодного сборника «Злокачественные новообразования в России», «Социально значимые заболевания населения России», официальных данных ЕМИСС<sup>4</sup>.

Выполнен анализ показателей заболеваемости и смертности населения Иркутской области в сравнении с данными Российской Федерации, включая анализ «грубых» и стандартизованных показателей заболеваемости, в том числе мужчин и женщин, в динамике за 10-летний период, структуры заболеваемости, «грубых» и стандартизованных (мировой стандарт, ВОЗ, 2001) показателей смертности. Выполнено ранжирование показателей заболеваемости ЗНО Иркутской области среди 85 субъектов Российской Федерации по стандартизованному и «грубому» показателям. Анализ динамики показателей, оценка взаимосвязи заболеваемости и смертности, связи с возрастной структурой населения выполнена с использованием пакета программ Statistica 6.0 (методы регрессионного и корреляционного анализа Пирсона ( $r$ )). В качестве критерия статистической значимости принят уровень  $p < 0,05$ .

<sup>1</sup> О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.: Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сетевой ресурс. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 12.04.2023); О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс] // ГАРАНТ: информационно-правовое обеспечение. – URL: <https://base.garant.ru/74404210/> (дата обращения: 12.04.2023).

<sup>2</sup> Форма С51 [Электронный ресурс] // Иркутскстат. – URL: [https://irkutskstat.gks.ru/storage/mediabank/death\\_rate2019.html](https://irkutskstat.gks.ru/storage/mediabank/death_rate2019.html) (дата обращения: 18.01.2021).

<sup>3</sup> Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

<sup>4</sup> Официальные статистические показатели [Электронный ресурс] // ЕМИСС: государственная статистика. – URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 04.05.2023).

С помощью кластерного анализа методом *k*-средних территории Иркутской области объединены в кластеры с учетом показателя среднемноголетней заболеваемости по приоритетным локализациям ЗНО. Выполнен расчет и сравнение уровней потенциального канцерогенного риска, обусловленного химическим и радиационным воздействием, на территориях с наиболее высокими уровнями заболеваемости (кластер 1).

Прогнозная оценка показателей заболеваемости и смертности основана на статистических моделях, примененных к данным за десятилетний период, что позволяет учесть последние тенденции. Расчетные показатели в 2021 г. были получены на основании оценок численности населения 2021 г., чтобы определить расчетное количество новых случаев заболевания и смерти по причине ЗНО.

Для оценки эффективности оказания медицинской помощи при ЗНО рассчитаны коэффициенты отношения стандартизованных показателей смертности и заболеваемости, что позволяет устранить влияние различий половозрастной структуры населения изучаемых территорий. Кроме того, указанное соотношение рассматривают как индекс достоверности учета: при качественном учете число умерших, даже для локализаций с высоким уровнем летальности, не должно превышать число заболевших [16]. Для сравнения указанных коэффициентов использована доля разности показателей (ДРП), которая определяет, насколько процентов один показатель меньше другого (большого) показателя. ДРП вычисляли по формуле

$$\text{ДРП} = (K_1 - K_2 / K_1) \cdot 100,$$

где  $K_1, K_2$  – сравниваемые коэффициенты. Чаще всего за  $K_1$  должен быть взят больший показатель, однако в нашем исследовании за  $K_1$  взяты коэффициенты по РФ, которые в большинстве случаев превышали  $K$  по Иркутской области.

**Результаты и их обсуждение.** Ежегодно в Иркутской области регистрируется более 10 тысяч случаев заболеваний злокачественными новообразованиями. В 2018 г. в Иркутской области впервые в жизни выявлено 11 999 случаев злокачественных новообразований (в том числе 5559 – у мужчин и 6440 – у женщин) (табл. 1).

Как следует из данных табл. 1, средний многолетний уровень (далее – СМУ) заболеваемости населения Иркутской области составил 432,44, что на 11,7% выше среднероссийского показателя (РФ – 387,12). Динамика показателя заболеваемости за указанный период характеризуется выраженной тенденцией роста. В Иркутской области за 2003–2018 гг. данный показатель увеличился на 68,7% (темп прироста среднероссийского показателя был ниже и составил 19,6%), в том числе за последние 10 лет темп прироста в Иркутской области составил 33,9% (РФ – 19,6%). На конец 2018 г. на учете состояли 60 052 пациента (2017 г. – 57 536), «грубый» показатель заболеваемости населения Иркутской области составлял 499,1 и превышал среднероссийский уровень (425,46) на 17,3%. Распространенность злокачественных новообразований составляла в Иркутской области 2497,8 на 100 тысяч населения (РФ – 2562,3).

СМУ стандартизованного показателя заболеваемости населения Иркутской области за период 2009–2018 гг. составил 292,36, что на 24,1% выше среднероссийского показателя (РФ – 235,58). Динамика стандартизованного показателя заболеваемости за указанный период характеризуется выраженной тенденцией роста. В Иркутской области за последние 10 лет данный показатель увеличился на 18,2% (темп прироста среднероссийского показателя был ниже и составил 8,5%). В 2018 г. стандартизованный показатель заболеваемости в Иркутской области составлял  $320,2 \pm 3,07$  и превышал среднероссийский ( $246,77 \pm 0,33$ ) на 29,8%.

Таблица 1

Динамика показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Иркутской области и Российской Федерации за период 2009–2018 гг.

Годы	Абсолютное число		Показатель первичной заболеваемости (на 100 тысяч)					
			«грубый»		Ранг*	стандартизованный		Ранг*
	всего состоит на учете	впервые выявлено	Иркутская область	РФ		Иркутская область	РФ	
2009	41 396	9 332	372,7	355,8	34	270,9	227,4	3
2010	43 438	9 595	383,4	364,2	33	275,5	231,1	6
2011	44 874	9 955	410,0	365,4	23	286,7	228,1	4
2012	46 280	10 021	413,3	367,3	23	283,2	227,6	5
2013	48 020	10 275	424,2	373,4	25	288,0	229,2	3
2014	50 174	10 389	430,2	388,0	31	287,9	235,2	3
2015	52 148	10 804	447,4	402,6	28	296,4	241,4	3
2016	54 635	11 122	461,0	408,6	26	302,9	242,6	3
2017	57 536	11 626	483,1	420,3	19	311,9	246,6	2
2018	60 052	11 999	499,1	425,5	16	320,2	246,8	1
<b>СМУ**</b>	<b>49 855</b>	<b>10 512</b>	<b>432,4</b>	<b>387,1</b>		<b>292,4</b>	<b>235,6</b>	

Примечание: \* – ранг показателя заболеваемости в Иркутской области среди субъектов Российской Федерации (ранжирование выполнено по убыванию показателя); \*\*СМУ – среднемноголетний уровень.

Ранжирование 85 субъектов Российской Федерации (по стандартизованному показателю) показало, что на протяжении многолетнего периода Иркутская область входила в число пяти регионов России с наиболее высокими уровнями заболеваемости злокачественными заболеваниями. В 2018 г. Иркутская область занимала первое ранговое место среди 85 субъектов Российской Федерации (в том числе мужчины – 1-е место, женщины – 2-е), по «грубому» показателю – 16-е место.

Результаты кластерного анализа свидетельствуют, что наиболее высокий уровень первичной заболеваемости ЗНО по ведущим локализациям характерен для первого кластера, включающего: города Иркутск, Братск, Саянск, Усолье-Сибирское, Усть-Илимск, Черемховское городское муниципальное образование, Свирское городское муниципальное образование, Ангарское муниципальное образование, а также Слюдянский, Шелеховский районы (всего – 1,4 млн человек). Также значительные уровни первичной заболеваемости зарегистрированы на территориях, отнесенных ко второму и третьему кластерам. Кластер 2 (482 тысячи человек) включает семь административных районов. Территории, образовавшие кластер 3 (165 тысяч человек), представлены девятью районами. Наиболее низкие значения первичной заболеваемости по ведущим локализациям ЗНО выявлены на территориях 10 административных районов, объединенных 4-м кластером (общая численность населения – 162 тысячи человек): Балаганский, Жигаловский, Ольхонский, Усть-Удинский, Аларский, Баяндаевский, Боханский, Нукутский, Осинский, Эхирит-Булагатский районы.

Высокие уровни онкологической заболеваемости могут объясняться не только качеством диагностики и лечения, но и влиянием техногенных факторов. Нами рассмотрены факторы среды обитания, которые могут быть значимыми для возникновения и прогрессирования бластомогенных процессов, в том числе потенциальное негативное воздействие химических веществ, а также воздействие радиационного фактора – поступление радона в жилые и общественные здания. Природные источники ионизирующего излучения являются ведущим фактором облучения населения Иркутской области. По данным многолетнего наблюдения (за период 2001–2017 гг.) для жителей Иркутской области характерны повышенные (более 5,0 мЗв в год (мЗв/г.)) средние дозы облучения населения природными источниками ионизирующего излучения (5,1 мЗв/г.). На территории Иркутской области зарегистрированы несколько зон повышенной эмиссии радона, в том числе в городах, отнесенных к первому кластеру: Усть-Илимск (среднее – 7,34, критическая группа – 17,32 мЗв/г.) и Иркутск (среднее – 2,93, критическая группа – до 18,61 мЗв/г.). Высокое содержание радона, в том числе в жилых и общественных зданиях, источниках водоснабжения, обусловлено геологическими особенностями строения земной коры Иркутской области. В прочих городах,

вошедших в первый кластер, критические зоны не выявлены. Среднегодовые величины индивидуально- и популяционного канцерогенного риска химической и радиационной природы для территорий наибольшего риска представлены в табл. 2.

Для городов Иркутской области характерен очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, в том числе веществами с доказанной канцерогенной опасностью. Основными источниками канцерогенов наряду с ТЭЦ являются в городах Братске, Шелехове предприятия по производству алюминия, в г. Ангарске – нефтехимический и электролизно-химический комбинаты, в Саянске – производство винилхлорида. Канцерогенно-опасные предприятия долгие годы функционировали на территориях накопленного риска от прежней деятельности хозяйствующих субъектов (в том числе в Свирске, Усолье-Сибирском, Байкальске).

Как следует из данных табл. 2, наибольший показатель индивидуального канцерогенного риска при потенциальном воздействии химических веществ установлен для жителей индустриальных промышленных центров: г. Братска (1,06E-03) и Шелеховского района (1,00E-03) и оценивается как неприемлемый риск. Далее по степени индивидуального риска следуют г. Иркутск (7,31E-04), г. Ангарск (6,50E-04), г. Усолье-Сибирское (1,25E-04). Риск оценивается как приемлемый на территории г. Саянска (8,01E-05), г. Черемхово (2,50E-05), г. Усть-Илимска (1,03E-06). Наибольшая среднегодовая доза радона (7,34 мЗв/г.) зарегистрирована в г. Усть-Илимске, на остальных территориях первого кластера значения среднегодовой дозы радона не превышали 2,93 мЗв/г. Уровни популяционного риска связаны не только с загрязнением атмосферного воздуха канцерогенами, но и с численностью экспонированного населения, поэтому к территориям риска, в первую очередь, относятся города с численностью более 200 тысяч человек (Ангарск, Братск) и административный центр – г. Иркутск (население более 600 тысяч человек).

Среднепогодный уровень смертности населения Иркутской области за период 2009–2018 гг. составил 200,9 (РФ – 201,5) (табл. 3).

«Грубый» показатель смертности населения Иркутской области в 2018 г. составлял 211,6 и превышал среднероссийский (200,03) на 5,8 %.

Динамика показателя смертности за указанный период характеризуется тенденцией роста. В Иркутской области за 2009–2018 гг. данный показатель увеличился на 8,8 % (темп прироста среднероссийского показателя был отрицательным и составил 2,4 %).

Стандартизованный показатель смертности населения Иркутской области в 2018 г. составлял  $129,0 \pm 1,89$  и превышал среднероссийский ( $108,56 \pm 0,21$ ) на 18,8 %. Среднепогодный уровень стандартизованного показателя смертности населения Иркутской области за период 2009–2018 гг. составил 131,6, что на 13,1 % выше среднероссийского

Таблица 2

Индивидуальный и популяционный канцерогенный риск химической и радиационной природы для населения

Территория первого кластера	Индивидуальный риск		Популяционный канцерогенный риск (число дополнительных случаев ЗНО)	
	химический (ICR)	среднегодовая доза радона, мЗв/г.	химический	радиационный
Ангарск	6,50E-04	1,72	154,9	22,5
Шелеховский район	1,00E-03	2,13	64,9	7,6
Иркутск	7,31E-04	2,93	449,8	99,2
Братск	1,06E-03	2,56	249,6	33,1
Саянск	8,01E-05	1,93	3,1	4,1
Усолье-Сибирское	1,25E-04	2,29	9,9	9,9
Усть-Илимск	1,03E-06	7,34	0,1	33,5
Черемхово	2,50E-05	2,15	1,3	6,1

Таблица 3

Динамика «грубых» и стандартизованных показателей смертности населения Иркутской области и Российской Федерации от ЗНО в 2009–2018 гг.

Год	Абсолютное число	Показатель смертности на 100 тысяч населения					
		«грубый»		Ранг*	стандартизованный		Ранг*
		Иркутская область	РФ		Иркутская область	РФ	
2009	4751	194,4	204,9	43	135,4	125,2	17
2010	4682	185,3	204,4	55	131,7	124,0	25
2011	4759	194,9	202,5	49	133,5	120,2	16
2012	4604	190,0	201,0	54	126,1	117,7	31
2013	4916	203,1	201,1	43	134,0	116,8	11
2014	4885	201,8	199,5	44	130,3	114,6	13
2015	4953	205,2	202,5	42	131,4	114,8	16
2016	5015	208,0	201,6	37	131,9	112,8	9
2017	5166	214,7	197,0	32	132,9	109,0	5
2018	5080	211,6	200,0	39	129,0	108,6	11
<b>СМУ</b>	<b>4881</b>	<b>200,9</b>	<b>201,5</b>		<b>131,6</b>	<b>116,3</b>	

Примечание: \* – ранг показателя смертности в Иркутской области среди субъектов Российской Федерации (ранжирование выполнено по убыванию показателя).

показателя (РФ – 116,3). За период 2009–2018 гг. отмечается формирующаяся тенденция снижения стандартизованного показателя смертности. В Иркутской области за последние 10 лет данный показатель снизился на 4,7 % (темп снижения среднероссийского показателя был более высоким и составил 13,3 %).

При ранжировании субъектов Российской Федерации по стандартизованному показателю смертности населения злокачественными новообразованиями установлено, что в 2018 г. Иркутская область входила в число регионов России с наиболее высоким значением стандартизованного показателя смертности и занимала 11-е ранговое место среди 85 субъектов Российской Федерации (в том числе мужчины – 13-е место, женщины – 15-е), по «грубому» показателю – 39-е место (мужчины – 39-е место, женщины – 31-е).

Рассчитаны коэффициенты смертности / заболеваемости по стандартизованным величинам, что позволяет оценить качество медицинской помощи в Иркутской области и РФ, элиминировав влияние различий возрастной структуры. В среднем за период 2009–2018 гг. коэффициент составил 0,45 в Иркутской области и 0,49 в РФ, отмечено снижение

коэффициентов на 19,3 и 20,0 % соответственно. Динамика хорошо описывается линейными регрессионными уравнениями – для Иркутской области:  $Y (C/3) = -0,0085x + 0,4983 (R^2 = 0,880)$ ; для РФ:  $Y (C/3) = -0,0128x + 0,5655 (R^2 = 0,987)$ . Таким образом, полагаем, что рост показателя заболеваемости с одновременным снижением показателя смертности свидетельствует об улучшении выявляемости заболеваний, а также повышении качества оказания медицинской помощи.

Прогнозируемые уровни заболеваемости и смертности от ЗНО населения Иркутской области рассчитаны с использованием уравнений, отражающих тренды: стандартизованного показателя заболеваемости  $y = 4,964x + 265,06 (R^2 = 0,931)$  и «грубого» показателя  $y = 13,326x + 359,15 (R^2 = 0,979)$ . При обосновании сроков прогноза учитывали следующее: полиномиальные тренды имели несколько лучшие характеристики аппроксимации, чем у линейных уравнений. Для стандартизованного показателя:  $y = 0,114x^3 - 1,540x^2 + 9,901x + 262,7 (R^2 = 0,977)$ ; для «грубого» показателя:  $y = 0,194x^3 - 2,849x^2 + 24,213x + 350,3 (R^2 = 0,991)$ . Поскольку «грубый» показатель отражает реальную ситуацию с учетом половозраст-

ных характеристик популяции, то прогнозирование целесообразней проводить по данному показателю. Кроме того, анализ полиномиальной динамики позволяет определить корректную «дальность» прогноза. Исходя из анализа 16-летнего тренда, установлено, что «шаг» изменений составляет 7 лет. Следовательно, строить прогнозы можно на 7 лет, взяв за точку отсчета начало подъема. В нашем случае – это среднесрочный прогноз на период до 2021 г. (три года).

Исходя из вышесказанного, установлено, что в 2021 г. прогнозируемый уровень стандартизованного показателя с 95%-ной вероятностью будет находиться в пределах 270,9–329,8 случая на 100 тысяч населения, «грубый» показатель заболеваемости составит 372,7–532,4 случая. При прогнозировании динамики смертности населения Иркутской области от злокачественных новообразований использовали уравнение, отражающее тренд стандартизованного показателя  $y = 133,12 - 0,273x$  ( $R^2 = 0,095$ ), уравнение, отражающее тренд «грубого» показателя,  $-y = 185,22 + 2,851x$  ( $R^2 = 0,904$ ). В соответствии с прогнозными расчетами в 2021 г. уровень стандартизованного показателя смертности составил 127,1–132,2 случая на 100 тысяч, «грубый» показатель смертности будет составлять 220,0–230,0 случаев на 100 тысяч.

Анализ структуры локализаций опухолевого процесса проведен по данным 2018 г. Установлено, что наиболее значимыми в общей (мужчины и женщины) структуре злокачественных новообразований являлись три группы злокачественных новообразований: органов пищеварительной системы (С15–С26) – 24,2 %, кожи (с меланомой) – 13,1 %, органов дыхания (трахеи, бронхов, легкого, гортани) – 12,8 %. Приоритетными локализациями являлись: опухоли трахеи, бронхов, легких (11,8 %) (РФ – 9,9 %), рак кожи (11,5 %; с меланомой – 13,1 %) (РФ – 12,6 %; с меланомой – 14,4 %), молочной железы – 10,9 % (РФ – 11,4 %), предстательной железы (7,3 %) (РФ – 6,8 %), желудка (6,5 %) (РФ – 5,9 %), ободочной кишки (5,9 %) (РФ – 6,9 %), почки (4,8 %) (РФ – 3,9 %), лимфатической и кроветворной ткани (4,6 %) (РФ – 4,8 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (4,4 %) (РФ – 5,0 %), шейки матки (3,7 %) (РФ – 2,8 %), тела матки (3,4 %) (РФ – 4,3 %), поджелудочной железы (3,3 %) (РФ – 3,1 %), мочевого пузыря (2,5 %) (РФ – 2,8 %), яичника (2,3 %) (РФ – 2,3 %), пищевода (1,5 %).

Установлено, что почти по всем видам локализаций ЗНО у населения Иркутской области отмечаются более высокие данные, по сравнению со среднероссийскими показатели заболеваемости (табл. 4).

Таблица 4

Стандартизованные показатели заболеваемости и смертности населения Иркутской области и Российской Федерации по основным локализациям, 2018 г.

Локализация злокачественных новообразований	Показатели на 100 тысяч населения				Коэффициент = смертность/заболеваемость		Доля разности показателей (от РФ)
	смертность		заболеваемость		Иркутская область	РФ	
	Иркутская область	РФ	Иркутская область	РФ			
Пищевод	3,12	2,65	4,64	3,18	0,67	0,83	19,3
Желудок	11,86	9,94	19,45	13,55	0,61	0,73	16,9
Ободочная кишка	8,5	7,73	17,87	15,58	0,48	0,50	4,1
Прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус	5,92	5,66	13,7	11,63	0,43	0,49	11,2
Печень и внутрипеченочные желчные протоки	4,41	3,66	4,49	3,31	0,98	1,11	11,2
Поджелудочная железа	8,52	6,59	9,95	7,02	0,86	0,94	8,8
Гортань	1,5	1,58	3,29	2,91	0,46	0,54	16,0
Трахея, бронхи, легкие	25,99	19,08	36,82	23,64	0,71	0,81	12,5
Меланома кожи	1,65	1,44	4,99	4,73	0,33	0,30	-8,6
Другие новообразования кожи	0,47	0,48	33,33	27,46	0,01	0,02	19,3
Женская молочная железа	16,01	14,02	63,26	51,63	0,25	0,27	6,8
Шейка матки	8,87	5,07	25,18	15,8	0,35	0,32	-9,8
Тело матки	3,9	3,98	18,7	18,79	0,21	0,21	1,5
Яичники	5,8	4,92	13,97	11,14	0,42	0,44	6,0
Предстательная железа	17,68	12,11	62,06	41,45	0,28	0,29	2,5
Почка	3,1	4,02	15,42	10,01	0,20	0,40	49,9
Мочевой пузырь	2,01	2	7,66	6,41	0,26	0,31	15,9
Головной мозг, другие и неуточненные отделы нервной системы	3,54	3,61	4,92	4,45	0,72	0,81	11,3
Щитовидная железа	0,43	0,37	8,34	6,36	0,05	0,06	11,4
Лимфатическая и кроветворная ткань	6,4	6,39	18,43	14,16	0,35	0,45	23,0
<b>ЗНО всего</b>	<b>129</b>	<b>108,6</b>	<b>320,2</b>	<b>246,77</b>	<b>0,40</b>	<b>0,44</b>	<b>8,5</b>

В 2018 г. наибольший уровень превышения среднероссийской заболеваемости отмечался в Иркутской области по 10 локализациям ЗНО: шейка матки (показатель в Иркутской области выше РФ на 59,4 %), трахея, бронхи, легкие (показатель в Иркутской области выше РФ на 55,8 %), почка (показатель в Иркутской области выше РФ на 54,0 %), предстательная железа – на 49,7 %, пищевод – на 45,9 %, желудок – на 43,5 %, поджелудочная железа – на 41,7 %, печень и внутрипеченочные желчные протоки – на 35,6 %, щитовидная железа – на 31,1 %, заболеваемость ЗНО лимфатической и кроветворной ткани выше среднероссийского уровня на 30,2 %. На 15–30 % превышали среднероссийский уровень показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями пяти следующих локализаций: яичники, женская молочная железа, другие новообразования кожи, мочевого пузыря, прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус. Менее чем на 15 % превышали среднероссийский уровень показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями следующих четырех локализаций: ободочная кишка, гортань, головной мозг, другие и неуточненные отделы нервной системы, меланома кожи.

Показатели смертности населения Иркутской области превышали среднероссийские уровни по 12 локализациям ЗНО: шейка матки, предстательная железа, трахея, бронхи, легкие, поджелудочная железа, печень и внутрипеченочные желчные протоки, желудок, яичники, пищевод, щитовидная железа, меланома кожи, женская молочная железа, ободочная кишка. Наиболее выражены различия между показателями смертности от ЗНО шейки матки (выше среднероссийского показателя на 75 %), предстательной железы (показатель в Иркутской области выше показателя в РФ на 46 %), трахеи, бронхов, легких (на 36,2 %).

Максимальные коэффициенты смертности / заболеваемости, как для Иркутской области, так и для РФ, характерны для ЗНО печени и внутрипеченочных желчных протоков (0,98 и 1,11 соответственно), что отражает высокую летальность при низкой выявляемости, вероятно, часть диагнозов в РФ выносятся посмертно. Высокие коэффициенты отмечены также по ЗНО следующих локализаций: поджелудочной железы (0,86 и 0,94), трахеи, бронхов, легкого (0,71 и 0,81), головного мозга (0,72 и 0,81), пищевода (0,67 и 0,83), желудка (0,73 и 0,61). Несмотря на то, что в Иркутской области на протяжении 10 лет отмечаются более высокие показатели заболеваемости и смертности от онкологической патологии, коэффициенты их ниже, чем в РФ по большинству локализаций. Если по строке «Всего» различия относительно невелики (8,5 %), то по некоторым локализациям ЗНО различия составляют 15–50 %: почки, лимфатической и кроветворной ткани, пищевода, другим новообразованиям кожи, мочевого пузыря, желудка, гортани.

Установлено, что популяционные уровни заболеваемости онкопатологией зависят также от возраст-

ной структуры населения [4], с целью устранения влияния этого фактора при сравнительном анализе проводят стандартизацию показателей. Заболеваемость ЗНО в Иркутской области характеризуется тенденцией роста, в том числе по стандартизованному и «грубому» показателям. Указанный факт определяет актуальное направление для следующих исследований: выявление причинно-следственных связей в системе «факторы среды обитания – частота онкопатологии».

По мнению Д.Г. Заридзе с соавт. [3], рост заболеваемости онкопатологией в России является в том числе результатом роста распространенности в популяции ряда факторов риска. Также основной причиной роста показателей заболеваемости населения, в том числе злокачественных новообразований, является использование высокочувствительных технологий скрининга и ранней диагностики [17]. Установлено, что на территориях, уровень жизни которых характеризовался как более высокий, а также была обеспечена доступность и применение современных методов ранней диагностики, высокотехнологичной медицинской помощи, несмотря на высокие уровни онкологической заболеваемости, регистрировались средние или низкие уровни смертности от ЗНО [18]. Выявлена обратная зависимость смертности населения от уровня обеспеченности врачами, количества «онкологических» коек (Республика Бурятия) [7].

Анализируя сложившуюся негативную ситуацию в Иркутской области, связанную с высоким уровнем заболеваемости и смертности населения от ЗНО, полагаем, что высокая заболеваемость и ее рост могут быть обусловлены не только повышением выявляемости и ростом заболеваемости в старших возрастных группах, связанными с постарением населения и увеличением продолжительности жизни, но и реальным ростом заболеваемости, обусловленным влиянием канцерогенных факторов.

Ряд факторов онкогенного риска можно считать управляемыми, причем как на индивидуальном, так и групповом, популяционном уровнях. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, а также данным российских исследований, значительная часть смертей от онкологических заболеваний (более 30 %) обусловлена управляемыми (модифицируемыми) факторами риска, в том числе табакокурением, злоупотреблением алкоголем, низкой физической активностью, недостаточным потреблением фруктов и овощей [4, 17, 19]. Также факторами риска развития ЗНО являются факторы среды обитания населения, в том числе производственной среды [6, 8, 20]. Однако исследования по влиянию всего комплекса факторов на частоту онкопатологии в Иркутской области отсутствуют. В связи с этим большую значимость для региона приобретают вопросы выявления онкогенных факторов с целью разработки и реализации первичной профилактики рака, что достигается снижением и устранением негативного влияния факторов, управляемых на по-

пуляционным, групповом и индивидуальном уровнях. Вышеуказанные задачи поставлены в число приоритетных направлений деятельности Управления Роспотребнадзора, Центра гигиены и эпидемиологии и ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований».

**Выводы.** Таким образом, оценка индивидуального канцерогенного риска при потенциальном воздействии химических веществ свидетельствует, что уровень риска оценивается как «неприемлемый» в г. Братске, Шелехове, Иркутске, Ангарске, Усолье-Сибирское. Риск оценивается как приемлемый на территории г. Саянска, Черемхово, Усть-Илимске. Вместе с тем в г. Усть-Илимске зарегистрирована наибольшая среднегодовая доза радона (7,34 мЗв/г.), что требует риск-ориентированного подхода при проведении медицинских осмотров работников канцерогенно-опасных профессий и диспансеризации населения. Основные характеристики показателей заболеваемости и смертности населения Иркутской области от ЗНО характеризуются как неблагоприятные: уровни показате-

телей, тенденции в динамике за многолетний период, соотношение показателей смертности и заболеваемости ЗНО свидетельствуют о достаточном уровне оказания онкологической помощи населению Иркутской области. Прогнозные величины, рассчитанные по результатам анализа многолетнего тренда, в 2021 г. находятся в следующих пределах: стандартизованный показатель заболеваемости – 270,9–329,8; «грубый» показатель – 372,7–532,4 на 100 тысяч населения Иркутской области; «грубый» показатель смертности – 220,0–230,0 случая.

Выполненные исследования позволили определить приоритетные задачи для разработки целенаправленных мероприятий по устранению и снижению негативного воздействия онкогенных факторов на здоровье населения.

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Cancer mortality rates and spillover effects among different areas: A case study in Campania (southern Italy) / M. Agovino, M.C. Aprile, A. Garofalo, A. Mariani // Soc. Sci. Med. – 2018. – Vol. 204. – P. 67–83. DOI: 10.1016/j.socscimed.2018.03.027
2. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2019 // CA Cancer J. Clin. – 2019. – Vol. 69, № 1. – P. 7–34. DOI: 10.3322/caac.21551
3. Заридзе Д.Г., Каприн А.Д., Стилиди И.С. Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в России // Вопросы онкологии. – 2018. – Т. 64, № 5. – С. 578–591.
4. Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020 [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2013. – URL: <https://world-heart-federation.org/emerging-leaders/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/2-WHO-Global-Action-Plan.pdf> (дата обращения: 08.04.2023).
5. In situ androgen and estrogen biosynthesis in endometrial cancer: focus on androgen actions and intratumoral production / K. Ito, Y. Miki, T. Suzuki, K.M. McNamara, H. Sasano // Endocr. Relat. Cancer. – 2016. – Vol. 23, № 7. – P. R323–R335. DOI: 10.1530/ERC-15-0470
6. RNA-bioinformatics: tools, services and databases for the analysis of RNA-based regulation / R. Backofen, J. Engelhardt, A. Erxleben, J. Fallmann, B. Grüning, U. Ohler, N. Rajewsky, P.F. Stadler // J. Biotechnol. – 2017. – Vol. 261. – P. 76–84. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2017.05.019
7. Оценка канцерогенного риска для населения города Улан-Удэ / Н.В. Ефимова, С.С. Ханхареев, В.Р. Моторов, Е.В. Мадеева // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 90–93. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-90-93
8. Prioritising action on occupational carcinogens in Europe: a socioeconomic and health impact assessment / J.W. Cherrie, S. Hutchings, M. Gorman Ng, R. Mistry, C. Corden, J. Lamb, A. Sánchez Jiménez, A. Shafirir [et al.] // Br. J. Cancer. – 2017. – Vol. 117, № 2. – P. 274–281. DOI: 10.1038/bjc.2017.161
9. Risk assessment of occupational exposure to BTEX in the National Oil Distribution Company in Iran / E. Partovi, M. Fathi, M.J. Assari, R. Esmacili, A. Pourmohamadi, R. Rahimpour // Chronic Dis. J. – 2018. – Vol. 4, № 2. – P. 48–55. DOI: 10.22122/cdj.v4i2.223
10. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. – 236 с.
11. Турсунзаде Р.Т. Оценка распространенности злокачественных новообразований в России с применением модели заболеваемость – смертность // Демографическое обозрение. – 2018. – Т. 5, № 3. – С. 103–126.
12. Эпидемиология злокачественных новообразований в административных центрах Сибирского федерального округа / Е.Л. Чойнзонов, Л.Д. Жуйкова, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова, М.Ю. Вальков, Л.В. Пикалова // Экология человека. – 2020. – № 11. – С. 53–59. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-11-53-59
13. Рак легкого в Томской области (эпидемиологические аспекты) / Е.Л. Чойнзонов, Л.Д. Жуйкова, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова, Л.В. Пикалова // Современная онкология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 6–9. DOI: 10.26442/18151434.2019.2.190413
14. Егоркина А.В., Ямщиков А.С. Факторы риска неинфекционных заболеваний и комплекс организационных и инфраструктурных мероприятий первичной профилактики онкологических заболеваний в Красноярском крае // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 7. – С. 41–45. DOI: 10.17513/mjpf.12796
15. Онкологическая заболеваемость в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах / Л.Д. Жуйкова, Е.Л. Чойнзонов, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова // Сибирский онкологический журнал. – 2019. – Т. 18, № 6. – С. 5–11. DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-6-5-11
16. Мерабишвили В.М. Аналитические показатели. Индекс достоверности учета // Вопросы онкологии. – 2018. – Т. 64, № 3. – С. 445–452.

17. Заридзе Д.Г., Максимович Д.М. Профилактика злокачественных новообразований // Успехи молекулярной онкологии. – 2017. – Т. 4, № 2. – С. 8–25. DOI: 10.17650/2313-805X-2017-4-2-8-25

18. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 // Lancet. – 2016. – Vol. 388, № 10053. – P. 1659–1724. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8

19. Аксенова И.А., Доможирова А.С., Новикова Т.С. Динамика показателей заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований легких населения Южного Урала – крупного промышленного региона // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 48–51. DOI: 10.17116/onkolog20176348-51

20. Петрова Г.В., Старинский В.В., Грецова О.П. Оценка качества учета умерших больных со злокачественным новообразованием в России // Исследования и практика в медицине. – 2016. – Т. 3, № 4. – С. 70–74. DOI: 10.17709/2409-2231-2016-3-4-8

*Анализ канцерогенного риска и динамики заболеваемости и смертности населения Иркутской области от злокачественных новообразований / И.Г. Жданова-Заплевичко, Н.В. Ефимова, Д.Ф. Савиных, М.Ф. Савченков // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 3. – С. 39–48. DOI: 10.21668/health.risk/2023.3.04*

UDC 314.42:616-006.04

DOI: 10.21668/health.risk/2023.3.04.eng



Research article

## ANALYSIS OF CARCINOGENIC RISK AND DYNAMICS OF POPULATION MORBIDITY AND MORTALITY IN THE IRKUTSK REGION DUE TO MALIGNANT NEOPLASMS

**I.G. Zhdanova-Zaplesvichko<sup>1,2</sup>, N.V. Efimova<sup>3</sup>, D.F. Savinykh<sup>1</sup>, M.F. Savchenkov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, Irkutsk regional office, 8 Karla Marksa St., Irkutsk, 664003, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – the branch of the Russian Medical Academy for Continuous Occupational Education, 100 Yubileinyi microdistrict, Irkutsk, 664049, Russian Federation

<sup>3</sup> East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3 12a microdistrict, Angarsk, 665827, Russian Federation

<sup>4</sup> Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstaniya St., Irkutsk, 664003, Russian Federation

*Morbidity and mortality caused by malignant neoplasms (MNs) is a priority challenge for health care.*

*We analyzed some rough and standardized levels (oncological morbidity and mortality) over 2009–2018 based on official statistics. We ranked the RF regions as per the standardized morbidity level and established that the Irkutsk region took the 1<sup>st</sup> rank place among 85 RF regions as per it; it took the 16<sup>th</sup> rank place as per the ‘rough’ level. Morbidity and mortality levels that were higher in the Irkutsk region than the national average were established for such localizations as trachea, bronchi and lung cancer; prostate cancer; cervical cancer. The mortality to morbidity ratios were on average equal to 0.45 in the Irkutsk region and 0.49 in the RF as a whole; we identified a certain decrease in them, by 19.3 % and 20.0 % accordingly. We provided evidence of unacceptable individual carcinogenic chemical risk for people in cities with developed chemical industry and non-ferrous metallurgy. High carcinogenic radiation risks were caused by natural radon levels in soils. We calculated some prognostic morbidity and mortality levels: in 2021, the standardized morbidity level would be between 270.9 and 329.8 cases per 100 thousand people; the ‘rough’ level, between 372.7 and 532.4. The ‘rough’ mortality level would be between 220 and 230 cases per 100 thousand people.*

© Zhdanova-Zaplesvichko I.G., Efimova N.V., Savinykh D.F., Savchenkov M.F., 2023

**Inga G. Zhdanova-Zaplesvichko** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department for Organizing the Activities; Associate Professor of the Department of Public Health and Health Care (e-mail: zhd\_i@mail.ru; tel.: +7 (914) 935-23-27; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0916-0302>).

**Natalia V. Efimova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Environmental and Hygienic Researches (e-mail: medecolab@inbox.ru; tel.: +7 (395) 555-40-85; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7218-2147>).

**Dmitry F. Savinykh** – Head of the Irkutsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Chief State Sanitary Inspector for the Irkutsk Region (e-mail: savinykh\_df@38.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7242-940X>).

**Mikhail F. Savchenkov** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Common Hygiene Department (e-mail: mfs36@mail.ru; tel.: +7 (914) 912-57-14; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1246-8327>).

We determined some priority tasks for future research aimed at identifying adverse effects produced by environmental factors and lifestyle-related factors as well as some tasks related to developing relevant targeted activities aimed at eliminating and mitigating cancer-inducing exposures.

**Keywords:** carcinogenic risk, morbidity, mortality, malignant neoplasms, population, chemical factor, radiation factor, prognosis.

## References

1. Agovino M., Aprile M.C., Garofalo A., Mariani A. Cancer mortality rates and spillover effects among different areas: A case study in Campania (southern Italy). *Soc. Sci. Med.*, 2018, vol. 204, pp. 67–83. DOI: 10.1016/j.socscimed.2018.03.027
2. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2019. *CA Cancer J. Clin.*, 2019, vol. 69, no. 1, pp. 7–34. DOI: 10.3322/caac.21551
3. Zaridze D.G., Kaprin A.D., Stilidi I.S. Dynamics of morbidity and mortality from malignant tumors in Russia. *Voprosy onkologii*, 2018, vol. 64, no. 5, pp. 578–591 (in Russian).
4. Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020. Geneva, World Health Organization, 2013. Available at: [https://world-heart-federation.org/emerging-leaders/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/2-WHO\\_Global\\_Action\\_Plan.pdf](https://world-heart-federation.org/emerging-leaders/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/2-WHO_Global_Action_Plan.pdf) (April 8, 2023).
5. Ito K., Miki Y., Suzuki T., McNamara K.M., Sasano H. In situ androgen and estrogen biosynthesis in endometrial cancer: focus on androgen actions and intratumoral production. *Endocr. Relat. Cancer*, 2016, vol. 23, no. 7, pp. R323–R335. DOI: 10.1530/ERC-15-0470
6. Backofen R., Engelhardt J., Erxleben A., Fallmann J., Grüning B., Ohler U., Rajewsky N., Stadler P.F. RNA-bioinformatics: tools, services and databases for the analysis of RNA-based regulation. *J. Biotechnol.*, 2017, vol. 261, pp. 76–84. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2017.05.019
7. Efimova N.V., Khankhareev S.S., Motorov V.R., Madeeva E.V. Assessment of the carcinogenic risk for the population of Ulan-Ude. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 90–93. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-90-93 (in Russian).
8. Cherrie J.W., Hutchings S., Gorman Ng M., Mistry R., Corden C., Lamb J., Sánchez Jiménez A., Shafrir A. [et al.]. Prioritising action on occupational carcinogens in Europe: a socioeconomic and health impact assessment. *Br. J. Cancer.*, 2017, vol. 117, no. 2, pp. 274–281. DOI: 10.1038/bjc.2017.161
9. Partovi E., Fathi M., Assari M.J., Esmaeili R., Pourmohamadi A., Rahimpour R. Risk assessment of occupational exposure to BTEX in the National Oil Distribution Company in Iran. *Chronic Dis. J.*, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 48–55. DOI: 10.22122/cdj.v4i2.223
10. Sostoyanie onkologicheskoi pomoshchi naseleniyu Rossii v 2018 godu [The state of oncological care for the population of Russia in 2018]. In: A.D. Kaprin, V.V. Starinskii, G.V. Petrova eds. Moscow, MNIOI im. P.A. Gertsena Publ., 2019, 236 p. (in Russian).
11. Tursunzade R. An evaluation of the prevalence of malignant neoplasms in Russia using an incidence-mortality model. *Demograficheskoe obozrenie*, 2018, vol. 5, no. 3, pp. 103–126 (in Russian).
12. Choyznov E.L., Zhuikova L.D., Ananina O.A., Odinstova I.N., Valkov M.Yu., Pikalova L.V. Epidemiology of malignant neoplasms in the main cities of the Siberian federal district. *Ekologiya cheloveka*, 2020, no. 11, pp. 53–59. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-11-53-59 (in Russian).
13. Choyznov E.L., Zhuikova L.D., Ananina O.A., Odinstova I.N., Pikalova L.V. Lung cancer in the Tomsk region (epidemiological aspects). *Sovremennaya onkologiya*, 2019, vol. 21, no. 2, pp. 6–9. DOI: 10.26442/18151434.2019.2.190413 (in Russian).
14. Egorkina A.V., Yamshchikov A.S. Risk factors for noncommunicable diseases and a set of organizational and infrastructural measures for the primary prevention of cancer in the Krasnoyarsk territory. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2019, no. 7, pp. 41–45. DOI: 10.17513/mjpf.12796 (in Russian).
15. Zhuikova L.D., Choyznov E.L., Ananina O.A., Odintsova I.N. Cancer incidence in Siberia and Russian far east. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2019, vol. 18, no. 6, pp. 5–11 (in Russian).
16. Merabishvili V.M. List of reasons for changing the system of state reporting of oncological service. *Voprosy onkologii*, 2018, vol. 64, no. 3, pp. 445–452 (in Russian).
17. Zaridze D.G., Maksimovich D.M. Prevention of malignant neoplasms. *Uspekhi molekulyarnoi onkologii*, 2017, vol. 4, no. 2, pp. 8–25. DOI: 10.17650/2313-805X-2017-4-2-8-25 (in Russian).
18. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, 2016, vol. 388, no. 10053, pp. 1659–1724. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8
19. Aksenova I.A., Domozhirova A.S., Novikova T.S. Trends in the incidence and mortality rates of malignant lung tumors in the population of the south Urals, a large industrial region. *Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gertsena*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 48–51. DOI: 10.17116/onkolog20176348-51 (in Russian).
20. Petrova G.V., Starinskiy V.V., Gretsova O.P. Assessment of the quality of accounting of deaths of patients with malignant neoplasms in Russia. *Issledovaniya i praktika v meditsine*, 2016, vol. 3, no. 4, pp. 70–74. DOI: 10.17709/2409-2231-2016-3-4-8 (in Russian).

Zhdanova-Zaplesvichko I.G., Efimova N.V., Savinykh D.F., Savchenkov M.F. Analysis of carcinogenic risk and dynamics of population morbidity and mortality in the Irkutsk region due to malignant neoplasms. *Health Risk Analysis*, 2023, no. 3, pp. 39–48. DOI: 10.21668/health.risk/2023.3.04.eng

Получена: 03.04.2023

Одобрена: 06.09.2023

Принята к публикации: 20.09.2023